REAÇÃO DA CEBOLA (*Allium cepa* L.) AO *Dyrenochaeta terrestris*
(HANSEN) GORENZ, WALKER E LARSON

HIROSHI NODA

Orientador: Prof. Dr. CYRO PAULINO DA COSTA

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

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
Agosto - 1981

A SANDRA e nossos pais,
MATSU , YOSHIMASA , NAIR e ANTONIO,

O F E R E Ç O

Aos agrônomos e geneticistas
Alejo von der Pahlen e Warwick
Estevam Kerr, que acreditam na
Ciência a serviço do Homem,

D E D I C O

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

- Ao Prof. Dr. Cyro Paulino da Costa, pela sugestão do assunto, segura orientação, amizade e sobretudo pelo seu exemplo de entusiasmo constante e dedicação ao trabalho;
- Ao Prof. Dr. Hiroshi Kimati, pelos ensinamentos, sugestões, e críticas;
- Ao Prof. Dr. Eric Balmer, pelos ensinamentos e sugestões;
- Aos Sr.^s Antonio Cella e Alcides Martins, pela inestimável ajuda prestada durante a fase experimental desta pesquisa;
- Ao Colega Paulo Vanderlei Ferreira, pela sua colaboração;
- Aos Docentes do Departamento de Genética e Fitopatologia, da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo", pelos ensinamentos;
- Aos Funcionários do Departamento e Instituto de Genética, da E. S. A. "Luiz de Queiroz", especialmente à Sr.^{ta} Erica Spruck, pela maneira atenciosa de atendimento;
- Aos Funcionários das Bibliotecas Central e Instituto de Genética da E. S. A. "Luiz de Queiroz", especialmente ao Sr. Luiz Carlos Veríssimo e Sr.^{as} Terezinha de Jesus Ludovico e Eisa Aparecida Azeredo César, pela solicitude no atendimento;
- Aos Funcionários da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", pela atenção prestada;

Aos Colegas do curso de Pós-graduação, pela amizade;

Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA , pela oportunidade de realização do curso;

E a todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

Í N D I C E

	Pág.
R E S U M O	viii.
S U M M A R Y	xi.
1 - INTRODUÇÃO	1
2 - REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 - Etiologia	4
2.2 - Sintomas e Prejuízos	13
2.3 - Ultraestrutura e Bioquímica da Patogênese e Resistência	16
2.4 - Métodos para Teste e Triagem de Materiais .	21
2.5 - Herança da Reação de Resistência	25
2.6 - Métodos de Melhoramento Aplicados para ob tenção de Cultivares Resistentes	30
3 - MATERIAL E MÉTODOS	34
3.1 - Local de Investigação	34
3.2 - Cultivares e Populações de Cebola Avaliadas	34
3.3 - Isolados de <i>Pyrenochaeta terrestris</i> (Han- sen) Gorenz , Walker e Larson	36
3.4 - Técnica de Isolamento	36
3.5 - Técnicas para Multiplicação de Inóculo	37
3.5.1 - Micélio	37
3.5.2 - Conídio	38

	Pág.
3.6 - Técnicas de Inoculação	39
3.6.1 - Semeadura em substrato artificialmente inoculado	40
3.6.2 - Imersão de raízes de plântulas na suspensão conidial	41
3.7 - Experimento I - Reação de Cultivares de Cebola Cultivadas em Solo Inoculado com Isolados de <i>P. terrestris</i>	41
3.8 - Experimento II - Efeito da concentração de inóculo sobre a reação da cebola ao <i>P. terrestris</i>	49
3.9 - Experimentos III e IV - Reação de cultivares de cebola sob cultivo em solo naturalmente infestado por <i>P. terrestris</i>	52
3.10 - Experimento V - Reação de cultivares de cebola ao <i>P. terrestris</i> . Isolado Pira I .	54
3.11 - Experimento VI - Reação de cultivares de cebola ao <i>P. terrestris</i> , expressa através da capacidade de esporulação do patógeno sobre o hospedeiro	56
3.12 - Experimento VII - Estimativa da produtividade da cebola sob condição de cultivo em solo infestado por <i>P. terrestris</i>	56
3.13 - Experimento VIII - Reação de duas populações F_2 de cruzamentos entre parentais suscetível e resistentes	58
3.14 - Procedimentos Estatísticos	59

4 -	RESULTADOS	61
4.1 -	Experimento I - Reação de cultivares de cebola cultivadas em solo inoculado com isolados de <i>P. terrestris</i>	61
4.2 -	Experimento II - Efeito da concentração de inóculo sobre a reação da cebola ao <i>P. terrestris</i>	72
4.3 -	Experimento III - Reação de cultivares de cebola sob cultivo em solo naturalmen <u>te</u> infestado por <i>P. terrestris</i> . Avalia <u>ç</u> ão aos 60 dias após a semeadura	75
4.4 -	Experimento IV - Reação de cultivares de cebola sob cultivo em solo naturalmente infestado por <i>P. terrestris</i> . Avalia- ção aos 80 dias após a semeadura	76
4.5 -	Experimento V - Reação de cultivares de cebola ao <i>P. terrestris</i> . Isolado Pi- ra I. Avaliação aos 61 e 105 dias após a semeadura	77
4.6 -	Experimento VI - Reação de cultivares de cebola ao <i>P. terrestris</i> , expressa atra- vês da capacidade de esporulação do patô- geno sobre o hospedeiro	80
4.7 -	Experimento VII - Estimativa da produt <u>i</u> vidade da cebola sob condição de cultivo em solo infestado por <i>P. terrestris</i>	81

4.8 - Experimento VIII - Reação de duas populações F_2 de cruzamentos entre parentais suscetível e resistente	84
5 - DISCUSSÃO	86
6 - CONCLUSÕES	110
7 - LITERATURA CITADA	112
APÊNDICE 1 - Tabelas	121
APÊNDICE 2 - Figuras	156

REAÇÃO DA CEBOLA (*Allium cepa* L.) AO *Pyrenochaeta*
terrestris (HANSEN) GORENZ, WALKER E LARSON

HIROSHI NODA

CYRO PAULINO DA COSTA
ORIENTADOR

RESUMO

Pyrenochaeta terrestris (Hansen) Gorenz, Walker e Larson, fungo causador da doença "raiz rosada" em cebola, ocorre em áreas de produção dessa hortaliça, no Brasil.

O presente trabalho objetivou: estabelecer e caracterizar os mecanismos de defesa do hospedeiro, através das expressões sintomatológicas da reação da cebola ao *P. terrestris*; indicar o provável tipo de resistência envolvida no complexo cebola x *P. terrestris*, de acordo com os conceitos enunciados por VAN DER PLANK (1968); avaliar a eficiência dos métodos de triagem de materiais, em casa de vegetação ou em parcelas de solo infestado pelo patógeno; indicar uma metodologia de triagem adequada às condições brasileiras, para uso em programa de melhoramento e finalmente, dentre o ma-

terial testado, indicar as melhores fontes de resistência à raiz rosada.

O material utilizado nos experimentos constou de cultivares nacionais e estrangeiras tradicionais, introduções de outros países e populações em processo de melhoramento do Setor de Hortaliças do Departamento de Genética da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo.

Ensaio conduzidos em casa de vegetação ou em parcelas naturalmente infestadas pelo patógeno indicaram duas expressões da reação de resistência da cebola ao *P. terrestris*: o nível de infecção das raízes e a capacidade de esporulação do patógeno sobre o hospedeiro, manifestada através de produção de picnídios ou estruturas semelhantes aos picnídios. Foram obtidas evidências de que as capacidades das cultivares em manifestarem o potencial germinativo e de crescimento são expressões da tolerância do hospedeiro ao patógeno, sob condição de solo artificialmente inoculado.

A ausência de interação diferencial cultivares x isolados no complexo cebola x *P. terrestris* e outras evidências experimentais indicaram ser do tipo horizontal a resistência envolvida no complexo.

A triagem de materiais, em casa de vegetação, na fase juvenil, mostrou ser mais eficiente quando o critério

de avaliação se baseou no nível de infecção nas raízes. A discriminação de níveis de resistência foi mais eficiente, através da inoculação de raízes de plântulas na suspensão de 10^6 conídios/ml.

A avaliação da resistência de cultivares de cebola ao *P. terrestris*, em parcelas infestadas pelo patógeno, mostrou ser eficiente. A época mais adequada para execução da avaliação foi no início da bulbificação. Encontrou-se uma associação significativa entre o caráter produtivo, expresso em produção de bulbo em peso, e a reação de resistência, sob condição de cultivo em solo infestado.

Dentre o material testado, as cultivares do grupo Barreiro e Cojumatlan constituem as melhores fontes de resistência.

ONION (*Allium cepa* L.) REACTION TO *Pyrenochaeta*
terrestris (HANSEN) GORENZ, WALKER AND LARSON

HIROSHI NODA

CYRO PAULINO DA COSTA
ADVISER

SUMMARY

Pyrenochaeta terrestris (Hansen) Gorenz, Walker and Larson, the causal fungus of pink-root disease in onion, occurs in production areas of this vegetable crop, in Brazil.

This research aimed: to establish and characterize the host defense mechanism through symptomatological of onion reaction to *P. terrestris* ; to indicate the likely resistance type involved in the interaction onion x *P. terrestris* , according with VAN DER PLANK (1968) concepts ; to evaluate the screening method efficiency of materials under greenhouse and field pink-root infested nursery ; to indicate the most suitable screening to the brazilian conditions, for onion breeding program, and within the tested material to indicate the best

resistence source to pink-root.

The used material in the trials, were traditional national and foreign cultivars, introductions from other countries and populations in stage of breeding by "Setor de Melhoramento de Hortaliças, Departamento de Genética da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo".

Trials carried out under greenhouse controlled condition and in infested pink-root field nursery, indicated two reaction expression of onion resistance to *P. terrestris*: the root infection index and the pathogen esporulation capacity on the host, showed through picnidium or picnidium like bodies. Evidences were obtained that cultivares capacities in showing germination and growth potential are host tolerance expression to the pathogen, under artificially infested soil. The absence of differential intaction cultivars x isolates in the complex onion x *P. terrestris* and others experimental evidencies indicated to be horizontal type the resistance involved in this complex.

The screening of material under greenhouse conditions in the juvenil stage, showed to be most efficient when the evaluation criteria based on root infection index. The descrimination of resistance degree most efficient was by the root seedling inoculation with 10^6 conidia/ml suspension.

The resistance evaluation of onion cultivars to *P. terrestris*, under pink-root infested nursery showed to be efficient. The most suitable time to proceed the evaluation was at the bulbing initiation. The yield character, expressed in bulb weight yield, is highly associated to the resistance reaction under pink-root infested field nursery. Among the tested material, cultivars such as Barreiro and Cojumatlan groups, were the best onion source of resistance to *P. terrestris*.

1. INTRODUÇÃO

A doença "raiz-rosada" em cebola, causada pelo fungo do solo *Pyrenochaeta terrestris* (Hansen) Gorenz, Walker e Larson, foi constatada nos Estados de Minas Gerais, Rio Grande do Sul e São Paulo. Aparentemente, os prejuízos econômicos causados por essa doença no Brasil têm sido de pequena monta.

Entretanto, nos Estados Unidos, onde essa doença tem sido estudada sistematicamente desde 1915, quando a denominação "raiz-rosada" apareceu pela primeira vez na literatura, tem sido registradas perdas significativas na produção, bem como, o abandono temporário da cultura nas áreas densamente infestadas pelo patógeno.

Por se tratar de um parasita facultativo da cebola e de um grande número de espécies, esse fungo é capaz de sobreviver saprofiticamente no solo no intervalo compreendi-

do entre dois períodos de cultivo do hospedeiro. Essa característica torna o controle da doença, através de produtos químicos, economicamente inviável, uma vez que no ciclo posterior de cultivo da cebola, o solo é reinfestado pelo patógeno.

No caso da "raiz-rosada", tem-se postulado a obtenção de cultivares resistentes à doença como o único método eficaz para evitar ou reduzir os danos na produção.

Estudos realizados por HANSEN (1929), DAVIS e HENDERSON (1937) e GORENZ *et alii* (1949) evidenciaram que a temperatura ótima para o desenvolvimento de *P. terrestris*, em meio de cultura, é ao redor de 28°C e segundo PERRY *et alii* (1964) o efeito prejudicial desse patógeno nas regiões mais frescas do norte dos E.U.A., não é tão severo como nas áreas de cultivo de inverno no Estado do Texas. No Brasil, nas regiões onde foram relatadas a ocorrência de *P. terrestris*, o cultivo da cebola é realizada no inverno. Provavelmente, devido a este fato, a importância patogênica desse fungo tenha sido até hoje minimizada.

A "raiz-rosada" não foi ainda relatada na região produtora de cebola no nordeste do Brasil. Desde que naquela região, a temperatura não é fator limitante ao desenvolvimento do patógeno, presume-se que, uma vez instalada, venha a se constituir em sério problema. Do mesmo modo, caso a cebola venha a ser cultivada no período de verão, no Estado de São Paulo, a "raiz-rosada" poderá provocar graves prejuízos à produção.

O presente trabalho tem por objetivo abordar , no complexo cebola X *P. terrestris*, aqueles aspectos que pode rão fornecer subsídios para o estabelecimento de um programa de melhoramento da cebola visando resistência à "raiz-rosada". Nesse sentido, os ensaios foram realizados a fim de possibili tar a obtenção das seguintes informações:

- a) quais as expressões de reação da cebola ao *P. terrestris* e suas possíveis vinculações com os mecanismos de defesa do hospedeiro ao patógeno.
- b) qual a provável modalidade de resistência envolvida no complexo cebola X *P. terrestris* , dentro dos conceitos de resistência horizontal e vertical enunciados por VAN DER PLANK (1968) .
- c) qual a possibilidade de emprego, em programas de melhoramento, dos métodos de triagem na fase de plântulas e em casa-de-vegetação, de materiais resistentes ao *P. terrestris*.
- d) qual a possibilidade de emprego, em programas de melhoramento, dos ensaios de campo, em solo naturalmente infestado pelo patógeno.
- e) quais, dentro dos materiais testados, aqueles mais promissores para utilização em programas de melhoramento.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Etiologia

Em 1915, MALLY, segundo TAUBENHAUS (1919), chamou atenção para uma doença de cebola denominada localmente "raiz-rosada", causando sérios prejuízos à cultura no Estado do Texas, nos E.U.A. Essa doença foi descrita por TAUBENHAUS e JOHNSON (1917), que observaram sua ocorrência somente nos locais onde a cebola era cultivada por dois anos ou mais. Em 1919, TAUBENHAUS afirma que a raiz rosada é uma doença fusariana e propõe o nome *Fusarium mali* ao patógeno.

Posteriormente, HANSEN (1926 e 1929) demonstrou que o *Fusarium* não poderia ser o responsável pela raiz rosada e isolou um fungo do gênero *Phoma* sobre raízes vivas de cebola com sintomas da doença. Os ensaios de inoculação provaram que o fungo isolado era o agente causal da doença e HAN -

SEN (1929) sugeriu o nome *Phoma terrestris* ao patógeno.

GORENZ *et alii* (1948), confrontando a descrição estrutural do gênero *Phoma* com aquela observada no fungo utilizado nos seus experimentos, perceberam uma contradição entre ambas quanto à presença de setas no picnídio. Uma vez que o gênero *Phoma* apresenta picnídios lisos, enquanto o fungo da raiz rosada possui setas, esses autores enquadraram o patógeno dentro do gênero *Pyrenochaeta*, com o nome *Pyrenochaeta terrestris* (Hansen). Essa espécie pertence à classe Deuteromiceto. Segundo GORENZ *et alii* (1948), na maioria dos casos, outros fungos aparecem nas raízes em associações com *P. terrestris* e as colônias da última podem ser reconhecidas pelo crescimento relativamente lento, compacto, pelo micélio acinzentado e especialmente, pela produção de pigmento, o qual varia de coloração com o tipo e reação do meio, mas usualmente é uma sombra de vermelho. A descrição morfológica dessa espécie é a seguinte: picnídios globosos para subglobosos, imersos, depois erupentes, ostiolados, papilados a levemente rostrados, marrom escuro a preto, subcarbonáceos, 120-450 μ , levemente a definitivamente setosos quando maduros, podem ocorrer isoladamente, freqüentemente gregários. Setas levemente a marrom escuro, 1-5 septos, 8-120 μ em comprimento, poucas a numerosas, geralmente ao redor do ostíolo, mas podem ocorrer sobre todo o picnídio. Conídios contínuos, hialinos, oblongo-ovóides, 3,7-5,8 x 1,8-2,4 μ , bigutulados, sésseis no picnídio, escapando como uma massa gelatinosa através do ostíolo.

Micélio septado, hialino, gutulado (GORENZ *et alii*, 1948).

A raiz rosada é uma doença potencialmente importante para as regiões produtoras de cebola situadas na zona tropical. Nos E.U.A. essa doença é particularmente severa em solos tépidos (NICHOLS *et alii*, 1960). Segundo JONES e MANN (1963), no cultivo da cebola de inverno, quando a semeadura é realizada no solo com temperaturas tépidas, o fungo é ativo nessas condições e as plântulas tornam-se infectadas precocemente. Se a temperatura do solo permanece tépida no inverno, o fungo pode ficar ativo durante esta estação, mas se a temperatura abaixa o fungo é inativado (JONES e MANN, 1963). Essa característica patogênica deve-se, provavelmente, ao fato desse fungo apresentar o seu ponto ótimo de desenvolvimento sob condições de temperatura relativamente alta. Esse ponto deve estar próximo de 24°-28°C, segundo evidências obtidas por HANSEN (1929), DAVIS e HENDERSON (1937) e GORENZ *et alii* (1949), sob condições de crescimento de *P. terrestris* em meio de cultura. Segundo WALKER (1952), a disseminação dessa doença no campo é feita através de bulbos e transplantes e uma vez instalada permanece indefinidamente como habitante do solo.

A capacidade de adaptação de *P. terrestris* quanto ao nível de concentração de íons de hidrogênio é ampla. Nos experimentos realizados por DAVIS e HENDERSON (1937) e GORENZ *et alii* (1949) foram observados bons crescimentos do fungo em pH entre 3,8 e 8,0.

Segundo SIEMER e VAUGHAN (1971), *P. terres* -

trís está mais freqüentemente associado às partículas grandes do solo e a infecção decresce bruscamente em partículas de solo menores do que 0,147 mm. Isto, levou os autores a sugerirem que as unidades infectivas são os picnídios, microescleródios ou micélio e/ou aglomerado de esporos.

A produção de picnídios por alguns isolados de *P. terrestris*, em meio de cultura, foi observada por HANSEN (1929). GORENZ *et alii* (1948) estudando vários isolados procedentes de diversas partes dos E.U.A., verificaram que alguns deles produziram picnídios em meio de cultura e que isolados do tipo micelial não revertiam para o tipo picnidial. Esses autores observaram, também, a produção de picnídios sobre raízes e cotilédones mortos de plantas desenvolvidas em areia inoculada com o patógeno e que somente um isolado produziu picnídios sobre o hospedeiro desenvolvido no solo. HESS *et alii* (1964) expuseram 14 isolados de *P. terrestris* à luz ultravioleta e verificaram que todos os isolados formaram picnídios com setas dentro de 12 dias, sendo que, alguns esporularam abundantemente, enquanto outros formaram somente 2 ou 3 picnídios com seta por placa.

Segundo KREUTZER (1941), no processo infeccioso de *P. terrestris*, após ter acesso aos tecidos internos do hospedeiro, a hifa ramifica através do córtex e eventualmente forma uma aglomeração celular, conhecida como primórdio de picnídio, nas células corticais e epidermais. GASIORKIEWICZ *et alii* (1952) obtiveram, a partir de dois isolados naturais de

P. terrestris, mutantes induzidos e, através de dados dos testes de patogenicidade e produção de picnídios, concluíram que a capacidade de esporulação sobre o hospedeiro, em casa-de-vegetação, não estava correlacionada com a patogenicidade. Esses autores concluíram, também, que tipos com esparsa esporulação poderiam ser tão patogênicos como os altamente esporulantes. Entretanto, para o isolado mais patogênico e os mutantes obtidos a partir dele, GASIORKIEWICZ *et alii* (1952) observaram a ocorrência de decréscimo marcante na esporulação de todos os mutantes, desde as cultivares mais suscetíveis de cebola até as mais resistentes. De 91 isolados miceliais estudados por KULIK e TIMS (1960), em meio de cultura, 8 produziram picnídios e 10 formaram estruturas semelhantes aos picnídios, caracterizadas pela ausência de esporos e setas. Neste estudo, a capacidade patogênica dos isolados foi avaliada pelo método de GORENZ *et alii* (1949), sendo que os isolados que produziram picnídios ou estruturas semelhantes aos picnídios apresentaram média igual a 73,5 para o Índice de Doença, enquanto os isolados que não produziram picnídios ou estruturas semelhantes aos picnídios apresentaram média igual a 48,1. Com esses resultados, KULIK e TIMS (1960) mostraram a ocorrência de uma aparente correlação entre produção "in vitro" de picnídios ou estruturas semelhantes aos picnídios pelos isolados e suas habilidades em produzir doença em plantas.

STRUCKMEYER *et alii* (1962) estudaram o desenvolvimento da doença em três cultivares de cebola, semeadas

em areia artificialmente inoculada com dois isolados do patógeno. Quando utilizaram o isolado menos patogênico, cinco dias após a semeadura, observaram a presença de esporos sobre a superfície da epiderme e espalhados entre os pelos das raízes. Aos dez dias, as hifas penetraram duas camadas do córtex da cultivar suscetível Texas Grano 502 e cresceram livremente através das paredes celulares. Frequentemente, os espaços intercelulares foram preenchidos por uma substância de cor vermelha. Nas cultivares resistentes, Hybrid 28 e Excel, aos 10 dias, foram observadas hifas nas células epidérmicas, mas não nas células corticais. Aos 15 dias, na cultivar Texas Grano 502, o fungo progrediu na sua invasão e esporos uninucleados tinham germinado sobre a parede epidérmica formando hifas ramificadas com dois núcleos. Após a penetração, o fungo espalhou-se horizontalmente, de célula a célula, para o tecido vascular e longitudinalmente, através das paredes. Nas cultivares resistentes foram observadas poucas hifas penetrando nas células exteriores das raízes. Aos 20 dias, a cultivar Texas Grano 502 estava severamente injuriada, enquanto as cultivares resistentes apresentavam um leve aumento na infecção. Aos 25 dias, as raízes de Texas Grano 502 apresentavam-se desintegradas, na Hibrid 28 as células externas do córtex mostraram-se invadidas pelo fungo, enquanto que a Excel apresentava condições mais avançadas. Aparentemente, nas cultivares resistentes, as hifas tiveram maiores dificuldades em crescer de uma

célula para outra e ao crescer em direção à célula adjacente, a parede celular foi distendida e formou-se uma invaginação envolvendo a hifa ("peg"). Segundo os autores, a formação dessa estrutura ocorre porque a parede celular parece ser elástica, e estende ao ser pressionada pela hifa. Quando se utilizou o isolado mais patogênico, aos 10 dias, as hifas estavam presentes na epiderme e córtex das raízes de Texas Grano 502 , enquanto que nas cultivares Hybrid 28 e Excel, as hifas estenderam na terceira camada das células corticais. O fungo pareceu crescer mais profundamente no tecido da raiz, sem muita resistência, uma vez que somente poucos "pegs" formaram nas células corticais externas. Aos 15 dias, o micélio espalhou-se através de todos os tecidos das raízes e da coroa de Texas Grano 502 e os vasos do xilema foram ocluídos por uma substância semelhante à goma. Na Hybrid 28, as células corticais foram preenchidas com hifas e a coroa também foi pesadamente invadida, mas não houve evidência de formação de picnídios. As raízes e a coroa de Excel foram invadidas, mas não tão extensivamente como no caso de Hybrid 28. STRUCKMEYER *et alii* (1962) acreditam que a parede celular das cultivares resistentes seja o fator principal na restrição da penetração e subsequente infecção e a resistência seja expressa pela formação de um "peg".

A capacidade patogênica de *P. terrestris* está ligada a vários fatores. O primeiro é a patogenicidade intrínseca do isolado. GORENZ *et alii* (1949) demonstraram os dife-

rentes níveis de patogenicidade apresentados pelos diferentes isolados testados. Num ensaio com oito isolados do patógeno e duas cultivares de cebola, os isolados mais patogênicos para uma cultivar foram também os mais patogênicos para outra cultivar.

A temperatura do substrato tem grande importância sobre a patogenicidade. Estudos realizados por HANSEN (1929), GORENZ *et alii* (1949) e KEHR *et alii* (1962) mostraram que os maiores níveis de patogenicidade ocorrem em temperaturas próximas de 25°-28°C. Segundo PFLEGER e VAUGHAN (1971), numerosas observações de campo mostraram que a raiz rosada é menos severa no período no qual as temperaturas do solo são comparativamente baixas e torna progressivamente mais severa quando a temperatura do solo se eleva.

Diferentes níveis de concentração de inóculo interferem, também, no nível de patogenicidade de *P. terrestris* (GORENZ *et alii*, 1949 e HESS, 1969). NICHOLS *et alii* (1965) demonstraram a influência da alta qualidade da semente e da flutuação na umidade do solo na patogenicidade do fungo. Um fator intrínseco ao hospedeiro, a resistência genética, afeta o nível de patogenicidade de *P. terrestris* e a variabilidade que ocorre entre cultivares de cebola no tocante a essa resistência foi evidenciada por vários autores (PORTER e JONES, 1933; GORENZ *et alii*, 1949; PERRY e JONES, 1953 e 1955; JONES e PERRY, 1956; MARLATT e MCKITTRICK, 1958, NICHOLS *et alii*, 1960; KEHR *et alii*, 1961; STRUCKMEYER *et alii*, 1962;

PERRY *et alii*, 1964; NICHOLS *et alii*, 1965; HESS, 1969 e KOGUSHI *et alii*, 1971).

Em locais onde a cebola é cultivada repetidamente ou rotações muito limitadas são práticas comuns, esse fungo pode instalar-se rapidamente e limitar a produção (PERRY *et alii*, 1964). Em solos naturalmente infestados, o patógeno está associado com restos de partículas de plantas e está presente, também, como corpos de repouso livres (SNEH *et alii*, 1974).

O espectro de plantas atacadas por *P. terrestris* é muito amplo. Segundo os estudos de PORTER e JONES (1933), algumas espécies do gênero *Allium* como *A. sativum* e *A. ascalonicum* e a variedade de cebola Yellow Globe Danvers são muito suscetíveis, enquanto *A. porrum*, *A. schoenoprasum*, a variedade de cebola Sweet Spanish e o tipo Nebuka de *A. fistulosum* exibem marcante tolerância à doença. Além das espécies do gênero *Allium*, outras espécies podem ser atacadas como a soja, ervilha, sorgo, milheto, aveia, cevada, trigo, milho, abóbora, pepino, melão, tomate, pimentão, berinjela, couve-flor, cenoura e espinafre (KREUTZER, 1941).

A literatura registra a presença do patógeno em três regiões produtoras de cebola no Brasil. A primeira ocorrência no país foi relatada por CHAVES e ERICKSON (1960), na região de Ubã, Guidoal e Rodeiro, em Minas Gerais. LUZ (1967/68) relata a ocorrência do patógeno em Rio Grande e Povo Novo, no Rio Grande do Sul e no Estado de São Paulo, NODA *et*

alii (1981) registraram a ocorrência da raiz rosada na região de Piedade, na cultura de cebola e alho.

2.2. Sintomas e Prejuízos

As raízes afetadas por *P. terrestris* apresentam coloração caracteristicamente rosada e as manchas variam com a severidade e idade da infecção. Nos estágios iniciais, somente a coloração rosada é um critério de identificação da doença (HANSEN, 1929). Ocasionalmente, as raízes infectadas pelo patógeno podem apresentar coloração amarelada para pardo-amarelada (KREUTZER, 1939). Entretanto, a simples presença da coloração rosada ou amarelada nas raízes nem sempre é um critério definitivo para a determinação da raiz rosada, pois, segundo WATSON (1961), as raízes infectadas de bulbos maduros perdem a coloração rosada ao secarem e nem todas as raízes com coloração rosada contêm o patógeno. A determinação de sua presença pode ser testada positivamente através da observação do seu crescimento sobre palha de trigo, uma vez que *Pyrenochaeta* é o único fungo capaz de produzir pigmento rosa nesse substrato (WATSON, 1961).

Sob condições favoráveis para o crescimento do patógeno, as raízes afetadas são completamente necrosadas, as células invadidas da região promeristemática apresentam plasmólise dos seus conteúdos e distorção nuclear (KREUTZER,

1941). Desse modo, com o progresso da doença, as raízes perdem a turgescência, assumem uma aparência de semitransparência, embebida de água e neste estágio, a camada epidérmica e os elementos vasculares podem ser facilmente separadas (HANSEN, 1929). Nessas condições, as raízes são facilmente invadidas por outros membros da flora do solo especialmente por bactérias e muitas espécies de *Fusarium* (HANSEN, 1929).

Acima do solo os sintomas são estiolamento, flacidez, murcha e morte a partir da ponta da folha ("die-back"), que não são específicos da raiz rosada e podem ocorrer em outras doenças ou sob condições ambientais desfavoráveis ao hospedeiro (HANSEN, 1929). Segundo PERRY *et alii* (1964), plantas severamente afetadas pelo fungo são facilmente arrancadas do solo em virtude da fraqueza do sistema radicular, são geralmente atrofiadas e apresentam, ocasionalmente, a ponta das folhas queimadas ("tip burn"). No tocante à queima de ponta das folhas, ENGLE *et alii* (1965) relatam que uma concentração significativa de ozona no microclima das folhas da cebola pode ocasionar o salpicamento das folhas e essas lesões, destruindo o sistema vascular, afetam o transporte de materiais, causando a morte da folha a partir de sua ponta. Portanto, a diferença entre a queima da ponta das folhas causada pela ozona em relação à provocada por *P. terrestris* é que, no primeiro caso, um salpicamento da folha antecede a queima da ponta, ao passo que no segundo, a queima da ponta não é antecededida pelo salpicamento.

Efeitos deletérios do patógeno sobre plântulas nos processos de emergência e crescimento foram observados. GORENZ *et alii* (1949) estudaram o comportamento de quatro cultivares de cebola em areia inoculada com quatro isolados de *P. terrestris*, em casa-de-vegetação, sob temperaturas de 20° a 24°C e nessas condições, observaram uma relação inversa entre a altura das plântulas e a agressividade do isolado e dentro de um isolado, constataram a ocorrência de uma relação inversa entre a quantidade de doença nas raízes e a altura das plântulas. Estudos específicos acerca do efeito de *P. terrestris* sobre o processo de emergência da cebola não têm sido relatados. Entretanto, dados apresentados por KOGUSHI *et alii* (1971), num teste de patogenicidade de isolados de *P. terrestris*, mostraram que a percentagem de plântulas emergentes no substrato inoculado em relação à testemunha sem o patógeno, para a cultivar Excel, variou de 80,67% a 88,23%.

Quando a cebola é cultivada em solo infestado por *P. terrestris* uma alta percentagem de plantas permanecem anãs, atrofiam, ocorrendo além disso, subdivisão excessiva dos bulbos e emissão da haste floral, o que provoca alta incidência de bulbos não comerciáveis (PERRY e JONES, 1955). Resultados obtidos por AHMED e HARRINGTON (1974), em ensaios utilizando fumigantes para controle de *P. terrestris*, em solo infestado, mostraram que um aumento na produção de sementes, na parcela tratada, foi devido a uma emissão mais precoce das hastes florais, mas o número de hastes florais foi significativa

mente maior nas parcelas não tratadas.

Ensaio de produção de cebola em solos altamente infestados por *P. terrestris* tem evidenciado prejuízos elevados em cultivares suscetíveis. Dados obtidos por PERRY *et alii* (1964) com cultivares de dias curtos, em quatro anos de ensaio, revelaram uma produção cerca de cinco vezes menor das cultivares suscetíveis Texas Early Grano 502 e 591 em relação às cultivares resistentes, Excel, L 36, Eclipse (L 303), Early Cristal 281 e L 365. Uma das principais causas da queda de rendimento provocada pela incidência da raiz rosada parece ser a diminuição do tamanho dos bulbos. Experimento realizado por VAUGHAN *et alii* (1973) testando fumigantes em solo infestado, mostrou que nas parcelas tratadas com esses produtos ocorreram aumentos apreciáveis no rendimento e percentagem de bulbos gigantes.

2.3. Ultraestrutura e Bioquímica da Patogênese e Resistência

De acordo com HUSAIN e KELMAN (1959), a celulose e as substâncias pécnicas são os componentes mais abundantes nas paredes celulares das plantas herbáceas e podem ser degradadas por enzimas microbianos. HESS (1969) realizou observações ultraestruturais em raízes de cebola infectadas por *P. terrestris* e verificou que a penetração do fungo processa-se primária ou inteiramente, por via química, pela dissolu -

ção das paredes celulares.

HORTON e KEEN (1966) verificaram que *P. terrestris* é capaz de sintetizar a celulase e obtiveram evidências de que esta síntese é regulada por um mecanismo indutor / repressor. Entretanto, uma vez que níveis reduzidos de açúcares foram capazes de reprimir a síntese de celulase ao nível basal, HORTON e KEEN (1966) acreditam que a síntese rápida de celulase deve ocorrer somente na colonização saprofítica de *P. terrestris* e, dessa maneira, essa enzima não exerceria um papel importante na patogênese. GOODENOUGH e MAW (1975), estudando o comportamento do fungo *Pyrenochaeta lycopersici* obtiveram, também, evidências de que quantidades diminutas de glucose são capazes de reprimir completamente a síntese de celulase. Reforçando a hipótese de que a celulase não seria uma enzima importante na patogênese de *Pyrenochaeta* sobre raízes do hospedeiro, GOODENOUGH *et alii* (1976) não encontraram, numa comparação entre os níveis de concentração de açúcares solúveis em cultivares de tomate tolerantes e suscetíveis ao fungo *P. lycopersici*, evidências de que a tolerância seja diretamente relacionada com concentrações daquelas substâncias.

A poligalacturonase é considerada a principal enzima responsável pela degradação das substâncias pecticas (HUSAIN e KELMAN, 1959). Experimentos conduzidos por KEEN e HORTON (1966) mostraram que a síntese de endopoligalacturonase é induzível em *P. terrestris*. Esses autores estudaram 10 iso-

lados de *P. terrestris* de localidades diferentes, observaram que a produção de endopoligalacturonase pelos mesmos variavam consideravelmente e que para todos os isolados, a síntese dessa enzima foi induzida pela pectina e reprimida pela glucose. Entretanto, como o nível de concentração de glucose para reprimir a síntese de endopoligalacturonase foi maior do que aquela exigida para repressão da síntese de celulase, KEEN e HORTON (1966) sugerem que a síntese de endopoligalacturonase pela *P. terrestris* durante a patogênese não seja reprimida pelos açúcares solúveis de forma tão severa como na síntese de celulase.

Segundo HESS (1969) as atividades saprofíticas de *P. terrestris* devem envolver quantidades consideráveis de atividades enzimáticas celulolíticas e pectolíticas, mas essas enzimas devem ser, também, importantes na invasão parasítica. Esse autor constatou, em observações ultraestruturais de raízes infectadas, a presença de produtos elétron-densos na parede celular do hospedeiro e sobre as células da hifa, no momento da penetração e observou que o protoplasma das células das raízes entram em colapso com o avanço do patógeno. Em vista disso, HESS (1969) acredita que *P. terrestris* produza outras enzimas além das celulolíticas e pectolíticas.

Provavelmente o patógeno produz substâncias tóxicas durante o processo de infecção das raízes da cebola. HESS *et alii* (1972) relataram o isolamento de um fator tóxico em raízes de cebola infectadas por *P. terrestris* e os resulta

dos obtidos em experimentos mostraram que raízes tratadas com essa toxina foram afetadas de maneira semelhante, mas muito mais severamente do que raízes de plantas infectadas pelo fungo. Descobriu-se que organelas de células de raízes de cebola tratadas com esses exudatos do fungo foram completamente rompidos e as paredes foram parcialmente dissolvidas (HESS e WEBER, 1972). Substância produzida por *P. terrestris* capaz de afetar o crescimento de monocotiledôneas e dicotiledôneas foi descoberta por NISHIO e KUSANO (1976 e 1979). Esses autores purificaram parcialmente uma substância de coloração rosa do micélio de *P. terrestris* que inibiu o crescimento de raízes e da parte aérea de monocotiledôneas (arroz, sorgo, trigo, aveia e cevada) e estimulou o crescimento de dicotiledôneas (couve-chinesa) rabanete, pepino, nabo e bardana), na fase de plântula em processo de germinação. Discutindo as implicações acerca da atuação dessa substância sobre o arroz, NISHIO e KUSANO (1979) acreditam que ela poderia abaixar a atividade das raízes e como resultado promoveria a infecção da planta hospedeira por *P. terrestris*.

A literatura tem relatado a ocorrência de dois possíveis mecanismos de resistência da cebola à infecção provocada por *P. terrestris*. A primeira é uma modalidade de defesa estrutural, descoberta numa cultivar de cebola, na qual ocorre a formação de uma estrutura denominada "peg" que impede o avanço da hifa e retarda a colonização dos tecidos do hospedeiro. Esse mecanismo de resistência foi encontrado por STRUCK

MEYER *et alii* (1962), os quais acreditam na possibilidade das células resistentes possuírem conteúdos que as tornam um substrato menos favorável ao fungo para formação de exoenzimas dissolutivas da parede celular. Segundo esses autores, essa modalidade de resistência foi eficaz retardando a colonização dos tecidos por um isolado moderadamente patogênico de *P. terrestris*, mas foi inoperante para um isolado altamente patogênico, que destruiu complementamente as raízes, tanto da cultivar suscetível (Texas Grano 502) como da resistente (Excel). A segunda modalidade de resistência é um tipo de defesa bioquímica. Esse mecanismo foi encontrado por PFLEGER e VAUGHAN (1974), em cebola contra *P. terrestris* e por EL-KATIB *et alii* (1974), em tomate contra *P. lycopersici*. PFLEGER e VAUGHAN (1974) estimaram a quantidade de fenóis existentes nos extratos de raízes e bulbos de cultivares de cebola resistentes e suscetíveis ao *P. terrestris* e verificaram que as primeiras apresentam cerca de 35% a mais de fenóis totais do que as últimas. Testes "in vitro" mostraram que o crescimento micelial de *P. terrestris* foi mais drasticamente inibido pelos extratos retirados de cultivares resistentes e menos pelos extratos de cultivares suscetíveis e que o princípio ativo exerce mais uma atividade fungistática do que fungicida. EL KATIB *et alii* (1974) observaram que a infecção das raízes de cultivares de tomate por *P. lycopersici*, *Fusarium* e *Verticillium* spp. aumentou o conteúdo fenólico e induziu a elaboração de duas fitoalexinas nas proximidades e nas regiões lesionadas das raí-

zes, sendo que, a reação de defesa do hospedeiro dependeu menos da natureza dos parasitas e mais das características genéticas das cultivares.

2.4. Métodos para Teste e Triagem de Materiais

Duas modalidades de testes têm sido empregadas para avaliação da resistência de cultivares de cebola ao *P. terristris*. Na primeira estão incluídos os experimentos realizados, geralmente, em casa-de-vegetação, sob condições controladas e que visam avaliar níveis de resistência de cultivares na fase de plântula. Basicamente, a metodologia empregada é a seguinte: sobre o solo infestado pelo patógeno ou substratos (areia ou solo) isentos de doença inoculados com micélio de *P. terrestris* são semeadas as cultivares a serem testadas e, após a germinação e certo período de crescimento das plântulas realiza-se a avaliação dos níveis de infecção, pelo exame das raízes, algumas vezes, acompanhadas pela verificação do nível de sanidade e desenvolvimento da parte aérea (HANSEN, 1929; PORTER e JONES, 1933; KREUTZER, 1941; GORENZ *et alii*, 1949; KULIK e TIMS, 1960; NICHOLS *et alii*, 1960; NICHOLS *et alii*, 1965; LUZ, 1967/68 e KOGUSHI *et alii*, 1971). Na segunda modalidade de testes estão enquadrados os experimentos executados principalmente pelos melhoristas de cebola e estes constituem, na realidade, um método de triagem dos materiais

mais resistentes e mais produtivos sob condições de cultivo em solo infestado pelo patógeno. Uma vez que estas avaliações envolvem caracteres produtivos da planta, os ensaios são realizados no campo, em parcelas infestadas pelo patógeno e a permanência das plantas é prolongada até a produção de bulbos ou, ainda, até a produção de sementes (PERRY e JONES, 1953; PERRY e JONES, 1955; JONES e PERRY, 1956; MARLATT e MCKITTRICK, 1958; PERRY *et alii*, 1964; VAUGHAN *et alii*, 1973 e AHMED e HARRINGTON, 1974).

É interessante observar que os critérios de avaliação, adotados pelos pesquisadores que mediram a resistência da cebola na fase de plântulas, não têm sido uniformes. HANSEN (1929); PORTER e JONES (1933) e LUZ (1967/68) estabeleceram níveis de severidade da doença baseados no percentual de plantas infectadas. GORENZ *et alii* (1949); KULIK e TIMS (1960) e NICHOLS *et alii* (1960) estabeleceram escalas de notas baseadas na severidade dos sintomas nas raízes. Finalmente, NICHOLS *et alii* (1965) e KOGUISHI *et alii* (1971) utilizaram critérios nos quais foram associados sintomas de doença nas raízes e na parte aérea. Os primeiros utilizaram um critério no qual considerou-se conjuntamente os sintomas nas raízes, crescimento da parte aérea e queima da ponta das folhas, ao passo que os últimos juntaram os sintomas da doença nas raízes e crescimento da parte aérea.

Mesmo levando em conta diferenças nos critérios de avaliação adotados por GORENZ *et alii* (1949) e por

NICHOLS *et alii* (1965), em ambos foram obtidos as mesmas reações, tanto para a cultivar Excel (resistente) como para a Texas Grano (suscetível).

No Brasil, KOGUSHI *et alii* (1971) não encontraram diferenças no comportamento entre as cultivares Baía Periforme, considerada suscetível e a Excel. Esses autores atribuíram essa discrepância entre os seus resultados e aqueles obtidos pelos pesquisadores americanos, a baixa patogenicidade dos isolados utilizados, interferências de fatores ambientais, ou ainda, à concentração de inóculo excessivamente elevada. LUZ (1967/68), que utilizou um critério de avaliação baseado na percentagem de plantas infectadas, encontrou alto nível de suscetibilidade na cultivar Excel.

PERRY *et alii* (1964) desenvolveram uma metodologia para o estabelecimento de parcelas uniformemente infestadas por *P. terrestris*, a serem utilizadas nos ensaios de campo. Segundo esses autores, no primeiro ano, uma cultivar suscetível de cebola é plantada e antes do amadurecimento as plantas são arrancadas e faz-se a avaliação das raízes. As plantas infectadas são incorporadas ao solo para elevar o número de organismos patogênicos e faz-se um segundo cultivo com a cultivar suscetível. No segundo ano, a parcela está uniformemente infestada e as plantas doentes não são removidas, mas incorporadas ao solo após cada teste.

A uniformidade de infestação do solo por *P. terrestris* é estimada verificando-se o nível de uniformidade de infecção, em cultivares suscetíveis, através da ocorrência de

sintomas nas raízes (PORTER e JONES, 1933 e PERRY *et alii*, 1964). Outras técnicas mais trabalhosas, porém mais precisas, para estimar a quantidade de propágulos do patógeno no solo têm sido desenvolvidas. Um método rápido para certificação da ocorrência de *P. terrestris* no solo, baseado na capacidade desse fungo produzir pigmento rosa sobre palha de trigo, foi desenvolvido por WATSON (1961). SNEH *et alii* (1974) desenvolveram um meio de cultura, contendo sorbose, cloranfenicol e 2-(4 tiazolil) benzimidazole (TZB), sobre o qual propágulos de *P. terrestris* presentes no solo podem ser isolados e facilmente reconhecidos como colônias restritas e pigmentadas de rosa. SIEMER e VAUGHAN (1971) e PFLEGER e VAUGHAN (1971) desenvolveram métodos de ensaio para estimar a população de propágulos de *P. terrestris* no solo.

No programa de melhoramento de cebola, para resistência à raiz rosada nos E.U.A., a maioria de cultivares de cebola de dias curtos foram avaliadas e selecionadas para resistência no campo (PERRY e JONES, 1955). Nesse programa, a avaliação é realizada antes do amadurecimento das plantas e o exame é feito logo após a retirada das plantas ou bulbo do solo e para isso, são utilizados os sintomas da raiz e parte aérea, já que raízes infectadas perdem a coloração rosada ao secarem e nem todas as raízes com coloração rosada contêm o patógeno (PERRY *et alii*, 1964).

Nos ensaios de campo, além dos sintomas da doença nas raízes e parte aérea, são também, levados em consi

deração caracteres como vigor do sistema radicular, produção de bulbos em peso, subdivisão dos bulbos, produção de bulbos comerciais e refugos e emissão da haste floral (PERRY e JONES, 1953 e 1955; MARLATT e MCKITTRICK, 1958; VAUGHAN *et alii*, 1973 e AHMED e HARRINGTON, 1974).

2.5. Herança da Reação de Resistência

A herança da reação de resistência da cebola ao *P. terrestris* foi estudada por JONES e PERRY (1956) e NICHOLS *et alii* (1965).

JONES e PERRY (1956) obtiveram mudas isentas de doença de cultivares resistentes, suscetíveis, populações F_1 e F_2 de cruzamentos entre cultivares resistentes e suscetíveis e uma população retrocruzada no sentido do progenitor suscetível e transplantaram em solo infestado por *P. terrestris*. No início da maturação, os autores realizaram a avaliação, observando que algumas plantas ofereciam certa resistência ao serem arrancadas do solo e tinham raízes brancas, ao passo que outras plantas eram facilmente arrancadas e apresentavam raízes com leve infecção para quase completa destruição. Em função daquelas características, JONES e PERRY (1956) classificaram as plantas em duas classes fenotípicas (resistentes e suscetíveis) e o teste de χ^2 mostrou uma satisfatória relação 1:3 de plantas resistentes e suscetíveis, na população F_2 .

Os experimentos de NICHOLS *et alii* (1965) foram conduzidos em casa-de-vegetação, sob condições controladas e a avaliação foi realizada na fase de plântula. Quando se utilizou duas classes de reação, esses autores obtiveram segregação de 1 resistente : 3 suscetíveis, na população F_2 do cruzamento entre cultivar resistente e suscetível e a relação 1 resistente : 1 suscetível, no retrocruzamento da população híbrida resistente X suscetível para o progenitor resistente. Entretanto, quando utilizou-se três classes de reações, NICHOLS *et alii* (1965) obtiveram evidências de resistência para uma condição digênica recessiva e num retrocruzamento, a relação 2 resistente : 1 intermediário : 1 suscetível, indicou que um dos genes confere maior resistência do que o outro. Esses autores observaram, também, que o híbrido F_1 entre uma cultivar resistente e outra suscetível, geralmente, não é tão suscetível quanto o parental suscetível e sugerem ser isto devido aos genes modificadores.

As observações de NICHOLS *et alii* (1965) e o comportamento da cultivar híbrida F_1 Granex, resultante do cruzamento entre a cultivar Texas Grano (suscetível) e Excel (resistente), sugerem a possibilidade da ocorrência de efeitos gênicos aditivos na reação de resistência, que poderia ser mascarada pelo critério de separar a reação do hospedeiro em apenas duas classes fenotípicas. Adotando esse critério, JONES e PERRY (1956), analisaram, num experimento em solo infestado pelo patógeno, a geração F_1 do cruzamento entre Excel 986 e Texas Gra

no 951, portanto, com genealogia semelhante à Granex, e concluíram que de 360 plantas examinadas nenhuma apresentou resistência. Entretanto, resultados obtidos por PERRY e JONES (1955) evidenciaram que a cultivar Granex cultivada em solo infestado apresentou, consistentemente, apesar das raízes terem sido afetadas ou destruídas, em quatro anos de ensaio, uma produtividade semelhante ao progenitor resistente, além das plantas apresentarem considerável vigor. MARLATT e MCKITTRICK (1958), em ensaios realizados em solo infestado, encontraram, também, uma maior produtividade para a cultivar Granex, em relação à Excel, embora ocorresse na primeira, maior intensidade de infecção nas raízes.

Apesar dos resultados obtidos nos estudos da herança da reação de resistência da cebola ao *P. terrestris* indicarem que a mesma é controlada por um ou dois genes recessivos, existem evidências no sentido da ocorrência de vários mecanismos atuando nesta reação. A formação de "pegs", constatada por STRUCKMEYER *et alii* (1962), na cultivar resistente Excel e a elaboração, pelo hospedeiro, de substâncias fenólicas fungistáticas, descoberto por PFLEGER e VAUGHAN (1974), podem ser considerados como mecanismos distintos de reação de resistência da cebola ao *P. terrestris*. Segundo BERGER (1977), a resistência horizontal é constituída por vários mecanismos que atuam nos diferentes estágios do patógeno e como resultado final numa epidemia, retarda o desenvolvimento da doença nas variedades resistentes. Apesar da raiz rosada ser uma doença mo

nocíclica, alguns dos mecanismos mencionados por BERGER (1977) foram encontrados no complexo cebola X *P. terrestris*. GORENZ *et alii* (1949) e HESS (1969) observaram que os níveis de infecção são mais elevados quando se utilizam altas concentrações de inóculo. GASIORKIEWICZ *et alii* (1952) observaram que um isolado altamente patogênico de *P. terrestris*, foi capaz de produzir maior quantidade de picnídios sobre as cultivares menos resistentes.

Segundo VAN DER PLANK (1968), a resistência vertical implica na ocorrência de uma interação diferencial entre variedades do hospedeiro e raças do patógeno e resistência horizontal caracteriza-se pela ausência dessa interação diferencial. Desse modo, de acordo com o autor, a resistência pode ser analisada por métodos estatísticos como a análise da variância, existindo, porém, outros testes mais simples como o ordenamento de raças para patogenicidade. Examinando-se os resultados obtidos por GORENZ *et alii* (1949), nas três séries de ensaios para avaliação da reação de cultivares de cebola aos isolados de *P. terrestris* e levando-se em conta o ordenamento das raças para patogenicidade, observa-se que os isolados menos patogênicos apresentaram essa característica para todas as cultivares ensaiadas e as cultivares mais resistentes apresentaram essa característica para todos os isolados. Isto parece indicar, de acordo com o enunciado de VAN DER PLANK (1968) para a resistência horizontal, que no complexo cebola X *P. terrestris*, é essa a modalidade de resistência envolvida. Outra

característica que sugere ser a reação de resistência do tipo horizontal, é o fato dessa reação ser muito afetada pelos fatores ambientais. Segundo ESKES (1980), na resistência horizontal, todos os fatores que afetam o crescimento do patógeno ou do hospedeiro podem afetar o nível de resistência.

Segundo DALY (1976), a resistência pode ser descrita como a habilidade inerente de uma planta para prevenir ou restringir o estabelecimento e atividades subseqüentes de um patógeno e essa descrição reconhece que a colonização por um patógeno é distinta de sua habilidade em causar danos, como por exemplo, por uma toxina difusível. Dentro desse conceito, caso ocorram reações diferenciais entre cultivares de cebola às substâncias produzidas por *P. terrestris*, descobertas por HESS e WEBER (1972) e por NISHIO e KUSANO (1976 e 1979), ou seja, se entre cultivares de cebola algumas forem menos danificadas por aquelas substâncias, então, essa reação não será devida a uma maior resistência, mas a uma maior tolerância. Neste caso, somente a presença da toxina provoca a reação no hospedeiro, não ocorrendo, portanto, restrições ao estabelecimento e desenvolvimento do patógeno, que caracterizam a reação de resistência.

2.6 - Métodos de Melhoramento Aplicados para Obtenção de Cultivares Resistentes

Com a finalidade de evitar os prejuízos causados à cultura de cebola pela raiz rosada, o Departamento de Agricultura dos E.U.A. e a Estação Experimental de Agricultura do Texas formularam, em 1939, um programa de melhoramento para resistência à doença (PERRY e JONES, 1955). Antes disso, PORTER e JONES (1933) já haviam realizado experimentos no sentido de detectar, entre espécies do gênero *Allium* e cultivares de cebola, materiais com resistência à raiz rosada. Nesses estudos foram utilizados solo naturalmente infestado, no campo ou em casa-de-vegetação e entre os materiais triados, com exceção da Sweet Spanish classificada como moderadamente suscetível, todas as demais cultivares foram extremamente suscetíveis.

Segundo GORENZ *et alii* (1949), a cultivar Excel, conhecida por sua resistência à raiz rosada, foi obtida por seleção dentro da cultivar Yellow Bermuda. Em 1939, de acordo com PERRY e JONES (1955), um lote misturado de bulbos de um teste de armazenamento foi plantado em casa-de-vegetação, as plantas autofecundadas e as progênies obtidas foram avaliadas. Desses ensaios, o lote 986, denominado posteriormente Excel, apresentou tantas características excepcionais que o Departamento de Agricultura dos E.U.A. e as Estações Experimentais de Agricultura do Texas e California o liberaram para

os produtores de sementes. GORENZ *et alii* (1949), num conjunto de experimentos envolvendo 23 cultivares de cebola, confirmaram a resistência da cultivar Excel à raiz rosada, bem como de Yellow Bermuda e Beltsville Bunching.

PERRY e JONES (1953) anunciaram duas novas cultivares de cebola denominadas L 36 e L 365, altamente resistentes à raiz rosada e relataram a metodologia para obtenção das mesmas. Segundo esses autores, a cultivar L 36 é proveniente da autofecundação de uma planta, realizada em 1946, em casa-de-vegetação e a sua ascendência envolve as cultivares Yellow Bermuda e White Persian, mas a cultivar Excel foi o progenitor recorrente nos dois últimos retrocruzamentos, antes da autofecundação. A genealogia da cultivar 365 envolve Crystal Wax e Excel 986. Em 1946, foi realizado o cruzamento entre Crystal Wax e uma planta de Excel que sobreviveu num teste para raiz rosada. A geração F_1 foi retrocruzada para Excel e da população obtida, uma planta foi autofecundada e as sementes foram plantadas. Verificou-se que essa população autofecundada segregou para coloração de bulbo em branca e amarela. Somente as plântulas brancas foram transplantadas em solo infestado por *P. terrestris* e na colheita observou-se que as raízes de L 365 estavam praticamente livres de raiz rosada. PERRY e JONES (1953) observaram que a cultivar apresentou maior resistência à raiz rosada nos ensaios, produziu plantas vigorosas, com sistema radicular excepcionalmente pesado e, sob condições de solos altamente infestados por *P. terres* -

trís, sua produção foi quase o dobro da cultivar testemunha não resistente.

A cultivar Eclipse, altamente resistente à raiz rosada, não foi desenvolvida em programa de melhoramento para essa doença. JONES e PERRY (1954) descreveram os procedimentos seguidos para obtenção dessa cultivar. As cultivares Crystal Wax e Excel foram cruzadas e o híbrido F_1 resultante foi retrocruzado para uma seleção da Excel com alguma resistência ao florescimento. As progênies retrocruzadas segregaram para coloração de bulbo branco e amarelo. Os bulbos brancos foram selecionados e plantados como lotes 302 e 303, em parcelas de observação. Duas plantas do lote 302 e nenhuma planta do lote 303 floresceram prematuramente. Bulbos dos dois lotes foram aumentados vegetativamente no campo e produziu-se sementes em casa-de-vegetação. Em ensaios de dois anos, em solos altamente infestados por *P. terrestris*, a performance da Eclipse foi excepcionalmente boa e sua produção de bulbos refugos foi menor em relação à cultivar L 365, também resistente à raiz rosada. Segundo JONES e PERRY (1954) isto era esperado, uma vez que um dos progenitores, Excel, tem considerável resistência à raiz rosada.

O exame da genealogia e da metodologia utilizada para obtenção das cultivares resistentes sugerem que a reação de resistência é um caráter de alta herdabilidade e controlada por poucos genes, uma vez que, em três casos, uma hibridação entre as cultivares suscetível e resistente, seguida

por um ou dois retrocruzamentos para a cultivar resistente e uma autofecundação, foram suficientes para se conseguir cultivares resistentes. Dados fornecidos pela literatura sugerem ser a reação de resistência do tipo horizontal. Estudos genéticos evidenciaram que a reação de resistência é controlada por poucos genes e não se tem registro de ocorrência de quebra de resistência. Esses fatos sugerem ser a reação de resistência da cebola ao *P. terrestris* do tipo horizontal controlada oligogenicamente. Segundo ROBINSON (1976) a ocorrência de resistência horizontal controlada oligogenicamente é rara e quando isto ocorre ela é muito valiosa porque combina as principais vantagens das resistências vertical e horizontal e as facilidades da técnica de melhoramento e efeitos qualitativos com permanência.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local de Investigação

O presente trabalho foi realizado a partir de dados obtidos em experimentos executados no laboratório, na casa de vegetação e no Campo Experimental do Departamento de Genética da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo, em Piracicaba, SP.

3.2. Cultivares e Populações de Cebola Avaliadas

O material avaliado corresponde a um conjunto, constituído por cultivares habitualmente utilizadas pelos oleicultores, populações de cultivares nacionais, introduções provenientes de outros países e ainda, populações em processo

de desenvolvimento pelo programa de melhoramento do Setor de Melhoramento de Hortaliças do Departamento de Genética da E. S. A. "Luiz de Queiroz", pertencentes à coleção do referido se tor.

Como padrões referenciais de reação de resistência e susceptibilidade ao *P. terrestris* foram utilizadas quatro cultivares:

Excel - reação de resistência, segundo evidências obtidas por GORENZ *et alii* (1949) ; PERRY e JONES (1955); JONES e PERRY (1956) ; MARLATT e MCKITTRICK (1958) ; NICHOLS *et alii* (1960) ; STRUCKMEYER *et alii* (1962) ; PERRY *et alii* (1964) e NICHOLS *et alii* (1965).

Texas Grano - reação de suscetibilidade, segundo evidências obtidas por GORENZ *et alii* (1949) ; PERRY e JONES (1955) ; JONES e PERRY (1956) ; NICHOLS *et alii* (1960); STRUCKMEYER *et alii* (1962) ; PERRY *et alii* (1964) e NICHOLS *et alii* (1965).

Cojumatlan - reação de resistência, de acordo com JONES (1964).

Baja Periforme - reação de suscetibilidade, se gundo evidências obtidas por KOGUISHI *et alii* (1971).

3.3. Isolados de *Pyrenochaeta terrestris* (Hansen) Gorenz , Walker e Larson

Foram utilizados cinco isolados monopícnidais de *P. terrestris* , obtidos de raízes de plantas infectadas , nas condições de campo, pelo patógeno. Os isolados constam na Tabela 1.

TABELA 1 - Isolados monopícnidais de *P. terrestris* , utilizados nos ensaios de patogenicidade, em casa-de-vegetação e no campo. Piracicaba, SP. 1981

Código do isolado	Procedência (a)	Hospedeiro (b)
Pira 1	Piracicaba, SP	Alho
Pira 2	Piracicaba, SP	Cebola
Pira 3	Piracicaba, SP	Cebola
Pie 4	Piedade, SP	Cebola
Pie 5	Piedade, SP	Alho

(a) refere-se ao local de coleta

(b) refere-se à espécie sobre a qual foi obtido o isolado

3.4. Técnica de Isolamento

O isolamento foi realizado de acordo com a técnica proposta por KIMATI (1980)⁽¹⁾. Raízes com sintoma de raiz rosada foram lavadas em água corrente. Após a lavagem, com o auxílio de microscópio estereoscópico, separaram-se as raízes com picnídios, que foram imersas numa solução contendo três

(1) KIMATI, H. 1980. Comunicação pessoal. Piracicaba, ESALQ/USP.

partes de água e uma parte de alvejante caseiro (solução a 5,2% de hipoclorito de sódio), durante dois minutos. Após esse período, essas raízes foram colocadas numa placa de Petri e examinadas ao microscópio estereoscópico. Com o auxílio de duas agulhas, os picnídios foram retirados das raízes e plaqueou-se sobre um meio de cultura constituído de agar-água + antibiótico. As placas foram deixadas durante cerca de uma semana sob temperatura ambiente e luz contínua (lâmpada fluorescente de 40 W, à distância de um metro). Observou-se um crescimento micelial pobre a partir do picnídio e uma semana após o plaqueamento notou-se uma mancha avermelhada no fundo dos bordos da cultura. Retirou-se fragmentos dos bordos da cultura, que foram passados para placas com BDA (batata-dextrose-agar) e nesse meio observou-se um crescimento vigoroso e formação de picnídios. Uma vez que, cada picnídio foi isolado individualmente, considerou-se como monopicnidial o isolamento obtido.

3.5. Técnicas para Multiplicação de Inóculo

Foram utilizados dois tipos de propágulos infectivos: micélio e conídio.

3.5.1. Micélio

O inóculo micelial foi obtido através do método descrito por GORENZ *et alii* (1949). Preparou-se o meio de cultura líquido de Czapek modificado, em Erlenmeyer de 500 ml

e inoculou-se o meio com um fragmento da cultura do isolado mantido em meio BDA (batata-dextrose-agar). O meio líquido inoculado foi mantido durante 16 dias sob condições ambientais de temperatura e luz, fazendo-se agitação diária durante cinco minutos, por dia, para aeração do meio. A composição do meio de cultura líquido foi a seguinte:

Componente	Quantidade
NaNO_3	2,0 g
KH_2PO_4	1,0 g
KCl	0,5 g
MgSO_4	0,05 g
FeSO_4	0,01 g
Dextrose	50,0 g
Extrato de Malte	15,0 g
Água	1.000 cc

3.5.2. Conídio

O inóculo conidial foi obtido de acordo com a técnica sugerida por BALMER (1980)⁽²⁾, utilizando-se milho pipoca-água como meio de cultura. Uma vez que a esporulação do fungo ocorre na superfície do meio, a superfície de esporulação no grão de milho é muito maior do que nos meios convencionais, produzindo, portanto, quantidades maiores de inóculo. Outras vantagens oferecidas por esse meio são a facilidade de manuseio e o seu baixo custo.

(2) BALMER, E., 1980. Comunicação pessoal. Piracicaba, ESALQ/USP.

O milho pipoca foi colocado em frascos de 500 ml, até 2/3 da capacidade, juntando-se, em seguida, água até a altura do nível do milho. Os frascos foram esterilizados em autoclave, deixando durante 30 minutos à pressão de 1,0 atmosfera. Para a inoculação, suspendeu-se em água esterilizada o isolado cultivado em meio BDA e em seguida, por meio de pipeta esterilizada, verteu-se a suspensão sobre o meio milho pipoca-água esterilizado. Os frascos foram mantidos em condições ambientais de temperatura e luz e após um período de 15-20 dias notou-se uma esporulação abundante.

A concentração desejada foi conseguida suspendendo-se a cultura em água esterilizada e fazendo-se a contagem do número de conídios através de hemocitômetro Neubauer. A partir dessa suspensão base, de concentração conhecida, obteve-se por diluição em água estéril as concentrações desejadas de conídio. Para cada litro de suspensão conidial adicionou-se uma gota do espalhante adesivo Tween-20.

3.6. Técnicas de Inoculação

Em função do tipo de inóculo, foram empregadas duas técnicas de inoculação: quando se utilizou micélio, a técnica empregada foi a de semeadura em substrato artificialmente inoculado (GORENZ *et alii*, 1949) e no outro caso, usou-se a técnica da imersão das raízes de plântulas numa suspensão

conidial, antes do transplante das mesmas.

3.6.1. Semeadura em substrato artificialmente inoculado

O procedimento adotado foi o seguinte:

- a - Preparou-se o substrato constituído por uma mistura 1 : 1 de areia e solo de sementeira. O solo de sementeira é constituído por uma mistura, em partes iguais (volume) , de esterco curtido e solo.
- b - Esterilizou-se o substrato submetendo-o à pressão de 1,3 atmosfera (120°C), durante uma hora, em autoclave. Os re-
cipientes, onde se colocou o substrato (caixas plásticas), foram lavadas em solução 3 : 1 de água e alvejante comercial (solução a 5,2% de hipoclorito de sódio).
- c - Para calcular a quantidade de inóculo a ser colocado no substrato, pesou-se a quantidade de substrato colocado em cada caixa.
- d - O substrato foi colocado sobre uma superfície limpa, ver
teu-se o volume estabelecido de inóculo e em seguida, ho
mogeneizou-se a mistura.
- e - O substrato inoculado foi colocado nas caixas, aplainou-se a superfície e fizeram-se sulcos de cerca de 1/2 cm de profundidade, onde se colocaram as sementes.
- f - Após a semeadura, os sulcos foram fechados e espalhou-se uma camada fina de vermiculite estéril sobre a superfície.

Esse procedimento foi adotado no Experimento I.

3.6.2. Imersão de raízes de plântulas na suspensão conidial

Adotou-se o seguinte procedimento:

- a - Preparou-se as mudas em sementeiras.
- b - No momento da inoculação, as mudas foram retiradas do local de semeadura, tomando-se o cuidado de evitar ferimentos e em seguida lavou-se as raízes em água corrente.
- c - Após a lavagem, as mudas, foram colocadas em frascos contendo a suspensão conidial, ficando suas raízes mergulhadas nessa suspensão durante dois minutos.
- d - Após esse tratamento, as mudas foram transplantadas, com exceção ao experimento VII, em substrato isento de patógeno.

Esse procedimento foi adotado nos Experimentos II , V , VII e VIII.

3.7. Experimento I - Reação de cultivares de cebola cultivadas em solo inoculado com isolados de *P. terrestris*

As cultivares ensaiadas constam na Tabela 2.

TABELA 2 - Relação das cultivares e suas procedências. Experimento I. Piracicaba, SP. 1981

Cultivar	População ou Procedência
Barreiro Roxo SMP - IV	Instituto de Genética - ESALQ/USP
Ciganinha	Minas Gerais
Valencianita	Argentina
Baia Periforme	J. Freitas, RS
Jubileu	F. F. Santos, RS
Norte 14	E. A. Duarte, RS
Excel	E.U.A. (Sementes Sakama) (a)
Red Creole	E.U.A. (Sementes Sakama) (a)
Texas Grano 502	E.U.A. (Sementes Sakama) (a)

(a) Por terem sido tratadas com uma camada superficial de fungicida em pó, as sementes foram lavadas em água corrente até a remoção do fungicida e posteriormente, secas à sombra e ao ar livre.

Os cinco isolados de *P. terrestris* relacionados na Tabela 1 foram utilizados neste experimento. No dia 22/12/80, o inóculo, cultivado em meio líquido por 17 dias, foi triturado e homogeneizado passando-se em liquidificador, durante três minutos. Do inóculo obtido, 21,25 ml foi diluído em 500 ml de água e vertido sobre 8.500 g de substrato, correspondendo a uma concentração de 25 ml de inóculo original por 10 kg de substrato. O substrato inoculado foi colocado em caixa plástica, com as dimensões de 38 cm de comprimento, 27 cm de largura por 10 cm de altura. Foram sulcados 10 linhas

de 27 cm de comprimento distanciadas de 3,8 cm entre si e semearam-se 60 sementes de cada cultivar, por linha.

O ensaio foi em blocos casualizados, com 45 tratamentos, correspondentes a todas combinações entre cultivares e isolados, com quatro repetições. Como controle, as 9 cultivares foram semeadas, em quatro repetições, em solo esterilizado, sem inóculo.

Durante todo o transcurso do ensaio, as caixas permaneceram na casa de vegetação e a temperatura interna variou de 24,5^o a 36,5^oC. Foram realizadas duas irrigações por dia e adubações com uma solução na base de 2 g/litro da fórmula 15 - 15 - 20 + micronutrientes, usando-se 250 ml/caixa, em intervalos de cinco dias, até a data de avaliação.

No dia 29/01/81 , ou seja, no 38^o dia após a semeadura, as plântulas foram removidas do substrato para avaliação.

Os caracteres avaliados foram os seguintes:

Taxa de Infecção , Taxa de Crescimento , Taxa de Emergência , Taxa de Queima de Ponta de Folhas , Expressão Composta W_1 , Expressão Composta W_2 e Expressão Composta W_3 , pelos métodos e fórmulas a seguir descrito:

a - Taxa de Infecção:

Para cada parcela, contou-se o número de plantas com raízes com sintoma de infecção (raízes plasmolisadas, aspecto embebido de água, semitransparência, coloração rosada ou amarelo-marrom e apodrecimento) e o número de plântulas com raízes sadias. Esse critério foi adotado por HANSEN (1929) , PORTER e JONES (1933) e SIEMER e VAUGHAN (1971). A taxa de infecção foi dada pela fórmula:

$$T.I. = \frac{p.i.}{p.t.} \times 100$$

onde,

T.I. = taxa de infecção;

p.i. = número de plântulas com sintomas de infecção nas raízes;

p.t. = número total de plântulas.

Para a análise da variância foram utilizados da dos referentes ao número de plântulas com raízes sadias, através da Taxa de Sanidade, calculada pela fórmula:

$$T.S. = \frac{p.s.}{p.t.} \times 100$$

onde,

T.S. = taxa de sanidade;

p.s. = número de plântulas com raízes sadias,

p.t. = número total de plântulas.

b - Taxa de Crescimento:

Para cada parcela, retirou-se uma amostra aleatória de 10 plântulas e mediu-se o comprimento da folha mais longa, desde o nível do solo até a ponta da folha.

b_1 - Taxa de crescimento - Foi calculada pela fórmula:

$$T.C. = \frac{c.f.l.i.}{c.f.l.t.} \times 100$$

onde,

T.C. = taxa de crescimento;

c.f.l.i. = comprimento da folha mais longa da cultivar x, semeada na parcela com solo inoculado artificialmente com o isolado y. Média de 10 plantas;

c.f.l.t. = comprimento da folha mais longa da cultivar x, semeada na parcela com solo esterilizado. Média referente à 4 parcelas, com 10 plantas por parcela.

Observação: O valor máximo estabelecido para T.C. foi de 100%.

b_2 - Taxa de redução do crescimento - Foi calculada pela fórmula:

$$T.R.C. = 100\% - T.C.$$

onde,

T.R.C. = taxa de redução do crescimento

c - Taxa de Emergência:

Para cada parcela, contou-se o número de plântulas emergidas.

c₁ - Taxa de emergência - Foi calculada pela fórmula

$$T.E. = \frac{e.i.}{e.t.} \times 100$$

onde,

T.E. = taxa de emergência;

e.i. = número de plântulas emergidas da cultivar x, semeada na parcela com solo inoculado artificialmente com o isolado y;

e.t. = número de plantas emergidas da cultivar x, semeada na parcela com solo esterilizado.

Observação: O valor máximo estabelecido para T.E. foi de 100%.

c₂ - Taxa de redução da emergência - Foi calculada através da fórmula:

$$T.R.E. = 100\% - T.E.$$

onde,

T.R.E. = taxa de redução da emergência.

d - Taxa de Queima de Ponta de Folhas

Para cada parcela, contou-se o número de plântulas com sintoma de queima de ponta das folhas mais velhas.

A Taxa de Queima de Ponta de Folhas foi calculada através da fórmula:

$$T.Q.P.F. = \frac{p.q.p.f.}{p.t.} \times 100$$

onde,

T.Q.P.F. = taxa de queima de ponta de folhas;

p.q.p.f. = número de plantas com queima de ponta de folhas;

p.t. = número total de plântulas.

e - Expressão Composta W_1

Esse critério de avaliação baseou-se na utilização de dois critérios (Taxa de Redução de Crescimento e Taxa de Infecção) de forma conjugada. A expressão composta W_1 foi calculada pela fórmula:

$$W_1 = T.R.C. + T.I.$$

onde,

W_1 = expressão composta W_1 ;

T.R.C. = taxa de redução do crescimento;

T.I. = taxa de infecção.

Observação: O valor máximo estabelecido para W_1 foi de 100%.

f - Expressão Composta W_2

Esse critério de avaliação baseou-se na utilização de dois critérios (Taxa de Redução da Emergência e Taxa

de Infecção) de forma conjugada. A Expressão Composta W_2 foi calculada pela fórmula:

$$W_2 = T.R.E. + T.I.$$

onde,

W_2 = expressão composta W_2 ;

T.R.E. = taxa de redução da emergência;

T.I. = taxa de infecção.

Observação: O valor máximo estabelecido para W_2 foi de 100%.

g - Expressão Composta W_3

Esse critério de avaliação baseou-se na utilização de três critérios (Taxa de Redução do Crescimento , Taxa de Queima de Ponta de Folhas e Taxa de Infecção) de forma conjugada. A Expressão Composta W_3 foi calculada pela fórmula:

$$W_3 = \frac{T.R.C. + T.Q.P.F. + T.I.}{3}$$

onde,

W_3 = expressão composta W_3 ;

T.R.C. = taxa de redução do crescimento;

T.Q.P.F. = taxa de queima de ponta de folhas;

T.I. = taxa de infecção.

3.8. Experimento II - Efeito da concentração de inóculo sobre a reação da cebola ao *P. terrestris*

Neste experimento foram testadas três cultivares de cebola (Roxa Chata SMP-IV, do Instituto de Genética da ESALQ/USP; Cojumatlan, do México e a Barreiro SMJ-II, do I.P.A. de Pernambuco) contra o isolado Pira 1 de *P. terrestris*.

Usou-se inóculo conidial, nas concentrações de 10^4 , 10^5 , 10^6 e 10^7 conídios/ml de suspensão e o método de inoculação foi de imersão das raízes de plântulas na suspensão de inóculo.

As mudas, obtidas em caixas com substrato de vermiculite e aos 39 dias após a semeadura foram retiradas, com cuidado de evitar ferimentos, lavadas em água corrente e mergulhadas na suspensão conidial durante dois minutos. Vasos de barro, com 9 cm de diâmetro, foram lavados numa solução 3:1 de água e alvejante caseiro e preenchidos com um substrato estéril, obtido conforme os procedimentos descritos no Experimento I. Após a inoculação as mudas foram transplantadas nos vasos.

O delineamento experimental foi o de parcelas sub-divididas, cada concentração constituindo-se uma parcela e cada cultivar uma sub-parcela, com três repetições. Como controle, raízes das três cultivares foram mergulhadas em água

esterilizada + espalhante adesivo, em três repetições. Cada sub-parcela foi constituída por um vaso com quatro plantas.

A semeadura foi realizada em 14/11/80, a inoculação e transplante em 23/12/80 e a coleta das plântulas para avaliação em 28/01/81. No período compreendido entre o transplante e coleta das plântulas foram realizadas duas irrigações diárias e adubações com solução na base de 3 g/litro de água da fórmula 15 - 15 - 20 + micronutrientes, em intervalos de cinco dias. O ensaio foi conduzido em casa de vegetação e a temperatura interna variou de 24,5° a 36,5°C.

Os caracteres avaliados foram Número de picnídios / 5 cm de raiz infectada e Taxa de Crescimento, pelos métodos e fórmulas abaixo descritos:

a - Número de picnídios / 5 cm de raiz infectada

Neste valor estão incluídos os picnídios, conforme a descrição de GORENZ *et alii* (1948) e as estruturas semelhantes aos picnídios, de acordo com KULIK e TIMS (1960). Nesse ensaio, os sintomas da presença do patógeno nas raízes não se manifestaram pela coloração rosada, mas por uma coloração amarelada para pardo-amarelada que, segundo KREUTZER (1939), ocorre esporadicamente. Desse modo, para separação das raízes infectadas adotou-se como critério a presença de coloração amarelada ou pardo-amarelada, bem como outros sintomas das raízes como a aparência de semi-transparência e embebição de água. Após a retirada das plântulas do subs -

trato, a parte aérea foi cortada e a porção correspondente ao bulbo, coroa e raízes foi colocada em solução de sulfato de cobre a 1%. No momento da contagem de picnídios, ao microscópio estereoscópico, de cada planta examinaram-se dois segmentos de 5 centímetros de raiz infectada.

O número de picnídios / 5 cm de raiz infectada é o valor médio do número de picnídios e estruturas semelhantes aos picnídios de uma sub-parcela com quatro plantas.

b - Taxa de Crescimento

Mediu-se o comprimento da folha mais longa, desde o nível do solo até a ponta da folha. A Taxa de Crescimento foi calculado pela fórmula:

$$T.C. = \frac{c.f.l.i.}{c.f.l.t.} \times 100$$

onde,

T.C. = taxa de crescimento;

c.f.l.i. = comprimento da folha mais longa da cultivar x, inoculada com o isolado Pira 1. Média da sub-parcela com quatro plantas;

c.f.l.t. = comprimento da folha mais longa da cultivar x não inoculada. Média de três parcelas com quatro plantas.

Observação: O valor máximo estabelecido para a T.C. foi de 100%.

3.9 - Experimentos III e IV - Reação de cultivares de cebola sob cultivo em solo naturalmente infestado por *P. terrestris*

O material testado nos Experimentos III e IV constaram, respectivamente, de 33 e 106 cultivares ou populações de cebola, apresentadas nas Tabelas 16 e 17.

O método utilizado nos dois ensaios foi uma modificação do método preconizado por PERRY *et alii* (1964) para avaliação e seleção de materiais promissores como fontes de resistência genética da cebola ao *P. terrestris*. O terreno utilizado nestes experimentos constou de uma área do Campo Experimental do Departamento de Genética da ESALQ/USP, em Piracicaba, SP, cultivada seguidamente, durante vários anos com cebola e que se mostrou estar uniformemente infestada por *P. terrestris*. Para verificação dessa uniformidade usou-se o critério adotado por PORTER e JONES (1933) e PERRY *et alii* (1964) e constou do plantio de três cultivares reconhecidamente susceptíveis (Texas Grano, Valencianita e Roxa de Belém), em parcelas aleatoriamente distribuídas pela área, constatando-se que 100% das plantas foram infectadas pelo patógeno, com alto grau de severidade.

A semeadura, nos dois ensaios, foi realizada em 14/07/80 e as coletas das amostras para avaliação foram efetuadas no dia 12/09/80, ou seja, 60 dias após a semeadura, no Experimento III e no dia 02/10/80, 80 dias após a semeadura, no Experimento IV.

Para o Experimento III, a amostra utilizada na avaliação constou de 20 plantas e no Experimento IV, de acordo com a disponibilidade, o número de plântulas avaliadas variou entre 16 a 84 plântulas. Dentro de cada parcela, as plântulas foram colhidas aleatoriamente.

A avaliação da reação da cebola ao patógeno foi realizada através da expressão denominada Índice de Infecção Percentual (I.I.P.), calculada através da fórmula (A):

$$\text{I.I.P.} = \frac{\text{Número de raízes infectadas}}{\text{Número total de raízes}} \times 100 \quad (\text{A})$$

Baseado na magnitude do parâmetro I.I.P. estabeleceu-se um critério para avaliação visual, através de notas de 1 a 5, denominado Índice de Infecção por Notas (I.I.N.). As notas foram atribuídas em função do intervalo de classe, conforme abaixo:

Índice de Infecção Percentual (I.I.P.)	Índice de Infecção por Notas (I.I.N.)
Intervalo de classe	Notas
0 - 10%	1
10% - 20%	2
20% - 40%	3
40% - 70%	4
+ de 70%	5

O cálculo de I.I.N. médio foi efetuado de acordo com a fórmula (B):

$$\text{I.I.N. Médio} = \frac{a.1 + b.2 + c.3 + d.4 + e.5}{\text{Número total de plantas}} \quad (\text{B})$$

onde,

a = número de plântulas com nota 1 ;

b = número de plântulas com nota 2 ;

c = número de plântulas com nota 3 ;

d = número de plântulas com nota 4 ;

e = número de plântulas com nota 5 .

3.10 - Experimento V - Reação de cultivares de cebola ao *P. terrestris* . Isolado Pira 1

O material utilizado neste experimento constou de 33 cultivares e populações de cebola, relacionadas na Tabela 19 , testadas contra o isolado Pira 1 , de *Pyrenochaeta terrestris*.

Usou-se inóculo conidial, obtido de uma cultura de 18 dias. A concentração do inóculo foi 10^5 conídios/ml de suspensão e a técnica de inoculação foi a de imersão de raízes das plântulas na suspensão conidial. As plântulas foram inoculadas aos 46 dias após a semeadura, inoculadas e transplantadas em caixas de plástico, com dimensões de 38 cm de comprimento , 27 cm de largura por 10 cm de altura, com

substrato de vermiculite. Em cada caixa fez-se 10 linhas distanciadas de 3,8 cm, onde transplantou-se seis plântulas/linha.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com quatro repetições e cada parcela foi constituída por uma linha com seis plantas. Como controle, procedeu-se a imersão das 33 cultivares ou populações em água estéril + espalhante adesivo. A inoculação e o transplante das plântulas foram realizadas no dia 29/08/80 e a coleta de material para avaliação no dia 28/10/80, ou seja, 105 dias após a semeadura. O experimento foi conduzido sob condições naturais de ambiente, realizando-se duas irrigações diárias e duas adubações com solução nutritiva completa, no período compreendido entre o transplante e a avaliação.

Os caracteres analisados foram:

- a - Índice de Infecção por Notas (I.I.N.) - De acordo com o procedimento e fórmula descritos para os experimentos III e IV.
- b - Índice de Queima de Folha (Q) - No 15º dia após a inoculação mediu-se o comprimento da lesão (queima) e o comprimento total da 2ª folha mais velha, em centímetros. O índice de Queima de Folha (Q) foi calculado pela fórmula (C):

$$Q = \frac{\text{Comprimento da lesão (queima)}}{\text{Comprimento total da folha}} \quad (C)$$

3.11 - Experimento VI - Reação de cultivares de cebola ao *P. terrestris*, expressa através da capacidade de esporulação do patógeno sobre o hospedeiro

Das 33 cultivares avaliadas no Experimento IV, separaram-se raízes sadias e infectadas de 13 cultivares, relacionadas na Tabela 21. As raízes infectadas, separadas através dos sintomas típicos da doença, foram conservadas em frasco de vidro contendo solução à 1% de sulfato de cobre.

O critério e o procedimento para a contagem do número de picnídios foi o estabelecido para o Experimento II, ocorrendo uma pequena variação no tocante ao tamanho da unidade de observação, que no presente caso foi constituído por um segmento de raiz infectada de 6 centímetros de comprimento.

O procedimento adotado para análise da variância foi o seguinte: de cada cultivar ou população, separaram-se cinco segmentos de 6 cm de raiz infectada, em quatro repetições e analisou-se os dados de acordo com delineamento inteiramente casualizado.

3.12 - Experimento VII - Estimativa da produtividade da cebola sob condição de cultivo em solo infestado por *P. terrestris*

As 60 cultivares utilizadas nesse experimento constam na Tabela 23. A metodologia empregada foi a mesma utilizada nos Experimentos III e IV. O local onde se realizou

o experimento é uma área continuamente cultivada com cebola e infestada pelo patógeno. Tomou-se o cuidado de colocar as cultivares reconhecidamente susceptíveis ao *P. terrestris* , aleaatoriamente, por toda a área do ensaio, a fim de certificar a uniformidade de infestação do solo.

A semeadura foi realizada em 14/07/80, em can-teiros, fazendo-se, posteriormente, o transplante das mudas para o local definitivo, aos 60 dias após a semeadura. Com a finalidade de detectar uma possível melhoria na eficiência do ensaio, numa das repetições, antes do transplante no local deenitivo, as plântulas foram inoculadas, pelo processo de iimersão das raízes em suspensão conidial, com isolado Pira 1, de 18 dias, com a concentração de $6,25 \times 10^6$ conídios/ml de suspensão.

O transplante no campo foi realizado dia 12 de setembro de 1980, em terreno previamente preparado e adubado com a fórmula 4 - 14 - 8 , usando-se 100 g/metro linear de sul-co. O espaçamento adotado foi de 50 centímetros entre linhas e 6 centímetros entre plantas.

O delineamento experimental foi em blocos ca-sualizados, com duas repetições, cada parcela ocupando área de 3 m^2 , com população inicial de 100 plantas.

As irrigações, por infiltração e capinas foram realizadas sempre que necessárias. Foram realizadas duas a-plicações de inseticidas para prevenção ao ataque de tripes e

nenhuma de fungicida, já que a cultura manteve-se isenta de moléstias na parte aérea. Foram realizadas duas adubações nitrogenadas, em cobertura, com uréia.

A colheita dos bulbos foi realizada no dia 28 de novembro de 1980, ou seja, 77 dias após o transplante e 137 dias após a semeadura.

Os caracteres avaliados nesse experimento foram:

- a - Produção de bulbo: corresponde a produção de bulbo, em kg, na parcela de 3 m^2 , com população inicial de 100 plantas.
- b - Peso médio de bulbo: corresponde ao peso total de bulbos em gramas, da parcela de 3 m^2 , dividido pelo número de plantas sobreviventes.

3.13. - Experimento VIII - Reação de duas populações F_2 de cruzamentos entre parentais suscetível e resistentes

Neste experimento foram utilizadas duas populações F_2 de cebola, uma resultante do cruzamento entre a cultivar Baia Periforme e Excel e a outra do cruzamento entre Baia Periforme e Cojumatlan. O método empregado foi uma modificação da técnica de JONES e PERRY (1956) para estudo da herança da reação de resistência da cebola ao *P. terrestris*. No presente ensaio, foram utilizados canteiros, situados no in

terior da casa-de-vegetação, com substrato de areia.

As plântulas foram inoculadas aos 67 dias após a semeadura pelo método de imersão das raízes em suspensão conidial, utilizando uma cultura de 17 dias do isolado Pira 1, de *P. terrestris*, na concentração de 10^8 conídios/ml de suspensão. Foram utilizadas cerca de 400 plantas por população, fazendo-se a inoculação e o transplante nos canteiros no dia 19/09/80 e a coleta das plantas para avaliação no dia 30/10/80, ou seja, 41 dias após a inoculação ou 110 dias após a semeadura. Durante o ensaio foram realizadas duas adubações com solução nutritiva completa e diariamente efetuaram-se duas irrigações.

O critério de avaliação foi o Índice de Infecção por Notas (I.I.N.), utilizado nos Experimentos III, IV e V.

No estudo da segregação na população F_2 , considerou-se as parentais Excel e Cojumatlan como cultivares com reação de resistência ao patógeno (JONES e PERRY, 1956 e JONES, 1964). A cultivar Baia Periforme foi considerada suscetível (KOGUISHI *et alii*, 1971).

3.14. Procedimentos Estatísticos

Nas análises da variância, dados obtidos em percentagens foram transformados em $\arcsen \sqrt{\% / 100}$; dados de

contagens ou notas em $\sqrt{x}$ ou $\sqrt{x + 1/2}$, de acordo com o procedimento preconizado por STEEL e TORRIE (1960).

Foram utilizados os testes de DUNCAN e de TUKEY, citados por PIMENTEL GOMES (1973), para detectar diferença entre médias dos Experimentos I, II e VI.

Nos Experimentos V e VII as médias das culturas e populações foram testadas contra a cultivar Baia Perifera (população J. Freitas), através do Teste "t", segundo procedimento preconizado por LITTLE e HILLS (1972).

Na análise genética da reação do hospedeiro ao patógeno, relativo ao Experimento VIII, foi utilizado o teste χ^2 , de acordo com SNEDECOR e COCHRAN (1973).

As estimativas dos coeficientes de correlação e regressão foram calculadas de acordo com os procedimentos preconizados por PIMENTEL GOMES (1973). As estimativas dos coeficientes de correlação parcial foram calculadas de acordo com a metodologia descrita por SNEDECOR e COCHRAN (1973).

4. RESULTADOS

4.1. Experimento I: Reação de cultivares de cebola cultivadas em solo inoculado com isolados de *P. terrestris*

a) Taxa de sanidade

A análise da variância (tabela 3) detectou pelo menos um contraste significativo entre cultivares, ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F. O desdobramento dos graus de liberdade para cultivares permitiu a detecção de pelo menos um contraste significativo entre cultivares suscetíveis e entre grupos, ao passo que não foi detectado contraste significativo entre cultivares resistentes e entre intermediários. Foi detectado, também, pelo menos um contraste significativo entre isolados, ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F. A interação entre cultivares e isolados não foi significativa.

No tocante ao teste de médias (Tabela 4) realizado através do teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade, foram obtidos os seguintes resultados:

Entre médias gerais de cultivares - as cultivares Excel e Barreiro Roxo SMP-IV obtiveram as maiores médias para esse caráter. A seguir, o grupo constituído pelas cultivares Jubileu, Baia Periforme e Norte 14, apresentou média inferior à Excel, mas semelhante à Barreiro Roxo SMP-IV. A cultivar Red Creole apresentou média inferior à Barreiro Roxo SMP-IV, mas semelhante às da Jubileu, Baia Periforme e Norte 14. Texas Grano 502 e Valencianita apresentaram médias inferiores às três últimas cultivares. Finalmente, a cultivar Ciganinha apresentou média inferior ao da Texas Grano 502, mas semelhante à da Valencianita.

Entre médias gerais de isolados - o isolado Pira 3 e Pira 2 evidenciaram uma maior patogenicidade, vindo a seguir o isolado Pie 4. Os dois isolados obtidos de raiz de alho foram os que evidenciaram menores patogenicidades.

Entre médias de isolados dentro de cultivares - de maneira geral, as cultivares mais resistentes apresentaram médias semelhantes para os cinco isolados, ao passo que as cultivares suscetíveis apresentaram maior suscetibilidade aos isolados mais patogênicos.

b) Taxa de crescimento

A análise da variância (tabela 5) detectou pelo menos um contraste significativo, ao nível de 1% de probabilidade, entre cultivares e entre isolados. A interação entre cultivares e isolados não foi significativa.

No tocante ao teste de médias (tabela 6), realizado pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade, foram obtidos os seguintes resultados:

Entre médias gerais de cultivares - as cultivares Baia Periforme e Norte 14 apresentaram as médias mais elevadas. O grupo formado pelas cultivares Red Creole, Valencianita e Barreiro Roxo SMP-IV apresentaram médias inferiores à da Baia Periforme, mas semelhantes a da Norte 14. As cultivares Jubileu e Texas Grano 502 apresentaram médias semelhantes ao grupo acima mencionado. Finalmente, as cultivares Excel e Ciganinha apresentaram médias semelhantes à da cultivar Texas Grano 502.

Os resultados obtidos não concordam com aqueles obtidos por GORENZ *et alii* (1949), desde que, a cultivar Excel foi a que evidenciou uma maior redução na Taxa de Crescimento, redução mais elevada do que aquela exibida, embora estatisticamente não significativa, pela cultivar Texas Grano 502. Esses resultados evidenciam que a estimação do nível de

resistência de cultivares de cebola ao *P. terrestris*, através deste critério de avaliação, não conduziu aos resultados obtidos quando a avaliação foi feita nas raízes.

Entre médias gerais de isolados - o isolado Pie 4 foi o que provocou maior redução na Taxa de Crescimento, vindo a seguir o isolado Pira 1. O isolado Pira 3 apresentou média semelhante ao isolado Pira 1 e isolado Pie 5. O isolado Pie 5 apresentou média superior à média do isolado Pira 1 e inferior à média do isolado Pira 2. Os isolados que provocaram maiores reduções da Taxa de Crescimento em relação a uma cultivar, de maneira geral, provocaram também, maiores danos nas demais cultivares ensaiadas. Do mesmo modo, os isolados que causaram menores reduções na Taxa de Crescimento, em relação a uma cultivar, tiveram o igual comportamento em relação às demais cultivares. Os resultados obtidos mostram que a hierarquia das médias dos isolados mais patogênicos quando se utilizou a Taxa de Infecção como critério de avaliação, não coincidiu com a hierarquia das médias dos isolados que causaram maiores reduções na Taxa de Crescimento.

Entre médias de isolados dentro de cultivares - a cultivar Baia Periforme apresentou média semelhante em relação aos 5 isolados, o mesmo ocorrendo com as cultivares Cigainha e Excel, mostrando que, de maneira geral, as cultivares que sofreram menores e maiores reduções na Taxa de Crescimento apresentam médias semelhantes em relação aos 5 isolados.

c) Taxa de emergência

A análise da variância (tabela 5) detectou pelo menos um contraste significativo entre cultivares e isolados, ao nível de 1% de probabilidade. A interação entre cultivares e isolados não foi significativa.

O teste de médias (tabela 7) foi realizado pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade, apresentou os seguintes resultados:

Entre médias gerais de cultivares - o grupo formado pelas cultivares Jubileu, Red Creole, Valencianita, Barreiro Roxo SMP-IV, Baia Periforme e Excel apresentou a maior média. As cultivares Texas Grano 502 e Norte 14 tiveram médias inferiores às três primeiras cultivares, mas semelhantes às três últimas. Finalmente, a cultivar Ciganinha, apresentou a menor média e estatisticamente semelhante às médias de Excel, Texas Grano 502 e Norte 14.

Entre médias gerais de isolados - os isolados Pira 1, Pie 5 e Pie 4 apresentaram médias semelhantes e foram os que causaram maiores reduções na Taxa de Emergência. O isolado Pira 3 teve média semelhante ao Pie 4, ao passo que o isolado Pira 2 teve média semelhante ao Pira 3, mas superior ao Pie 4.

Entre médias de isolados dentro de cultivares - como no caso da Taxa de Crescimento, a tendência geral foi no sentido das cultivares, que sofreram maiores e menores reduções na Taxa de Emergência, apresentarem médias semelhantes em relação aos 5 isolados.

d) Taxa de queima de ponta de folhas

A análise da variância (tabela 5) detectou pelo menos um contraste significativo entre cultivares e entre isolados, ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F. Não foi detectado interação significativa entre cultivares e isolados.

No tocante ao teste de médias (tabela 8), realizado pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade, foram obtidos os seguintes resultados.

Entre médias gerais de cultivares - o grupo formado pelas cultivares Barreiro Roxo SMP-IV, Norte 14, Jubileu e Baia Periforme apresentaram menores médias. A cultivar Valencianita teve média semelhante à média da Baia Periforme, mas superior às demais cultivares do grupo acima mencionado. As cultivares Red Creole, Excel e Texas Grano apresentaram médias semelhantes à da Valencianita. Finalmente, Ciganinha teve média superior à da Valencianita, mas semelhante às das cultivares Red Creole, Excel e Texas Grano 502.

Entre médias gerais de isolados - os isolados Pira 3 e Pie 4 apresentaram as maiores médias. O isolado Pie 5 apresentou média semelhante ao isolado Pie 4, mas inferior ao isolado Pira 3. O isolado Pira 2 apresentou média semelhante ao isolado Pie 5, mas inferior ao isolado Pie 4. O isolado Pira 1 apresentou média semelhante ao isolado Pira 2, mas inferior ao isolado Pie 5. Os resultados mostram que os dois i-

solados com maior e menor patogenidades quando se utilizou a Taxa de Sanidade como critério de avaliação foram também, os que apresentaram maior e menor médias para Taxa de Queima de Ponta de Folhas. Os outros isolados, entretanto, apresentaram trocas nas suas posições hierárquicas quando comparados em relação à Taxa de Sanidade. O isolado Pira 2 que apresentou patogenidade semelhante ao Pira 3, teve média semelhante ao isolado Pira 1 para Taxa de Queima de Ponta de Folhas. A coincidência da posição hierárquica para os isolados com maior média para Taxa de Queima de Ponta de Folhas e Taxa de Sanidade sugere que o mecanismo de reação de resistência está envolvido na primeira expressão. Entretanto, a troca de posição de outros isolados sugerem, também, o envolvimento de outro mecanismo de reação cujo efeito é relevante na expressão Taxa de Queima de Ponta de Folhas.

Entre médias de isolados dentro de cultivares- os resultados obtidos foram diversos daqueles obtidos para Taxa de Sanidade e Taxa de Crescimento. Neste caso, não detectou diferenças de médias de isolados dentro de cultivares, a não ser no caso da cultivar Excel, na qual, o isolado Pira 3 e Pie 5 apresentaram maiores médias, sendo que a média do isolado Pie 5 não diferiu dos demais.

e) **Expressão composta W_1**

A análise da variância (tabela 5) detectou pelo menos um contraste significativo, ao nível de 1% de proba-

bilidade, entre cultivares e entre isolados. A interação entre cultivares e isolados não foi significativa.

O teste de médias (tabela 9), realizada pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade, apresentou os seguintes resultados:

Entre médias gerais de cultivares - inversamente ao ocorrido com o caráter Taxa de Sanidade, as cultivares Ciganinha, Valencianita, Texas Grano 502 e Red Creole foram as que apresentaram médias mais elevadas para a Expressão Composta W_1 . Neste caráter, a cultivar Ciganinha foi a que apresentou a maior média, vindo a seguir Valencianita e Texas Grano. Red Creole teve média semelhante a Texas Grano 502, mas inferior a Valencianita. Baia Periforme, Excel, Barreiro Roxo SMP-IV, Norte 14 e Jubileu apresentaram médias semelhantes, sendo que deste grupo, Barreiro Roxo SMP-IV, Norte 14 e Jubileu tiveram médias semelhantes à Red Creole.

Entre médias gerais de isolados - como no caso da Taxa de Sanidade, os isolados Pira 1 e Pie 5 mostraram serem os menos patogênicos, enquanto o isolado Pira 3, a maior patogenicidade. O isolado Pie 4 apresentou patogenicidade semelhante ao isolado Pira 3, enquanto o isolado Pira 2 mostrou uma patogenicidade semelhante ao isolado Pira 1.

Entre médias de isolados dentro de cultivares - como no caso da Taxa de Sanidade, de modo geral, para as cultivares com menores médias para o caráter Expressão Composta W_1 , as médias para os 5 isolados foram semelhantes, ao passo que para as cultivares com maiores médias, a tendência foi no

sentido dos isolados mais patogênicos (Pira 3 e Pie 4) provocarem uma elevação nas médias daquelas cultivares.

f) **Expressão composta W_2**

A análise da variância (tabela 5) detectou pelo menos um contraste significativo, ao nível de 1% de probabilidade, entre cultivares. Não se detectou contraste significativo entre isolados e a interação entre cultivares e isolados não foi significativa.

O teste de médias (tabela 10) foi realizado pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade e apresentou os seguintes resultados:

Entre médias gerais de cultivares - praticamente, no tocante a hierarquia das médias das cultivares, o mesmo resultado obtido para o caráter Expressão Composta W_1 foi obtida para Expressão Composta W_2 . Neste caso, as cultivares Excel, Barreiro Roxo SMP-IV, Jubileu, Baia Periforme e Red Creole apresentaram médias semelhantes e inferiores às aquelas apresentadas por Valencianita, Texas Grano e Ciganinha. A Norte 14 apresentou média semelhante às cultivares Baia Periforme, Red Creole, Valencianita e Texas Grano 502, mas inferior à Ciganinha.

Entre médias de isolados dentro de cultivares - de modo geral, com exceção à cultivar Texas Grano 502, as cultivares com maiores médias para este caráter apresentaram médias mais elevadas em relação ao isolado mais patogênico (iso

lado Pira 3). Cultivares com menores médias não apresentaram diferenças em relação aos 5 isolados.

g) **Expressão composta W_3**

A análise da variância (tabela 5) detectou pelo menos um contraste significativo, ao nível de 1% de probabilidade, entre cultivares e entre isolados. A interação entre cultivares e isolados não foi significativa.

O teste de médias (tabela 11), realizado pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade apresentou os seguintes resultados:

Entre médias gerais de cultivares - como para o caráter Expressão Composta W_1 , as cultivares Ciganinha, Valencianita, Texas Grano e Red Creole apresentaram as maiores médias. Ciganinha apresentou a maior média, seguida por Valencianita e Texas Grano 502. Red Creole apresentou média semelhante de Texas Grano 502, Valencianita e Excel, mas superior em relação às demais cultivares.

Entre médias gerais de isolados - o isolado Pira 3 foi o mais patogênico, seguido por Pie 4. Os demais isolados tiveram patogenidades semelhantes.

Entre médias de isolados dentro de cultivares - de maneira geral, os isolados Pira 3 e Pie 4 foram, dentro de cultivares, os que apresentaram maiores médias.

h) Correlações entre caracteres

Os valores dos coeficientes de correlação entre pares de caracteres estão na tabela 12. Taxa de Crescimento e Taxa de Emergência não apresentaram correlações significativas com Taxa de Infecção, indicando ausência de associação entre aqueles caracteres e o último. Por outro lado, Taxa de Queima de Ponta de Folhas apresentou coeficiente de correlação altamente significativa (1% de probabilidade, pelo teste t) com Taxa de Infecção e Taxa de Crescimento, ou seja, um terceiro caráter está associado a dois caracteres não associados entre si. As Expressões Compostas W_1 e W_2 , apresentaram coeficientes de correlação altamente significativas com Taxa de Queima de Ponta de Folhas, indicando que os caracteres constituídos por dois caracteres simples estão associados ao último. O coeficiente de correlação entre as Expressões Compostas W_1 e W_2 é altamente significativo (1% de probabilidade pelo teste t). A associação entre Taxa de Crescimento e W_3 , apesar de fraca ($r = -0,39$), é altamente significativa (1% de probabilidade, pelo teste t). O coeficiente de correlação entre esses dois caracteres, quando utilizou-se médias das 9 cultivares e apenas de 1 isolado (Pira 2), elevou-se para $-0,67$, mas apresentou menor nível de significância estatística (5% de probabilidade pelo teste t), em decorrência da perda de 36 graus de liberdade.

O valor do coeficiente de correlação entre Taxa de Crescimento e Taxa de Queima de Ponta de Folha elevou -

se de -0,41 para -0,54 quando calculou-se o coeficiente de correlação parcial entre ambas, fixando a variável Taxa de Infecção. O mesmo ocorreu entre Taxa de Infecção e Taxa de Queima de Ponta de Folha, que de 0,51 passou a 0,61, quando calculou-se o coeficiente de correlação entre ambas, fixando-se a variável Taxa de Crescimento. Os valores dos coeficientes de correlação parcial, em ambos os casos, são significativos ao nível de 1% de probabilidade pelo teste t.

O coeficiente de regressão linear da Taxa de Queima de Ponta de Folha sobre Expressão Composta W_1 foi calculado em 0,90. O coeficiente de regressão linear da Expressão Composta W_1 sobre Expressão Composta W_2 foi calculado em 0,91.

4.2. Experimento II: Efeito da concentração de inóculo sobre a reação da cebola ao *P. terrestris*

a) Número de picnídios/5 cm de raiz infectada

A análise da variância (tabela 13) detectou pelo menos um contraste significativo entre concentrações e entre cultivares, ao nível de 1% de probabilidade. A interação entre concentrações e cultivares não foi significativa.

As médias para este caráter foram testadas pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade (tabela 14). Entre médias gerais de concentrações evidenciou-se valo-

res semelhantes para as concentrações 10^6 e 10^7 conídios/ml de suspensão, superiores as concentrações 10^5 e 10^4 conídios /ml de suspensão. Esta última concentração foi a que apresentou a menor média. Entre médias gerais de cultivares observa-se semelhança para as médias das cultivares Cojumatlan e Barreiro SMJ-II, superiores à média da cultivar Roxa Chata SMP-IV. No tocante às médias das concentrações dentro de cultivares, observou-se valores iguais para médias em todas as concentrações, com exceção a concentração 10^6 conídios/ml de suspensão. Neste caso, a cultivar Roxa Chata SMP-IV apresentou média (3,12), semelhante a da cultivar Cojumatlan (6,21), mas inferior a média da cultivar Barreiro SMJ - II (9,79). As médias das cultivares Cojumatlan e Barreiro SMJ - II foram semelhantes.

A figura 1 mostra a variação do Número de Picnídios/5 cm de raiz infectada em função da concentração de inóculo.

b) Taxa de crescimento

A análise da variância (tabela 13) detectou pelo menos um contraste significativo entre concentrações e cultivares, aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente. A interação entre concentrações e cultivares não foi significativa.

As médias foram comparadas pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade (tabela 15). As médias

das concentrações 10^4 , 10^6 e 10^7 conídios/ml de suspensão foram semelhantes e inferiores a média da concentração 10^5 conídios/ml de suspensão. Para esse caráter, não ocorreu, como no caso anterior, um efeito detrimental em função da quantidade de inóculo utilizada. No tocante as médias das cultivares, verifica-se que as médias apresentadas por Cojumatlan e Barreiro SMJ-II foram semelhantes e superiores a média da cultivar Roxa Chata SMP-IV. Verifica-se que as cultivares Cojumatlan e Barreiro SMJ-II, mais suscetíveis ao patógeno em relação à cultivar Roxa Chata SMP-IV, através do critério de avaliação anterior, apresentaram menores reduções na Taxa de Crescimento, em relação a mesma cultivar. Portanto, a hierarquia das médias para reação de resistência das cultivares em relação ao patógeno, através da contagem do número de picnídios / 5 cm de raiz infectada, não é a mesma hierarquia verificada quando se examina o nível de dano causado pelo patógeno no crescimento do hospedeiro. No tocante as médias das cultivares dentro de concentrações não foram detectadas contrastes significativos para todas as concentrações, com exceção na 10^7 conídios/ml de suspensão, onde a cultivar Roxa Chata SMP-IV apresentou média inferior as da Cojumatlan e Barreiro SMJ-II.

A figura 2, mostra a variação da Taxa de Crescimento em função da concentração do inóculo.

4.3. **Experimento III:** Reação de cultivares de cebola sob cultivo em solo naturalmente infestado por *P. terrestris*. Avaliação aos 60 dias após a semeadura.

A tabela 16 apresenta o resultado da avaliação das plântulas, aos 60 dias após a semeadura, através do Índice de Infecção por Notas.

A amplitude de variação entre as médias das cultivares para o caráter foi de 1,05, para a cultivar Roxa Chata SMP-IV, até 3,40 para a cultivar Texas Grano. Observa-se que a hierarquia das médias para suscetibilidade das cultivares ao patógeno, de modo geral, é a mesma verificada no Experimento I. As cultivares Excel, Barreiro Roxo SMP-IV, com médias baixas para o caráter I.I.N. foram, também, as que apresentaram maiores médias para Taxa de Sanidade, no Experimento I. A cultivar Texas Grano, que apresentou alta suscetibilidade no Experimento I, evidenciou, também nesse experimento, alta suscetibilidade ao patógeno. As cultivares Norte 14, Baía Periforme, Jubileu e Red Creole, que apresentaram reação intermediária no Experimento I, evidenciaram, nesse experimento comportamento similar.

De maneira geral, cultivares com germoplasma Barreiro e Cojumatlan apresentaram médias relativamente baixas, com exceção de Barreiro SMJ-II, que apresentou média igual a 2,75. As duas introduções Calderana (Chile) e Chata Blanca (Argentina) evidenciaram suscetibilidades relativamente altas.

4.4. Experimento IV: Reação de cultivares de cebola sob cultivo em solo naturalmente infestado por *P. terrestris*. Avaliação aos 80 dias após a semeadura

A tabela 17, apresenta o resultado da avaliação das plântulas, através do Índice de Infecção por Notas , aos 80 dias após a semeadura.

A amplitude de variação entre as médias das cultivares variou de 1,00, para a cultivar Yellow Granex e 4,85, para Roxa de Belém. Como nos experimentos I e III, as cultivares Valencianita, Texas Grano e Ciganinha apresentaram alta suscetibilidade ao patógeno, ao passo que Barreiro Roxo SMP-IV e Excel apresentaram os níveis mais altos de resistência. De maneira geral, as introduções americanas apresentaram, nesse experimento, com exceção de Texas Grano, Red Creole e White Creole, níveis altos de resistência.

Dentre as cultivares nacionais, a Barreiro foi a que apresentou a menor média para o caráter avaliado, através da Barreiro Roxo SMP-IV. Entre as populações dentro dessa cultivar, a amplitude de variação das médias foi de 1,09 até 3,33, esta última apresentada pela Barreiro SMJ-II. A amplitude de variação das médias entre populações, dentro da cultivar Baia Periforme, foi de 1,65 (E. Simões) até 4,02 (P.L. Silva). Nas demais cultivares, as variações entre populações foram menos evidentes. Na Norte 14 a variação foi de 1,92 até 2,50 e na Jubileu de 3,24 até 3,41.

Dentro do grupo Cojumatlan, a Roxa Chata SMP-

IV, selecionada a partir da cultivar Cojumatlan, apresentou média igual a 1,25, ao passo que as introduções Cojumatlan e L. 2691 apresentaram, respectivamente, médias iguais a 1,36 e 1,55.

No tocante as populações provenientes de cruzamentos entre parentais resistentes e suscetíveis, observa-se uma tendência geral de abaixamento das médias do I.I.N. com o avanço das gerações. Assim, na geração F_2 do cruzamento entre Barreiro x Baia a média é igual a 2,93 e na geração F_4 igual a 2,44. Na população Baia x Cojumatlan, o F_2 apresenta média de 2,87, ao passo que a média da geração F_5 é igual a 2,24.

4.5. Experimento V: Reação de cultivares de cebola ao *P. terestris*. Isolado Pira 1. Avaliação aos 61 e 105 dias após a semeadura

a) Índice de Infecção por Notas (I.I.N.)

A análise da variância detectou pelo menos um contraste significativo entre cultivares, ao nível de 1% de probabilidade (tabela 18).

O teste de média (tabela 19) foi realizado através do teste t, ao nível de 5% de probabilidade, tomando-se como testemunha, a cultivar Baia Periforme (população J. Freitas), por se tratar de uma cultivar nacional amplamente conhecida e cultivada pelos olericultores. De acordo com os ex-

perimentos I, III e IV, a cultivar Baia Periforme (J. Freitas) evidenciou uma reação intermediária em relação às cultivares mais resistentes e suscetíveis. Os resultados evidenciavam que as cultivares com as menores médias para o I.I.N. nos experimentos III e IV, de modo geral, apresentaram também, nesse experimento as menores médias, estatisticamente significativas, em relação à testemunha. Do mesmo modo, as cultivares Chata Blanca, Calderana que apresentaram médias mais altas nos experimentos III e IV, nesse experimento apresentaram médias elevadas e estatisticamente diferentes da média da testemunha. A cultivar Texas Grano apesar de apresentar média numericamente superior à testemunha, a diferença não foi estatisticamente significativa. Resultados aparentemente contraditórios, apresentados nesse experimento, são os relacionados com as cultivares Excel e Madeira Redonda. A primeira apresentou média superior à testemunha e a segunda, apesar de numericamente superior, sua média não diferiu da testemunha. De modo geral, observa-se um leve declínio das médias das cultivares, para o caráter considerado, na avaliação aos 105 dias (Experimento V), em relação a avaliação realizada aos 80 dias (Experimento IV). Entretanto, as cultivares Excel e Madeira Redonda não seguiram a tendência geral. Ao contrário, a média de Excel passou de 1,71 na avaliação aos 80 dias para 3,87 na avaliação aos 105 dias, enquanto Madeira Redonda passou de 1,93 para 2,99. Através da tabela 27 pode-se comparar o comportamento das cultivares que fizeram parte das avaliações aos 60, 80 e 105 dias.

b) Índice de Queima de Folhas (Q)

A análise da variância detectou pelo menos um contraste significativo entre cultivares, ao nível de 1% de probabilidade (tabela 18).

O teste de médias (tabela 19) foi realizado pelo teste t , ao nível de 5% de probabilidade, tomando-se como testemunha a cultivar Baia Periforme (população J. Freitas). Apesar das cultivares com menores valores para I.I.N. tenderem a apresentar, também, valores mais baixos para o Q somente duas cultivares, a Madeira Redonda e Texas Grano tiveram médias estatisticamente diferentes da testemunha. Isto evidencia que esse critério de avaliação não é muito eficiente para detectar diferenças entre cultivares.

c) Correlação entre os caracteres I.I.N e Q.

O coeficiente de correlação entre I.I.N. e Q foi calculado em 0,45, significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste t , evidenciando que esses dois caracteres são associados.

4.6. Experimento VI: Reação de cultivares ao *P. terrestris*, expressa através da capacidade de esporulação do patógeno sobre o hospedeiro

a) Número de picnídios/6 cm de raiz infectada

A análise da variância (tabela 20) detectou pelo menos um contraste significativo entre cultivares, ao nível de 1% de probabilidade. O desdobramento das cultivares em três grupos de reações permitiu detectar pelo menos um contraste significativo entre grupos, ao nível de 1% de probabilidade.

O teste de médias (tabela 21) realizado pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, mostrou que as cultivares, consideradas suscetíveis ao patógeno, Texas Grano, Valencianita e Roxa de Belém apresentaram médias superiores as médias das cultivares consideradas resistentes, Barreiro Roxo SMP-IV, Roxa Chata SMP-IV, Cojumatlan, Pira Tropical A/R e Excel (Corradini e Castle). Ocorreu uma tendência muito pronunciada das cultivares com menores valores para o I.I.N. apresentarem também, valores menores para o caráter Número de Picnídios/6 cm de raiz infectada.

b) **Correlação entre I.I.N. e Número de Picnídios/6 cm de raiz infectada**

A partir dos resultados obtidos pelas 13 cultivares, no Experimento IV, para o caráter I.I.N., estimou-se c

coeficiente de correlação entre esse caráter e Número de Picnídios/6 cm de raiz infectada em 0,93, significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste t. Isto evidencia uma associação significativa e estreita entre os dois caracteres, mostrando ser válida a utilização do caráter Número de Picnídios/6 cm de raiz infectada como critério de avaliação de reação de resistência da cebola ao *P. terrestris*.

A figura 3 mostra graficamente a regressão linear do I.I.N. sobre Número de Picnídios/6 cm de raiz infectada.

4.7. Experimento VII: Estimativa da produtividade da cebola sob condições de cultivo em solo infestado por *P. terrestris*

a) Produção em bulbo

A análise da variância (tabela 22) detectou pelo menos um contraste significativo entre cultivares, ao nível de 1% de probabilidade. Não foi detectado contraste entre blocos, evidenciando que a inoculação das plântulas com o patógeno, numa das repetições, não interferiu nos resultados.

O teste de médias (tabela 23) foi realizado pelo teste t, ao nível de 5% de probabilidade, tomando-se como testemunha a cultivar Baia Periforme (população J. Freitas). De maneira geral, as cultivares que apresentaram, nas

três avaliações do I.I.N., médias mais baixas, evidenciaram também, um maior potencial produtivo, quando cultivado em solo infestado. Isto é evidente nas populações do grupo Barreiro (Barreiro SMP-III, Barreiro Roxo SMP-IV, Roxa Barreiro) e do grupo Cojumatlan (Roxa Chata SMP-IV e Cojumatlan) que apresentaram médias superiores a da testemunha. A população Barreiro SMJ-II que apresentou médias consideradas altas para o I.I.N. nas duas primeiras avaliações (2,75 e 3,33) e que diminuiu na terceira avaliação (1,87), apresentou uma produtividade superior à testemunha. Por outro lado, a cultivar Excel que apresentou médias consideradas baixas para o I.I.N. nas duas primeiras avaliações e alta na terceira, apresentou, como a Texas Grano, uma produtividade semelhante à cultivar testemunha.

b) Peso médio de bulbo

A análise da variância (tabela 22) detectou pelo menos um contraste significativo entre cultivares, ao nível de 1% de probabilidade. Como para o caráter anterior, não foi detectado contraste entre blocos, indicando que, também para Peso Médio de Bulbo, a inoculação não interferiu nos resultados.

O teste de médias (tabela 23) foi realizado pelo teste t, ao nível de 5% de probabilidade, tomando-se como testemunha a cultivar Baia Periforme (J. Freitas). De modo geral, as cultivares que evidenciaram maiores produtividades

em termos de Produção em Bulbo, também tenderam a apresentar maiores valores para o Peso Médio de Bulbo. Como para o caráter Produção em Bulbos, as populações do Grupo Barreiro foram as que apresentaram maiores valores para Peso Médio de Bulbo, superiores a média da testemunha. A cultivar Excel, como a Texas Grano, apresentou média semelhante a da testemunha.

c) Correlação entre os caracteres Produção em Bulbos e Peso Médio de Bulbo

O coeficiente de correlação entre os dois caracteres foi estimado em 0,95, significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste t. Esse resultado evidencia uma associação significativa e estreita entre a Produção em Bulbo e o Peso Médio de Bulbo, sugerindo, por outro lado, que o efeito do patógeno sobre o hospedeiro é no sentido de diminuir o tamanho médio do bulbo, provocando com isso, uma redução na produtividade de bulbos em peso.

d) Correlações entre Produção em Bulbo e os caracteres I.I.N. e Q.

A tabela 24 apresenta os valores dos coeficientes de correlação entre Produção em Bulbo e os caracteres I.I.N. e Q.

No tocante aos valores do coeficientes de correlação entre Produção em Bulbos e I.I.N., aos 60, 80 e 105 dias, observa-se, quanto mais tardia for a avaliação do I.I.N.,

mais estreita e significativa é a associação entre ambos.

O valor do coeficiente de correlação calculado para Produção em bulbos e Q é significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste t. Isto evidencia que o caráter Q e Produção em bulbos são significativamente associados e que Q é uma expressão da reação do hospedeiro ao patógeno.

4.8. Experimento VIII: Reação de duas populações F₂ de cruzamentos entre parentais suscetível e resistente

O resultado da avaliação é mostrado na tabela 25. Observa-se que a média do I.I.N., para as duas populações estudadas, são próximas e a distribuição dos indivíduos concentra-se nas classes intermediárias. Verifica-se que a reação do hospedeiro não é de resistência ou suscetibilidade completa, mas ocorre um gradiente de reações entre as reações extremas.

Na tabela 26, os indivíduos, cujas reações se enquadraram nas classes fenotípicas 1 e 2, são considerados resistentes e suscetíveis os enquadrados nas classes fenotípicas 3, 4 e 5. Com essa medida, na análise da segregação, através do teste de χ^2 , verifica-se que a distribuição dos indivíduos resistentes : suscetíveis se enquadra na proporção 1 : 3. Esses resultados coincidem com aqueles obtidos por

JONES e PERRY (1956) e de acordo com essa metodologia, a cultivar Baia Periforme confirma a reação de suscetibilidade, enquanto as cultivares Cojumatlan e Excel apresentam reação de resistência.

5. DISCUSSÃO

A Taxa de Sanidade é um critério de avaliação baseado em lesões associadas à presença do patógeno. Portanto, valores estimados para este caráter quantificam os níveis de reação de resistência ao hospedeiro ao patógeno. No Experimento I, conduzido sob condições de temperaturas elevadas e baixo nível de inóculo, os resultados obtidos com as cultivares Excel e Texas Grano coincidiram com aqueles relatados por GORENZ *et alii* (1949), ou seja, a primeira apresentou reação de resistência e a segunda de suscetibilidade. O critério de avaliação adotado por GORENZ *et alii* (1949) foi baseado, também, em sintomas da doença nas raízes e tanto este como a Taxa de Sanidade são critérios de avaliação que expressam, fidedignamente, a reação de resistência da cebola ao *P. terrestris*, porquanto os sintomas da presença do patógeno nas raízes são bem caracterizados.

Por outro lado, quando se utiliza a Taxa de Crescimento como critério de avaliação, observa-se que a coincidência de resultados deixa de ocorrer. A cultivar Excel e Texas Grano apresentaram médias semelhantes e inferiores à de Baia Periforme. Este resultado indica que a cultivar resistente sofreu níveis de danos semelhantes aos da cultivar suscetível (Texas Grano) e ainda, que a primeira sofreu danos maiores em relação à outra cultivar (Baia Periforme) menos resistente. Embora com menor expressividade observa-se, de maneira geral, trocas na hierarquia das médias, em relação àquela verificada em Taxa de Sanidade, para os outros critérios simples de avaliação e, também, para os critérios de avaliação compostos. Isto sugere o envolvimento de outras reações, além da de resistência, atuando sobre aquelas expressões de reação que são avaliadas através de sintomas não manifestados no sistema radicular das plantas.

No caso da raiz rosada em cebola, o patógeno pa rasita somente o sistema radicular e os sintomas que ocorrem na parte aérea são reflexos. Em vista disso, não foi esclarecido ainda se os sintomas que não ocorrem no sistema radicular são expressões devidas somente à reação de resistência, portanto, relacionadas com a quantidade de patógeno no hospedeiro ou à reação de tolerância ou de ambas.

A Taxa de Crescimento é uma expressão de reação do hospedeiro ao patógeno, cuja presença impede o pleno desenvolvimento potencial que a planta teria na sua ausência.

Nessa condição, uma redução do crescimento em presença do patógeno corresponderia a uma perda na produtividade potencial da planta, ao passo que, a queima de ponta de folhas, lesão não associadas à presença do patógeno na parte aérea, corresponderia a uma perda na qualidade. Os resultados obtidos no Experimento I, mostram que a seqüência hierárquica das médias das cultivares para a expressão Taxa de Sanidade não é a mesma observada para a expressão Taxa de Crescimento.

A cultivar Barreiro Roxo SMP-IV, cuja reação de resistência medida pela Taxa de Sanidade foi semelhante a da Excel, apresentou médias superiores e inferiores, respectivamente, em relação a essa cultivar para Taxa de Crescimento e Taxa de Queima de Ponta de Folhas. Esses resultados ajustam-se aos conceitos de tolerância enunciados por SCHAFFER (1971) e ROBINSON (1976), os quais consideram a tolerância como sendo a capacidade de uma cultivar apresentar menores perdas, em produtividade ou qualidade, quando comparada com outras cultivares com igual severidade de doença ou desenvolvimento do patógeno.

Os dados do Experimento II evidenciam que a cultivar mais resistente foi a mais afetada pelo patógeno quando se mediu a Taxa de Crescimento e esta, ao contrário da expressão de reação de resistência, não apresentou decréscimo em função do aumento do potencial de inóculo. No Experimento I observou-se que, de maneira geral, as cultivares menos danificadas por um isolado o foram, também, pelos outros isolados.

Neste aspecto, os isolados mais patogênicos, quando avaliados pela Taxa de Sanidade, não foram os que provocaram maiores danos em termos da Taxa de Crescimento. Quando se avaliou por meio da Taxa de Sanidade, os isolados Pira 3 e Pira 2 foram os mais patogênicos, mas as maiores reduções na Taxa de Crescimento foram provocadas pelos Isolados Pie 4 e Pira 1. Existem, portanto, isolados que provocam efeitos deletérios mais pronunciados sobre alguns caracteres da planta e esses não coincidem com os isolados mais patogênicos. MICHEL e SIMONS (1971), trabalhando com duas raças de *Puccinia coronata* Cda. var. *avenae* Fraser e Led, observaram que cultivares de aveia claramente tolerantes a uma raça do patógeno, em geral, apresentavam essa reação em relação a outra raça e, do mesmo modo, cultivares suscetíveis aos danos provocados por uma raça, também, o eram para a outra raça.

Os dados obtidos por GORENZ *et alii* (1949), que evidenciam uma relação inversa entre altura de plântula e patogenicidade de isolados de *P. terrestris*, sugerem ser a menor redução do crescimento das plântulas uma expressão da resistência da cebola ao patógeno. Entretanto, NISHIO e KUSANO (1976 e 1979) descobriram que *P. terrestris* produz substância capaz de inibir, em monocotiledôneas, o crescimento de plântulas em processo de germinação. Uma vez que a presença da substância é suficiente para provocar o efeito de redução do crescimento das plântulas, supõe-se, de acordo com o conceito de tolerância enunciado por DALY (1976), que essa expressão (redução do crescimento) seja devida a reação de tolerância do hospedeiro

à presença da substância nos seus tecidos. Além de demonstrar o efeito detrimental da substância, os dados apresentados por NISHIO e KUSANO (1979) sugerem que as diferentes espécies de plantas testadas exibem diferentes sensibilidades à substância. Esses diferentes níveis de sensibilidade entre espécies podem explicar, também, diferentes níveis de sensibilidade entre cultivares da mesma espécie.

Outra evidência de que a menor redução do crescimento da planta é uma expressão devida, pelo menos em parte, à reação de tolerância, encontra-se nas observações de PERRY e JONES (1955) acerca do bom desenvolvimento vegetativo da cultivar suscetível Granex, nas condições de cultivo no campo, apesar do seu sistema radicular estar severamente infectado pelo patógeno. Supõe-se, portanto, que os materiais e as condições a que foram submetidas, não permitiram a GORENZ *et alii* (1949) detectarem efeitos devidos às outras componentes, além da resistência, atuando sobre a expressão redução de crescimento das plântulas. Confrontando-se os resultados de GORENZ *et alii* (1949), obtidos em experimentos sob condição de temperaturas amenas (20° a 24°C), em casa-de-vegetação, com aqueles obtidos sob condições de cultivo da cebola no campo e nos experimentos I e II, conduzidos em casa-de-vegetação, sob condições de temperaturas elevadas, supõe-se que, em condições sub-ótimas para o desenvolvimento da doença (NICHOLS *et alii*, 1965), a reação de resistência prepondere sobre a reação de tolerância na expressão Taxa de Crescimento, ao passo que, sob

condições de temperaturas elevadas, a reação de tolerância prepondere sobre a reação de resistência.

No presente trabalho, o nível de infecção nas raízes de plantas com 80 e 105 dias de idade, expresso em I.I.N., mostrou estar significativamente correlacionado com o rendimento das cultivares, expresso em produção de bulbos em peso. Pelo exame da tabela 23 verifica-se que as cultivares mais resistentes nas avaliações para o I.I.N., de maneira geral, apresentam rendimentos maiores. Entretanto, Excel e Madeira Redonda, que evidenciaram níveis altos de resistência nas avaliações do I.I.N. aos 60 e 80 dias, apresentam médias semelhantes à testemunha suscetível, enquanto Barreiro SMJ-II, que evidenciou baixo nível de resistência naquelas avaliações, apresenta uma produção significativamente superior à testemunha. Essa troca de posição hierárquica entre cultivares, quando os caracteres relacionados com a reação de resistência são confrontados com a produtividade, evidencia que, nas condições de cultivo em solo infestado pelo patógeno, nem sempre as cultivares consideradas mais resistentes nas avaliações na fase juvenil apresentam rendimentos superiores. Esses resultados coincidem com aqueles obtidos por JONES e PERRY (1955) e MARLATT e MCKITTRICK (1958). Esses autores constataram que a cultivar híbrida suscetível Granex apresentou consistentemente, em vários anos de ensaios, uma performance superior sob condição de cultivo em solo infestado pelo patógeno. Esses resultados, do mesmo modo, ajustam-se aos conceitos de tolerância.

cia enunciados por SCHAFER (1971) e ROBINSON (1976). Por outro lado, a ocorrência de associação significativa entre o I.I.N. e a capacidade produtiva das cultivares, sob condição de cultivo em solo infestado, sugere que na última expressão estão envolvidas as reações de resistência e tolerância. As performances das cultivares Excel e Granex em solos infestados por *P. terrestris* sugerem, também, que a reação de tolerância é uma componente importante para redução das perdas em produtividade.

O comportamento superior da cultivar híbrida suscetível Granex, sob condição de cultivo em solos infestados por *P. terrestris*, pode ser explicado com base na sua constituição genética. Os híbridos F_1 além de exibirem maior vigor, apresentam outra característica denominada homeostase ou estabilidade fenotípica, ou seja, uma produtividade mais estável em relação às variedades não híbridas, quando em condições adversas de cultivo. Segundo LERNER (1954), a homeostase refere-se à propriedade dos organismos em se ajustarem às condições variáveis de ambiente, ou ao mecanismo de auto-regulação dos organismos que permite estabilizar-se em ambientes internos e externos flutuantes. Os organismos híbridos apresentam uma maior homeostase que os indivíduos endocruzados porque, nos primeiros deve ocorrer maior heterogozidade dos alelos controladores de caminhos alternativos de síntese (BREWBAKER, 1969). Desde que a cultivar Granex é suscetível ao *P. terrestris*, sua maior estabilidade fenotípica para caracteres pro-

dutores, sob condições de cultivo em solo infestado pelo patógeno e temperaturas tépidas, deve ser, em grande parte, devida aos genes que atuam sobre a reação de tolerância e a expressão desses genes ocorrerá, de maneira mais pronunciada, sob condições adversas. De acordo com GORENZ *et alii* (1949), a reação de resistência da cebola ao *P. terrestris* tende a declinar à medida em que se aumentam as condições adversas ao hospedeiro. Nessas condições, à medida que o mecanismo de reação de resistência torna-se menos operante, provavelmente, a reação de tolerância passa a desempenhar um papel mais relevante na estabilidade do rendimento da cebola sob aquelas condições.

No presente trabalho, não foi encontrado uma correlação significativa entre as expressões Taxa de Crescimento e Taxa de Infecção, indicando ausência de associação entre ambas. Se a Taxa de Crescimento é uma expressão resultante dos efeitos devidos aos mecanismos de reação de resistência e tolerância, deve-se esperar uma associação significativa dessa expressão com a Taxa de Infecção, desde que a magnitude dos efeitos da reação de resistência seja equivalente ou sobrepuja os da tolerância. Mesmo que não ocorra uma correspondência total entre níveis de severidade de doença ou de desenvolvimento do patógeno e níveis de perdas, a maior relevância da reação de resistência na expressão Taxa de Crescimento faria com que a seqüência hierárquica, entre as cultivares testadas em relação a esse caráter, fosse a mesma observada para

a Taxa de Infecção. Desse modo, ocorreria uma associação significativa e negativa entre essas expressões. Por outro lado, se a magnitude dos efeitos da reação de resistência sobre a Taxa de Crescimento for menos importante ou irrelevante, então, a associação entre Taxa de Infecção e Taxa de Crescimento seria fraca ou deixaria de ocorrer. Portanto, a ausência de correlação entre essas duas expressões sugere que, nas condições em que foram conduzidos os ensaios, a reação de resistência tem efeito pouco pronunciado ou irrelevante sobre a Taxa de Crescimento e que a reação de tolerância é responsável pela sua expressão. Segundo HOOKER (1967), a tolerância provavelmente ocorre como uma entidade separada da resistência e SCHAFER (1971) acredita que o entendimento do mecanismo específico de uma tolerância particular, a resposta de uma planta poderia ser avaliada por outro efeito que não um determinado efeito final.

A expressão Taxa de Queima de Ponta de Folhas está correlacionada significativamente às expressões Taxa de Infecção e Taxa de Crescimento. Se essas duas expressões são devidas, respectivamente, aos mecanismos de reação de resistência e tolerância, provavelmente, a expressão Taxa de Queima de Ponta de Folhas é resultante dos efeitos igualmente relevantes dos mecanismos de reação de resistência e tolerância. Evidências nesse sentido foram conseguidas através do cálculo do coeficiente de correlação parcial entre as expressões Taxa de Crescimento e Taxa de Queima de Ponta de Folhas, fixan-

do-se a variável Taxa de Infecção. Com essa medida observou-se uma melhoria no valor da correlação que de $-0,41$ passou para $-0,54$. O mesmo se observa quando estimou-se o coeficiente de correlação parcial entre Taxa de Infecção e Taxa de Queima de Ponta de Folhas, fixando-se a variável Taxa de Crescimento que, de $0,51$ passa para $0,61$. Outra evidência no sentido de que, a expressão Taxa de Queima de Ponta de Folhas é devida à ação igualmente relevante dos dois mecanismos de reação, foi conseguida estimando-se o coeficiente de correlação entre aquela expressão e a Expressão Composta W_1 . O valor estimado ($0,66$) foi superior aos coeficientes de correlação estimados para Taxa de Queima de Ponta de Folhas e Taxa de Crescimento e entre a primeira e Taxa de Infecção. Considerando-se como igualmente relevantes os efeitos devidos à reação de resistência e tolerância na expressão Taxa de Queima de Ponta de Folhas, supõe-se que os efeitos dessas duas reações nessa expressão seja sinérgica, uma vez que estimou-se o coeficiente de regressão linear da Taxa de Queima de Ponta de Folhas sobre Expressão Composta W_1 em $0,90$. Ou seja, aproximadamente, para cada unidade de variação na Taxa de Queima de Ponta de Folhas ocorre uma correspondente variação de uma unidade na somatória Taxa de Redução do Crescimento + Taxa de Infecção.

A análise dos dados relativos à Taxa de Emergência evidenciou uma associação significativa entre essa expressão e a Taxa de Crescimento. Por outro lado, não foi encontrado correlação entre Taxa de Emergência e Taxa de Infec-

ção e entre a primeira e Taxa de Queima de Ponta de Folhas. Entretanto, o coeficiente de correlação entre a Expressão Composta W_2 e a Taxa de Queima de Ponta de Folhas foi altamente significativo. O alto valor do coeficiente de correlação (0,83) entre as Expressões Compostas W_1 e W_2 , altamente significativo, evidenciou uma forte associação entre essas expressões. O coeficiente de regressão linear de W_1 sobre W_2 foi estimado em 0,91. Desde que, na composição de W_1 e W_2 , a Taxa de infecção é comum a ambas, infere-se que, aproximadamente, para cada unidade de variação na Taxa de Redução de Crescimento, ocorre uma variação de uma unidade na Taxa de Redução da Emergência. Isto sugere que W_1 e W_2 são duas expressões da mesma reação do hospedeiro. As posições hierárquicas quase semelhantes das cultivares, tanto para Expressão Composta W_1 como para W_2 , sugerem que a Taxa de Emergência seja uma expressão resultante dos efeitos conjuntos da reação de resistência e de tolerância. Entretanto, como no caso da Taxa de Crescimento, a ausência de correlação entre a Taxa de Emergência e a Taxa de Infecção sugere uma participação menos relevante ou desprezível da reação de resistência nessa expressão, quando sob condições semelhantes as observadas nos experimentos.

Os sintomas de raiz rosada na parte aérea da planta são expressões devidas aos mecanismos de reação de resistência e de tolerância, sendo algumas delas devidas, quase exclusivamente, aos mecanismos de reação de tolerância. Em vista disso, a avaliação da reação de resistência pela utiliza-

ção de critérios baseados no conjunto de sintomas, poderão conduzir a resultados aparentemente contraditórios. No presente trabalho, a Expressão Composta W_1 , critério baseado no conjunto de sintomas de raiz (Taxa de Infecção) e da parte aérea (Taxa de Redução de Crescimento), não conseguiu discriminar níveis de reação de resistência entre as cultivares Excel e Baia Periforme. Esse resultado foi obtido, também, por KOGUSHI *et alii* (1971) que utilizou um critério baseado em sintomas de severidade de doença nas raízes e desenvolvimento da parte aérea. NICHOLS *et alii* (1965) encontraram correlação estreita e significativa entre as expressões de reação da cebola ao *P. terrestris* denominadas Índice de Raiz Rosada ("pink root disease index") e Taxa de Crescimento do Topo ("top - growth rating"). A aparente contradição entre os resultados obtidos no presente trabalho, em relação aos obtidos por NICHOLS *et alii* (1965), pode ser explicada pelo fato desses autores terem realizado o experimento sob condições de temperatura amena (20°C) e terem utilizado um critério de avaliação (Índice de Raiz Rosada) baseado num conjunto de três sintomas (severidade de doença nas raízes, desenvolvimento da parte aérea e queima de ponta de folhas). Usando-se dados do presente trabalho, referentes às médias de nove cultivares e cinco isola-dos do patógeno, obteve-se uma estimativa do coeficiente de correlação altamente significativo e negativo entre a Taxa de Crescimento e a Expressão Composta W_3 . Os referidos autores utilizaram somente um isolado do patógeno, além de incluírem

entre os materiais testados as cultivares Excel e Texas Grano que, no presente trabalho, apresentaram mesmos valores para a Taxa de Crescimento. Supõe-se que, a associação relativamente baixa ($r = -0,39$) entre a Taxa de Crescimento e W_3 , ocorrida no presente trabalho deva-se, provavelmente, ao fato de terem sido ensaiadas conjuntamente cultivares com diferentes posições hierárquicas para reação de resistência e tolerância, bem como, cinco isolados do patógeno com hierarquizações diferentes para patogenicidade e capacidade de reduzir a Taxa de Crescimento, além do ensaio ter sido conduzido sob condições de temperaturas elevadas. Utilizando-se dados referentes às nove cultivares e de somente um isolado foi obtido uma estimativa do coeficiente de correlação mais elevado ($r = -0,67$).

Com base nos resultados obtidos no Experimento I, foi elaborado uma proposta do esquema explicativo das expressões e de suas vinculações com as reações da cebola ao *P. terrestris*, baseado no estudo das correlações (figura 4). Em função dessa proposta, elaborou-se um modelo explicativo da hipótese de independência entre as reações de resistência e tolerância no complexo cebola X *P. terrestris* (figura 5).

A tabela 28 interpreta os dados obtidos no Experimento I de acordo com o "Esquema Proposto para Explicação das Expressões de Reação, Ocorridas no Complexo Cebola X *P. terrestris*, Baseado no Estudo de Correlações".

O exame da tabela 27 evidencia, como é de se esperar, uma tendência das cultivares apresentarem valores

crescentes para o I.I.N., nas avaliações de 60 e 80 dias. Supõe-se que, nesse intervalo de 20 dias, a quantidade de raízes novas emitidas pelo hospedeiro foi inferior ao número de raízes sadias infectadas pelo patógeno. Entretanto, nas avaliações de 80 e 105 dias, observa-se de modo geral, uma tendência no sentido das cultivares apresentarem I.I.N. mais baixos. Supõe-se, portanto, que nesse intervalo de 25 dias, o número de raízes novas emitidas pelo hospedeiro foram superiores ao número de raízes sadias infectadas. Ou seja, a velocidade de emissão de raízes novas, nesse intervalo, suplantou a velocidade do patógeno em infectar raízes sadias. Quatro cultivares não seguiram essa tendência: Excel, Madeira Redonda, Barreiro Roxo SMP-IV e Calderana. Nestas, principalmente nas duas primeiras, ocorreu uma tendência sempre crescente, para o valor do I.I.N., da primeira para a terceira avaliação. No caso destas cultivares, supõe-se que a velocidade de infecção de raízes sadias pelo patógeno acompanhou, ou mesmo, suplantou a velocidade do hospedeiro em emitir raízes novas. A cultivar Excel apresentou, da segunda para a terceira avaliação, um aumento superior ao apresentado pela Barreiro Roxo SMP-IV. Portanto, a velocidade de emissão de raízes novas pelo hospedeiro, em relação à velocidade de infecção de raízes novas pelo patógeno é maior na Barreiro Roxo SMP-IV, do que na cultivar Excel.

Os estudos de SIDERIS (1925) evidenciaram que a cebola produz dois conjuntos de raízes em períodos distin -

tos; o primeiro é produzido no período de germinação e as raízes tem senescência gradual e no período da bulbificação, a planta produz um segundo conjunto de raízes que funciona até o amadurecimento da planta. Entretanto, para a cultivar Excel, JONES e MANN (1963) não observaram esse comportamento, sendo verificado que esta cultivar apresentou, em média, 3 raízes aos 28 dias após a germinação e uniformemente, em cada duas semanas, adicionou 7 a 8 raízes, mesmo após o início da bulbificação. A terceira avaliação foi realizada aos 105 dias e, provavelmente, as cultivares, que apresentam a característica descrita por SIDERIS (1925), foram capazes de refazerem, em parte, seu sistema radicular pela emissão rápida das raízes novas nesse período.

A cultivar Barreiro Roxo SMP-IV mesmo não apresentando a tendência de diminuir o valor do I.I.N., no intervalo de 80 a 105 dias, foi uma das que apresentaram menores médias para o caráter, na avaliação aos 105 dias. Esse dado evidencia uma resistência estável dessa cultivar durante o ciclo vegetativo da planta. Ao contrário, as cultivares Excel e Madeira Redonda, reduziram drasticamente seus níveis de resistência à medida que aproximaram-se do período de bulbificação.

Considerando-se que a absorção de água e nutrientes pelo hospedeiro é realizada de maneira mais eficiente através de raízes isentas de patógeno, supõe-se que a capacidade da planta em emitir raízes novas com maior velocidade do que a capacidade do patógeno em penetrar nos seus tecidos,

seja uma expressão da reação de tolerância. Por sua vez, a capacidade de emissão de raízes novas, induzida ou não pelo patógeno, independe do nível de resistência do hospedeiro ao patógeno.

Confrontando os dados apresentados nas tabelas 6 e 27, verifica-se que as cultivares mais tolerantes quando avaliadas através da Taxa de Crescimento, com exceção de Texas Grano, coincidem com as cultivares com maior capacidade de emissão de raízes novas no período de bulbificação. A cultivar Texas Grano apresentou elevada capacidade de emissão de raízes novas no período de bulbificação, no entanto, seu nível de tolerância, medida através da Taxa de Crescimento, foi relativamente baixo. Supõe-se que isto tenha ocorrido em função do alto nível de suscetibilidade dessa cultivar.

Os resultados dos experimentos II, III, IV e V reforçam a hipótese de que a Taxa de Crescimento e capacidade de emissão de raízes novas, no período de bulbificação, são expressões da mesma reação do hospedeiro. A tabela 27 mostra que, para a cultivar Roxa Chata SMP-IV, a diferença do I.I.N., na avaliação aos 105 dias em relação aos 80 dias, é igual a zero, enquanto para a cultivar Barreiro SMJ-II é de -1,46. Isto evidencia uma maior capacidade de emissão de raízes novas no período de bulbificação na segunda cultivar. Quando se examina o I.I.N. aos 105 dias, verifica-se que, para a cultivar Roxa Chata SMP-IV o valor é igual a 1,25 e 1,83 para Barreiro SMJ-II, evidenciando maior grau de resistência para a primei-

ra. Nas tabelas 14 e 15, observa-se que a Taxa de Crescimento da Barreiro SMJ-II foi maior do que da Roxa Chata SMP-IV e inversamente, a Roxa Chata SMP-IV exibiu maior resistência do que Barreiro SMJ-II. Portanto, considerando-se o I.I.N. uma expressão de reação de resistência, as avaliações da reação de tolerância através da Taxa de Crescimento e capacidade de emissão de raízes novas no período de bulbificação apresentaram resultados coincidentes, não alterando a seqüência hie-rárquica das cultivares para essa reação.

A alta capacidade da cultivar Texas Grano em produzir raízes novas no período de bulbificação e o alto nível de resistência apresentado pela cultivar Excel, poderiam explicar a boa performance da cultivar suscetível Granex em solos infestados por *P. terrestris*. O híbrido F₁ entre uma linhagem resistente e outra suscetível não é tão suscetível quanto o progenitor suscetível (NICHOLS *et alii*, 1965). Portanto, a Granex suscetível deve apresentar menor suscetibilidade do que Texas Grano. Por outro lado, a Texas Grano apresenta maior capacidade de produzir raízes novas no período de bulbifica-
ção, do que a cultivar Excel. Se este caráter for herdável quantitativamente, a cultivar Granex deverá apresentar maior capacidade de emissão de raízes novas no período de bulbifica-
ção, em relação à Excel. Portanto, a boa performance da cultiivar suscetível Granex, em solos infestados pelo patógeno, poderia ser explicada em função da herança de parte da resistência proveniente do progenitor Excel e parte da tolerância pro

veniente de Texas Grano, acrescentando-se, também, a esses fatores, o vigor inerente aos organismos híbridos.

Segundo ESKES (1980) a dificuldade em se provar que uma certa resistência é do tipo horizontal, é causada pela impossibilidade em se testar todos os genótipos do patógeno. No Experimento I, quando analisou-se o caráter Taxa de Sanidade, que efetivamente constitui uma expressão da reação de resistência, não se encontrou interação diferencial entre genótipos de isolados e cultivares. Apesar desse resultado sugerir que é do tipo horizontal a resistência envolvida, é necesário obter outras evidências nesse sentido, uma vez que, a quantidade de isolados testados foi muito restrita. Se existe restrição quanto à quantidade, o mesmo não poderia ser dito em relação à variabilidade genética dos isolados, uma vez que foram obtidos em dois locais distintos, onde se cultivava cebola por muito tempo e em duas espécies hospedeiras. No tocante à diversidade genética de isolados de *P. terrestris*, KULIK e TIMS (1960) obtiveram isolados de apenas um campo e observaram uma variação muito ampla na capacidade patogênica naqueles isolados.

Além da ausência de interação diferencial entre isolados e cultivares, outras evidências obtidas nesse trabalho reforçam a hipótese de que a resistência envolvida é do tipo horizontal e relacionam-se com mecanismos que afetam os diferentes estágios do patógeno. Uma evidência foi obtida no Experimento II no qual observou-se, que concentrações mais e-

levadas de inóculo causam maiores quantidades de doença e que uma determinada concentração tem capacidade maior de infectar cultivares menos resistentes. Nesse mesmo experimento e no Experimento VI ficou evidente que o patógeno tem maior capacidade de esporulação sobre cultivares mais suscetíveis. O trabalho clássico de GORENZ *et alii* (1949), que relata a interferência de vários fatores ambientais na reação de resistência, além dos estudos ao nível histológico e bioquímico e a não ocorrência de suplantação da resistência, conduzem à inferência de que a resistência envolvida no complexo cebola X *P. terrestris* é do tipo horizontal.

No tocante à herança da reação de resistência, há evidências de que a mesma é controlada por poucos genes e apresenta alta herdabilidade (JONES e PERRY, 1954; PERRY e JONES, 1953, 1955, 1956 e NICHOLS *et alii*, 1965). De qualquer maneira, o estudo da reação de resistência e suscetibilidade nas gerações segregantes, mostra a impossibilidade de enquadrar os indivíduos em apenas duas classes de variação discreta. No Experimento VIII ficou evidenciado um gradiente de reações entre as duas reações extremas. Uma vez que NICHOLS *et alii* (1965) presumem a ocorrência de genes modificadores atuando nos mecanismos de reação de resistência, estudos mais detalhados, envolvendo métodos que permitam estimar os parâmetros genéticos, são requeridos, para obtenção de resultados mais seguros.

Os dados registrados na literatura e os resul-

tados obtidos no presente trabalho, evidenciam que nem todas as expressões que caracterizam o quadro sintomatológico de uma planta infectada por *P. terrestris* são devidas à reação de suscetibilidade. Parte dessas expressões são devidas aos efeitos conjuntos da reação de resistência e tolerância, ou mesmo, do efeito isolado da reação de tolerância. A avaliação segura da reação de resistência foi conseguida utilizando o critério de quantificar o grau de infecção nas raízes. A contagem do número de picnídios e estruturas semelhantes aos picnídios, por unidade de comprimento de raiz infectada, mostrou estar estreita e significativamente associada à expressão I.I.N. Isto evidencia que aquele caráter expressa, também, a reação de resistência da cebola ao *P. terrestris*.

O uso de critérios de avaliação constituídos pelo conjunto de sintomas da raiz e parte aérea, ou ainda, critérios baseados em sintomas da parte aérea, não se mostraram eficientes para discriminar diferentes níveis de resistência entre cultivares. Nos ensaios em casa-de-vegetação, nas condições em que foram conduzidos os experimentos, a Taxa de Crescimento mostrou ser um bom indicador do nível de tolerância das cultivares. Portanto, para triagem de materiais na fase de plântula, em casa-de-vegetação, o nível de infecção das raízes indicaria o grau da reação de resistência e a Taxa de Crescimento, o nível da reação de tolerância.

Tendo-se em vista uma melhor padronização dos experimentos, aparentemente, o método de inoculação de plântu

las com suspensão conidial parece ser mais indicado do que a semeadura em substrato inoculado com micélio do patógeno. O fato de nem todos os isolados de *P. terrestris* apresentarem capacidade de esporulação em meio artificial não constituides vantagem, uma vez que, provavelmente, a modalidade de resistência envolvida é do tipo horizontal. Não ocorrendo interação diferencial entre cultivares de cebola e isolados do patógeno, qualquer isolado com capacidade patogênica poderia ser utilizado nos testes. Neste aspecto, KULIK e TIMS (1960) demonstraram que os isolados que produzem picnídios ou estruturas semelhantes aos picnídios apresentam maiores níveis de patogenicidade. Para testagem de materiais pelo método de imersão de raízes de plântulas em suspensão conidial, a concentração 10^6 conídios/ml de suspensão mostrou ser a mais adequada, uma vez que, após essa concentração o nível de patogenicidade não se alterou, além de ter sido a única concentração que conseguiu discriminar níveis de resistência entre as cultivares testadas.

A cultivar Excel apresentou um decréscimo no nível de resistência em função da idade, principalmente no início da bulbificação, enquanto que as cultivares do grupo Barreiro e Cojumatlan apresentaram uma resistência estável nas três avaliações realizadas. Em vista disso, é provável que a melhor época para avaliação coincida com o início da bulbificação. Portanto, a seleção de materiais resistentes ao *P. terrestris*, em parcelas infestadas, provavelmente será mais efi-

ciente quando realizada na época da bulbificação e no verão . Com essa medida, as plantas suscetíveis seriam eliminadas em função da crescente fraqueza do sistema radicular, antes do período de bulbificação e as plantas resistentes, mas com baixa tolerância, seriam eliminadas devido a não recuperação do sistema radicular, no início da bulbificação. Desse modo, seriam selecionadas plantas com níveis bons de resistência e tolerância.

A produção de cebola em bulbos está significativamente associada ao I.I.N., aos 80 e 105 dias. A associação entre ambos é mais estreita na avaliação aos 105 dias. Portanto, a seleção de materiais mais produtivos, em solos infestados pelo patógeno, provavelmente, seleciona em direção aos indivíduos mais resistentes. A seleção para tamanho de bulbo, que é estreitamente associado à produção em bulbo, provavelmente conduzirá ao mesmo resultado.

Esta hipótese, aparentemente, é confirmada quando se observa a tendência do nível de resistência em se elevar quando cultivares são selecionadas para o sistema de cultivo de verão, em solos infestados por *P. terrestris*. Tanto na seleção dentro da população Barreiro como na Cojumatlan, constatou-se essa tendência. Este fenômeno foi notado, também, nas populações resultantes do cruzamento entre uma cultivar resistente e outra suscetível. Neste caso, observou-se uma tendência no sentido do aumento do nível de reação de resistência, com o avanço das gerações.

Dos materiais testados, dois grupos de cultivares apresentaram performances superiores em todos os experimentos: Barreiro e Cojumatlan. O grupo Barreiro, representado pelas cultivares Barreiro Roxo SMP-IV, Roxa Barreiro (G. Freitas) e Barreiro SMP-III e o grupo Cojumatlan pela Roxa Chata SMP-IV e Cojumatlan, tiveram baixos valores para o I.I.N. nas três avaliações, além de apresentarem produção em bulbo e peso médio de bulbo estatisticamente superiores à testemunha. Duas outras cultivares que se destacaram em todas as avaliações para o I.I.N. foram Pira Tropical A/R e Pira Tropical A/C, resultantes, originalmente, do cruzamento entre Baia Perifor-me e Cojumatlan, embora, o peso médio de bulbo da primeira não diferisse da testemunha e a segunda não apresentasse diferenças para os caracteres mencionados, em relação à testemunha.

Em programas de melhoramento para resistência horizontal, JOHNSON (1978) recomenda a utilização dos "land races" ou variedades antigas. As cultivares Barreiro e Cojumatlan apresentam essa característica. A Barreiro, uma cultivar com alto nível de resistência ao Mal de Sete Voltas, causada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides*, Penz (Sensu ARX, 1957), é cultivada e adaptada às diferentes áreas de cultivo no Brasil (SILVA, 1976), enquanto a Cojumatlan, uma cultivar procedente do México é, como a Barreiro, constituída por várias populações locais que têm sido mantidas por várias gerações pelos cebolicultores mexicanos (COSTA, 1978). Tanto Barreiro como a Cojumatlan, foram cultivadas em cultura de ve-

rão, nos seus respectivos locais de origem. Tal procedimento, provavelmente, favoreceu a seleção positiva para maior nível de resistência dessas cultivares ao *P. terrestris*.

6. CONCLUSÕES

- 1 - No completo cebola X *Pyrenochaeta terrestris* , o nível de infecção das raízes, medido pela Taxa de Sanidade ou Índice de Infecção por Notas, expressa a reação de resistência do hospedeiro ao patógeno. A capacidade de esporulação de *Pyrenochaeta terrestris* sobre raízes de cebola, através da produção de picnídios e estruturas semelhantes aos picnídios, está estreitamente associada ao nível de infecção das raízes, constituindo-se, portanto, numa expressão da reação de resistência do hospedeiro ao patógeno.
- 2 - As capacidades das cultivares em manifestarem todo o potencial germinativo e de crescimento, sob condição de solo infestado por *Pyrenochaeta terrestris*, são interpretadas como expressões de tolerância do hospedeiro ao patógeno e associadas entre si, mas não associadas à expressão de reação de resistência.

- 3 - A ausência de interação diferencial cultivares X isolados co complexo cebola X *Pyrenochaeta terrestris* , além das evidências obtidas no presente trabalho e outras relatadas na literatura, indicam ser do tipo horizontal a resistência envolvida neste complexo.
- 4 - A triagem de materiais resistentes, em casa-de-vegetação, na fase juvenil, é mais eficiente quando o critério de a valiação baseia-se no nível de infecção das raízes.
- 5 - A concentração de conídios de 10^6 conídios/ml de suspensão é a mais adequada para discriminar níveis de resistência da cebola ao *Pyrenochaeta terrestris* , pelo método de imersão de raízes de plântulas na suspensão conidial.
- 6 - A avaliação da resistência de cultivares de cebola ao *Pyrenochaeta terrestris* , em parcelas infestadas pelo patógeno, é eficiente, sendo o início da bulbificação a época mais adequada para a execução da avaliação. A produtividade, expressa em peso de bulbo, está significativamente associada à expressão de reação de resistência quantificada pelo nível de infecção das raízes no início da bulbificação.
- 7 - Cultivares de cebola do grupo Barreiro e Cojumatlan representam, dentre o material testado, as melhores fontes de resistência em cebola ao *Pyrenochaeta terrestris*.

7. LITERATURA CITADA

- AHMED, A.A.E.G. e J.F. HARRINGTON, 1974. Onion seed yield as affected by pink root disease, soil fumigation, mother bulb fertilization and bulb size. HortScience, Alexandria, 9 (4): 394-396.
- BERGER, R.D., 1977. Application of epidemiological principles to achieve plant disease control. Annual Review of Phytopathology, Palo Alto, 15: 165-183.
- BREWBAKER, J.L., 1964. Genética na Agricultura. São Paulo. Editora Universidade de São Paulo/Editora Polígono. 217p.
- CHAVES, G.M. e H.T. ERICKSON, 1960. *Pyrenochaeta terrestris* (Hansen) Gorenz, J.C. Walker e Larson, um novo fungo da cebola (*Allium cepa* L.) em Minas Gerais. Revista Ceres, Viçosa, XI(63): 112-114.

- COSTA, C.P., 1978. Melhoramento de cebola (*Allium cepa* L.) de dias curtos para sistemas de cultivo. Piracicaba, ESALQ/USP, 138p. (Tese de Livre-Docência).
- DALY, J.M., 1976. Some Aspects of Host-Pathogen Interactions. In: R. HEITEFUSS e P.H. WILLIAMS, Ed. Physiological Plant Pathology, Berlin, Heidelberg, New York. Spring Verlag. p.27-50.
- DAVIS, G.N. e W.J. HENDERSON, 1937. The interrelation of the pathogenicity of a *Phoma* and a *Fusarium* on onion. Phytopathology, Lancaster 27: 763-772.
- EL KATIB, A., A. ARAMOUNI, A. HASSAN e A. RAVISÉ, 1974. Reactions to fungal attacks in some tomato varieties and change in their phenolic and phytoalexin contents. (Réactions aux attaques fongiques chez quelques variétés de tomates et evolution de leurs teneurs en composés phénoliques et phytoalexines). Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences, D, 278(22): 2795-2798. (In: Review of Plant Pathology, Kew, 54(8): 645).
- ENGLE, R.L., W.H. GABELMAN e R.R. ROMANOWSKY Jr., 1965. Tipburn, an ozone incited response in onion *Allium cepa*. Proceedings of the American Society for Horticultural Science, Beltsville, 86: 468-474.
- ESKES, A.B., 1980. Bases genéticas da resistência horizontal a patógenos em plantas. Ciência e Cultura, São Paulo, 32(11): 1464-1472.
- GASIOKIEWICZ, E.C., R.H. LARSON, J.C. WALKER e M.A. STAHMANN, 1952. Induced variability in *Pyrenochaeta terrestris* by nitrogen mustard. Phytopathology, Baltimore, 42: 183-192.

- GOODNOUGH, P.W. e G.A. MAW, 1975. Studies on the root rotting fungus *Pyrenochaeta lycopersici*: the cellulase complex regulation of its extracellular appearance. Physiological Plant Pathology, 6(2): 145-157. (In: Review of Plant Pathology, Kew, 55(1): 13).
- GOODNOUGH, P.W., R.J. KEMPTON e G.A. MAW, 1976. Studies on the root rotting fungus *Pyrenochaeta lycopersici*: extra-cellular enzyme secretion by fungus on cell-wall material from susceptible and tolerant tomato plants. Physiological of Plant Pathology, 8(3): 242-251. (In: Review of Plant Pathology, Kew, 55(12): 1149).
- GORENZ, A.M., J.C. WALKER e R.H. LARSON, 1948. Morphology and taxonomy of the onion pink-root fungus. Phytopathology, Lancaster, 38: 831-840.
- GORENZ, A.M., R.H. LARSON e J.C. WALKER, 1949. Factors affecting pathogenicity of pink root fungus of onions. Journal of Agricultural Research, Washington, 78: 1-18.
- HANSEN, H.N., 1926. Pink root of onions caused by *Phoma* sp. Science, New York, 64: 525.
- HANSEN, H.N., 1929. Etiology of the pink root disease of onions. Phytopathology, Lancaster, 19: 691-704.
- HESS, W.M., 1969. Ultrastructure of onion roots infected with *Pyrenochaeta terrestris*, a fungus parasite. American Journal of Botany, Baltimore, 56(8): 832-845.
- HESS, W.M., E.K. VAUGHAN e C.M. LEACH, 1964. Use of ultraviolet induced sporulation for identification of *Pyrenochaeta terrestris*. Phytopathology, Worcester, 54: 113.

- HESS, W.M. e D.J. WEBER, 1972. Ultrastructure of Fungus Infected Onions Roots and Fungus Exudate-Treated Roots. In: R.K.S. WOOD, A. BALLIO e A. GRANITI, Ed. Phytotoxins in Plant Diseases, London e New York. Academic Press. P.475-478.
- HESS, W.M., S.L. HESS e D.J. WEBER, 1972. Isolation of a toxic factor from *Pyrenochaeta terrestris* and ultrastructure of toxin-treated onion seedlings. Phytopathology, St. Paul, 62: 763-764. (Abstract).
- HOOKE, A.L., 1967. The genetics and expression of resistance in plants to rust of the genus *Puccinia*. Annual Review of Phytopathology, Palo Alto, 5: 163-182.
- HORTON, J.C. e N.T. KEEN, 1966. Regulation of induced cellulase synthesis in *Pyrenochaeta terrestris* Gorenz et al. utilizable carbon compounds. Canadian Journal of Microbiology, Ottawa, 12: 209-220.
- HUSAIN, A. e E. KELMAN, 1959. Tissue is Desintegrated. In: J.C. HORSFALL e A.E. DIMOND, Ed. Plant Pathology - An Advanced Treatise. New York e London. Academic Press. p. 143-188.
- JOHNSON, R., 1978. Practical breeding for durable resistance to rust diseases in self-pollinating cereals. Euphytica, Wageningen, 27: 529-540.
- JONES, H.A., 1964. Onion Varieties Descriptive Cataloges. El Centro. Dessert Seed Inc. 48p.
- JONES, H.A. e B.A. PERRY, 1954. Get ready for the Eclipse. Southern Seedsman, San Antonio, 17(9): 20-21.

- JONES, H.A. e B.A. PERRY, 1956. Inheritance of resistance to pink root in the onion. Journal of Hereditary, Baltimore, 47: 33-34.
- JONES, H.A. e L.K. MANN, 1963. Onions and Theirs Allies. Botany, Cultivation, and Utilization. London, Leonard Hill (Book) Limited, 286p.
- KEEN, N.T. e J.C. HORTON, 1966. Induction and repression of endopolygalacturonase synthesis by *Pyrenochaeta terrestris*. Canadian Journal of Microbiology, Ottawa, 12: 443-453.
- KEHR, A.E., M.J. O'BRIEN e E.W. DAVIS, 1962. Pathogenicity of *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepa* and its interaction with *Pyrenochaeta terrestris* on onion. Euphytica, Wageningen, 11: 197-208.
- KOGUISHI, C., K. NAGUNO, K. MATSUOKA e G.M. CHAVES, 1971. Patogenicidade de *Pyrenochaeta terrestris* em cebola (*Allium cepa* L.). Seiva, Viçosa, 31(72): 58-73.
- KULIK, M.M. e E.C. TIMS, 1960. Differences in pathogenicity and picnidial production among isolates of *Pyrenochaeta terrestris* from a single pink root infested field in Louisiana. Plant Disease Reporter, Beltsville, 44: 54-58.
- KREUTZER, W.A., 1939. Host-parasite relationships in pink root of *Allium cepa* L. I. The pigment of *Phoma terrestris*. Phytopathology, Lancaster, 29: 629-632.

- KREUTZER, W.A., 1941. Host-parasite relationships in pink root of *Allium cepa* L. II. The action of *Phoma terrestris* on *Allium cepa* and other hosts. Phytopathology, Lancaster, 31: 907-915.
- LERNER, I.M., 1954. Genetics Homeostasis. Edinburgh e London. Oliver and Boyd. 134p.
- LITTLE, T.M. e F.J. HILLS, 1972. Statistical Methods in Agricultural Research. Davis, T.M. Little e F.J. Hills. 242p.
- LUZ, N. K., 1967/68. Raízes rosadas: uma nova moléstia da cebola para o Rio Grande do Sul. Revista da Faculdade de Agronomia e Veterinária da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 9: 159-165.
- MARLATT, R.B. e R.T. MCKITTRICK, 1958. Pink-root resistant onions for Arizona. Plant Disease Reporter, Beltsville, 42 (12): 1310-1311.
- MICHEL, L.J. e M.D. SIMONS, 1971. Relative tolerance of contemporary oat cultivars to currently prevalent races of crown rust. Crop Science, Madison, 11: 99-100.
- NICHOLS, C.G., R.H. LARSON e W.H. GABELMAN, 1960. Relative pink root resistance of commercial onion hybrids and varieties. Proceedings of the American Society for Horticultural Science, Beltsville, 76: 468-469.
- NICHOLS, C.G., W.H. GABELMAN, R.H. LARSON e J.C. WALKER, 1965. The expression and inheritance of resistance to pink-root in onion seedling. Phytopathology, Worcester, 55: 752-756.

- NISHIO, M. e S. KUSANO, 1976. A growth inhibitor specific to upland rice produced by *Pyrenochaeta* sp. Soil Science and Plant Nutrition, Tokyo, 22(3): 277-286.
- NISHIO, M. e S. KUSANO, 1979. *Pyrenochaeta* sp. as one of the causal agents of upland rice soil sickness. Japan Agricultural Research Quaterly, Yatabe, 13(1): 37-42.
- NODA, H., C.P. COSTA e H. KIMATI, 1981. Ocorrência da doença raiz rosada, causada por *Pyrenochaeta terrestris* (Hansen) Gorenz, Walker e Larson, na cultura da cebola (*Allium cepa* L.) e alho (*Allium sativum* L.), na região de Piedade, Estado de São Paulo. Campinas. IV Congresso Paulista de Fitopatologia. Grupo Paulista de Fitopatologia. Resumo dos Trabalhos. 1p.
- PERRY, B.A. e H.A. JONES, 1953. L 36 early yellow and L 365 white lick pink root. Southern Seedsman, San Antonio, 16(10): 15, 72-73.
- PERRY, B.A. e H.A. JONES, 1955. Performance of short-day pink-root-resistant varieties of onions in Southern Texas. Proceedings of the American Society for Horticultural Science, Ithaca, 66: 350-353.
- PERRY, B.A., E.W. DAVIS e H.A. JONES, 1964. Establishment of a pink-root nursery. Economic Botany, Baltimore, 18(1): 77-79.
- PFLEGER, F.L. e E.K. VAUGHAN, 1971. An improved bioassay for *Pyrenochaeta terrestris* in soil. Phytopathology, St. Paul, 61: 1299-1300.

- PFLEGER, F.L. e E.K. VAUGHAN, 1974. A compound from onions inhibitory to *Pyrenochaeta terrestris*. Canadian Journal of Botany, Ottawa, 52(1): 43-47.
- PIMENTEL GOMES, F., 1973. Curso de Estatística Experimental. 5ª ed. São Paulo, Livraria Nobel S.A. 430p.
- PORTER, D.R. e H.A. JONES, 1933. Resistance of some of the cultivated species of *Allium* to pink root (*Phoma terrestris*). Phytopathology, Lancaster, 23: 290-298.
- ROBINSON, R.A., 1976. Plant Pathosystems. Berlin, Heidelberg, New York. Spring-Verlag. 184p.
- SCHAFER, J.F., 1971. Tolerance to plant disease. Annual Review of Phytopathology, Palo Alto, 9: 235-252.
- SIDERIS, C.P., 1925. Observations on the development of the root system of *Allium cepa* L. American Journal of Botany, Lancaster, 22(5): 255-258.
- SIEMER, S.R. e E.K. VAUGHAN, 1971. Bioassay of *Pyrenochaeta terrestris* inoculum in soil. Phytopathology, St. Paul, 61: 146-148.
- SILVA, N., 1976. Resistência em cebola (*Allium cepa* L.) à *Colletotrichum gloeosporioides* Penz (Sensu ARX, 1957). Piracicaba. ESALQ/USP. 87p. (Dissertação de Mestrado).
- SNEDECOR, G.W. e W.G. COCHRAN, 1973. Statistical Methods. 6.ed. Ames. Iowa University Press. 593p.
- SNEH, B., D. NETZER e J. KRIKUN, 1974. Isolation and identification of *Pyrenochaeta terrestris* from soil dilution plates. Phytopathology, St. Paul, 64: 275-276.

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

STRUCKMEYER, B.E., C.G. NICHOLS, R.H. LARSON e W.H. GABELMAN, 1962. Histology of roots of susceptible and resistant varieties of onion in relation to the pink root fungus. Phytopathology, Worcester, 52: 1163-1168.

TAUBENHAUS, J.J., 1919. Pink root of onions. Science, New York, 49: 217-218.

TAUBENHAUS, J.J. e A.D. JOHNSON, 1917. Pink root, a new root disease of onion in Texas. Phytopathology, Baltimore, 7: 59.

VAN DER PLANK, J.E., 1968. Disease Resistance in Plants. New York, San Francisco, London. Academic Press. 206p.

VAUGHAN, E.K., S.R. SIEMER e M. LIU, 1973. Control de la "raiz rosada" en la cebolla con la fumigation del suelo. Biokemia, Coral Gables, 20: 4-8.

WALKER, J.C., 1952. Diseases of Vegetable Crops, New York, Toronto. McGraw Hill Book Company, Inc. 529p.

WATSON, R.D., 1961. Rapid identification of the onion pink root fungus. Plant Disease Reporter, Beltsville, 45: 289.

APÊNDICE 1 -

TABELAS

TABELA 3 - Análise da variância. Reação de cultivares de cebola cultivadas em solo inoculado com isolados de *P. terrestis*, expressa através da Taxa de Sanidade. Piracicaba, SP. 1981. Dados transformados em $\text{arc sen } \sqrt{x/100}$. Experimento I.

Causa da Variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Blocos	3	1.787,3833	595,7944	
Tratamentos	44	29.878,4495	679,0557	5,21 **
Cultivares (C)	8	15.825,9985	1.978,2497	15,19 **
Entre resistentes (R)	1	449,9196	449,9196	3,45 n.s.
Entre intermediários (M)	3	593,8484	197,9495	1,52 n.s.
Entre susceptíveis (S)	2	949,7242	474,8621	3,64 *
Entre grupos	2	13.782,5064	6.891,2532	52,91 **
Isolados (I)	4	9.684,2131	2.421,0533	18,59 **
Interação (C x I)	32	4.368,2379	136,5074	1,05 n.s.
Resíduo	132	17.192,5317	130,2464	
Total	179	48.858,3645		

C.V. = 19,09%

Média = 59,7935
X : %

(**) Significativo ao nível de 1% de probabilidade;
(*) Significativo ao nível de 5% de probabilidade;
(ns) Não significativo.

(R) Cultivares resistentes: Barreiro Roxa SMP-IV e Excel;
(M) Cultivares intermediários: Baía Perifone (J. Freitas), Jubileu (F. F. Santos), Norte 14 (E. Duarte) e Red Creole;
(S) Cultivares susceptíveis: Ciganinha, Valencianita e Texas Grano 502.

TABELA 4 - Patogenicidade de isolados de *P. terrestris*, expressa através da Taxa de Sanidade de Piracicaba, SP. 1981. Dados não transformados. Experimento I.

Isola- dos	Cultivares							Média de Isolados		
	Excel	Barreiro Roxo SMP-IV	Jubileu	Baia Peri- forme	Norte 14	Red Creole	Texas Grano 502		Valencia nita	Cigani- nha
(Z)										
Pira 1	96,79 a	87,22 a	82,92 ab	76,19 a	83,33 a	84,92 a	81,09 a	91,03 a	63,33 a	82,98 a
Pira 2	88,10 a	80,23 a	71,67 b	79,86 a	76,74 ab	54,31 b	50,72 b	28,45 c	49,61abc	64,41 d
Pira 3	88,88 a	77,62 a	65,72 b	73,27 a	66,21 b	50,46 b	46,07 b	29,07 c	25,20 c	58,05 d
Pie 4	89,45 a	88,41 a	78,51 ab	77,69 a	77,64 ab	73,27 ab	69,18 ab	58,49 b	36,77 bc	72,16 c
pie 5	96,97 a	85,98 a	93,06 a	83,09 a	81,70 ab	80,44 a	71,17 ab	68,55 b	58,40 ab	73,93 b
(Y)										
M.C.	92,04 a	83,89 ab	78,38 bc	78,02 bc	77,12 bc	68,68 cd	63,65 de	55,12 ef	46,66 f	

M. C. = Média de Cultivares

Na linha, entre médias de cultivares (Y) ; nas colunas, entre médias de isolados (X) e entre médias de isolados dentro de cultivares (Z) , as médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

TABELA 5 - Valores e significâncias dos quadrados médios para seis expressões de reação da cebola ao *P. terrestris*. Piracicaba, SP. 1981. Experimento I.

Quadrados Médios							
Causa da Variação	G. L.	T. C.	T. E.	T. Q. P. F.	W ₁	W ₂	W ₃
Blocos	3	539,3565	1.335,5409	253,7070	357,0631	2.070,5999	25,5238
Tratamentos	44	264,6715 **	478,3385 *	331,2559 **	620,8103 **	726,4269 **	171,5932 **
		415,9318 **	1.021,8841 **	1.021,5888 **	2.015,2086 **	2.566,6957 **	581,9611 **
Isolados (I)	4	1.402,9720 **	1.490,0940 **	982,0173 **	1.497,9843 **	430,0626 ns	496,4693 **
Interação (C x I)	32	84,5689 ns	218,4826 ns	77,3275 ns	162,5639 ns	303,4053 ns	28,3919 ns
	132	83,2170	337,1498	132,3317	115,2128	362,4979	30,8305
Resíduo							
Total	179						
Médias		68,1530	67,4704	38,4732	42,5287	44,6368	31,7641
Coefficiente de Variação		13,38%	27,21%	29,90%	25,24%	42,65%	17,48%
Transformações		$\text{arc sen } \sqrt{X/100}$	$\text{arc sen } \sqrt{Y/100}$	$\text{arc sen } \sqrt{Z/100}$	$\text{arc sen } \sqrt{W_1/100}$	$\text{arc sen } \sqrt{W_2/100}$	$\text{arc sen } \sqrt{W_3/100}$
Unidades		X : %	Y : %	Z : %	W ₁ : %	W ₂ : %	W ₃ : %
(**) Significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F;							
(*) Significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F ;							
(ns) Não significativo.							
T.C. : Taxa de Crescimento;							
T.E. : Taxa de Emergência;							
T.Q.P.F. : Taxa de Queima de Ponta de Folhas;							
W ₁ : Expressão Composta W ₁ ;							
W ₂ : Expressão Composta W ₂ ;							
W ₃ : Expressão Composta W ₃ .							

TABELA 6 - Patogenicidade de isolados de *P. tennessis*, expressa através da Taxa de Crescimento. Piracicaba, SP. 1981. Dados não transformados. Experimento 1.

Isola- dos	Cultivares								Média de Isolados	
	Baia Peri- forme	Norte 14	Red Creole	Valencia nita	Jubileu	Barreiro Roxo SMP-IV	Texas Grano 502	Cigani- nha		Excel
	(Z)								(X)	
Pira 1	92,52 a	76,92 c	88,52 a	77,53 b	79,41 ab	78,69 bc	76,81 ab	78,24 a	72,06 a	80,08 c
Pira 2	94,55 a	100,00 a	87,62 a	95,78 a	91,91 a	99,15 a	90,89 a	80,25 a	85,09 a	91,69 a
Pira 3	90,34 a	91,53 b	87,75 a	82,54 b	85,41 ab	84,57 bc	82,61 ab	76,24 a	71,62 a	83,62 bc
Pie 4	84,38 a	78,45 c	77,29 a	80,85 b	75,98 b	65,40 c	74,25 b	67,92 a	72,39 a	75,21 d
Pie 5	90,34 a	92,64 ab	84,95 a	83,80 ab	83,82 ab	88,10 b	80,92 ab	81,14 a	77,60 a	84,81 b
M. C.	90,43 a	87,91 ab	85,23 bc	84,10 bc	83,31bcd	83,18bcd	81,10cde	76,76 de	75,75 e	
	(Y)									

Na linha, entre médias de cultivares (Y) ; nas colunas, entre médias de isolados (X) e entre médias de isolados dentro de cultivares (Z) , as médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

TABELA 7 - Patogenicidade de isolados de *P. tennessis*, expressa através da Taxa de Emergência. Piracicaba, SP. 1981. Dados não transformados. Experimento I.

Isola- dos	Cultivares							Média de Isolados		
	Jubileu	Red Creole	Valencia nita	Barreiro Roxo SMP-IV	Baia Peri- fome	Excel	Texas Grano 502		Cigani- nha	Norte 14
(Z)										
Pira 1	76,53 a	65,96 a	77,45 a	80,68 a	74,00 a	69,09 a	62,50 ab	50,60 b	73,27 a	69,23 c
Pira 2	95,30 a	92,17 a	71,57 a	93,18 a	91,33 a	83,87 a	91,67 a	93,37 a	77,58 a	87,78 a
Pira 3	92,73 a	97,59 a	100,00 a	88,63 a	90,00 a	86,29 a	69,16 ab	78,01 ab	60,34 a	84,75 ab
Pie 4	80,77 a	83,73 a	94,61 a	76,14 a	69,00 a	75,00 a	80,83 ab	53,01 b	62,07 a	75,02 bc
Pie 5	83,33 a	85,84 a	81,37 a	80,68 a	78,33 a	78,23 a	51,67 b	67,47 ab	56,89 a	73,76 c
M.C.	85,73 a	85,06 a	85,00 a	83,86 ab	80,53 ab	77,10abc	71,17 bc	68,49 bc	66,03 c	

M. C. = Média de Cultivares

Na linha, entre médias de cultivares (Y) ; nas colunas, entre médias de isolados (X) e entre médias de isolados dentro de cultivares (Z) , as médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

TABELA 8 - Patogenicidade de isolados de *P. terrestris*, expressa através da Taxa de Queima de Ponta de Folhas. Piracicaba, SP. 1981. Dados não transformados. Exp. 1.

Isola- dos	Cultivares								Média de Isolados	
	Barreiro Roxo SMP-IV	Norte 14	Jubileu	Baia Peri- forme	Valencia nita	Red Creole	Excel	Texas Grano 502		Cigani- nha
	(Z)								(X)	
Pira 1	25,02 a	15,65 b	19,78 a	31,43 a	34,76 a	34,00 a	28,80 b	41,07 a	45,27 a	30,75 d
Pira 2	11,36 a	11,88 b	29,02 a	28,95 a	38,03 a	42,01 a	35,47 b	45,05 a	61,52 a	33,70 cd
Pira 3	29,45 a	33,48 ab	41,69 a	47,19 a	55,87 a	62,63 a	70,83 a	57,14 a	64,09 a	51,37 a
Pie 4	31,06 a	43,33 a	33,51 a	35,34 a	46,85 a	42,42 a	47,76 b	54,11 a	57,79 a	43,57 ab
Pie 5	25,57 a	34,40 ab	25,96 a	31,25 a	45,94 a	47,25 a	55,02 ab	49,51 a	58,28 a	41,46 bc
	(Y)									
M.C.	24,49 a	27,75 a	29,99 a	34,83 ab	44,29 bc	45,66bcd	47,78 cd	49,38 cd	57,39 d	

M. C. = Média de Cultivares

Na linha, entre médias de cultivares (Y) ; nas colunas, entre médias de isolados (X) e entre médias de isolados dentro de cultivares (Z) , as médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

TABELA 9 - Patogenicidade de isolados de *P. terrestris*, expressa através da expressão Com-posta W₁. Piracicaba, SP. 1981. Dados não transformados. Experimento I.

Isola- dos	Cultivares								Média de Isolados	
	Baia Peri- forme	Excel	Barreiro Roxo SMP-IV	Norte 14	Jubileu	Red Creole	Texas Grano 502	Valencia nita		Cigani- nha
Pira 1	31,28 a	31,51 a	34,60 ab	39,75 a	37,67 a	26,56 c	42,10 b	31,43 d	52,37 b	36,32 ab
Pira 2	25,59 a	26,81 a	20,62 b	23,25 a	36,42 a	57,56 a	58,39 ab	75,77 ab	70,14 b	43,84 b
Pira 3	36,86 a	39,50 a	37,80 ab	42,25 a	48,86 a	61,78 a	71,32 a	88,38 a	96,49 a	58,14 c
Pie 4	37,93 a	38,16 a	46,18 a	43,90 a	45,51 a	49,48abc	56,57 ab	60,65 bc	86,81 a	51,69 c
Pie 5	26,57 a	25,42 a	25,91 ab	26,65 a	23,11 a	34,61 bc	47,91 ab	47,65 cd	60,46 b	35,25 a
M.C.	31,65 a	32,21 a	33,02 ab	34,96 ab	38,31 ab	46,00 bc	55,26 cd	60,78 d	73,25 e	

M. C. = Média de Cultivares

Na linha, entre médias de cultivares (Y) ; nas colunas, entre médias de isolados (X) e entre médias de isolados dentro de cultivares (Z) , as médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

TABELA 10 - Patogenicidade de isolados de *P. tetraetis*, expressa através da Expressão Composta W₂. Piracicaba, SP. 1981. Dados não transformados. Experimento I

Isola- dos	Cultivares							Média de Isolados		
	Excel	Barreiro Roxo XMP-IV	Jubileu	Baia Peri- forme	Red Creole	Norte 14	Valência- nita		Texas Grano 502	Cigani- nha
(Z)										
Pira 1	41,11 a	31,85 a	37,76 a	49,81 a	49,12 a	53,01 a	31,52 b	56,41 a	48,74 b	44,37 a
Pira 2	28,03 a	26,58 a	33,03 a	28,81 a	53,52 a	29,88 a	80,86 a	57,61 a	72,80 ab	45,68 a
Pira 3	24,83 a	33,74 a	41,55 a	36,73 a	51,95 a	55,77 a	70,93 ab	78,67 a	93,72 a	54,21 a
Pie 4	35,55 a	30,53 a	40,72 a	53,31 a	42,99 a	64,63 a	46,90 ab	49,98 a	87,09 ab	50,19 a
Pie 5	24,80 a	33,33 a	23,60 a	38,57 a	33,71 a	50,82 a	50,08 ab	73,55 a	80,65 ab	45,46 a
(Y)										
M.C.	30,86 a	31,21 a	35,33 a	41,45 ab	46,26 ab	50,82 bc	56,06 c	63,24 cd	76,60 d	

M. C. = Média de Cultivares

Na linha, entre médias de cultivares (Y) ; nas colunas, entre médias de isolados (X) e entre médias de isolados dentro de cultivares (Z) , as médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

TABELA 11 - Patogenicidade de isolados de *P. terrestris*, expressa através da Expressão Composta W₃ . Piracicaba, SP. 1981. Dados não transformados. Experimento I

Isola- dos	Cultivares							Média de Isolados		
	Barreiro Roxo SMP-IV	Norte 14	Baia Peri- forme	Jubileu	Excel	Red Creole	Texas Grano 502		Valencia nita	Cigani- nha
(X)										
Pira 1	20,71 ab	18,47 ab	20,90 a	19,15 ab	20,32 b	20,19 c	27,82 b	22,06 c	34,56 c	22,69 c
Pira 2	10,66 b	11,71 b	18,18 a	21,81 ab	20,76 b	33,19 ab	34,48 ab	37,93 ab	43,89abc	25,84 c
Pira 3	22,42 a	25,25 a	28,02 a	30,18 a	36,78 a	41,60 a	42,82 a	48,08 a	54,24 a	36,60 a
Pie 4	25,75 a	29,08 a	24,42 a	26,34 ab	28,89 ab	30,63abc	36,89 a	35,83 ab	51,03 ab	32,09 b
Pie 5	17,16 ab	20,02 ab	19,27 a	16,36 b	26,81 ab	27,28 bc	32,47 ab	31,19 bc	39,58 bc	25,57 c
(Y)										
M.C.	19,34 a	20,91 a	22,16 ab	22,77 ab	26,71 bc	30,58 cd	34,90 d	35,02 d	44,66 e	

M. C. = Média de Cultivares

Na linha, entre médias de cultivares (Y) ; nas colunas, entre médias de isolados (X) e entre médias de isolados dentro de cultivares (Z) , as médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

TABELA 12 - Valores dos coeficientes de correlação entre Taxa de Infecção (T.I.); Taxa de Crescimento (T.C.); Taxa de Queima de Ponta de Folhas (T.Q.P.F.); Taxa de Emergência (T.E.); Expressão Composta W_1 ; Expressão Composta W_2 e Expressão Composta W_3 . Ensaio com nove cultivares de cebola e cinco isolados de *P. terrestris*. Piracicaba, SP. 1981. Experimento I.

	T.C.	T.Q.P.F.	T.E.	W_1	W_2	W_3
T.I.	0,10 n.s.	0,51 **	0,05 n.s.	---	---	---
T.C.	---	- 0,41 **	0,41 **	---	---	- 0,39 **
T.Q.P.F.	---	---	- 0,07 n.s.	0,66 **	0,47 **	---
W_1	---	---	---	---	0,83 **	---

(ns) : Não significativo;

(**) : Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste t .

TABELA 13 - Efeito da concentração de inóculo na reação da cebola ao *P. terrestris*. Mudanças inoculadas aos 39 dias de idade. Valores e significâncias dos quadrados médios para duas expressões de reação. Isolado Pira 1. Piracicaba, SP. 1981. Experimento II

Causa da Variação	G. L.	Quadrados médios	
		N. P.	T. C.
Blocos	2	0,2405	146,7806
Concentrações (Conc.)	3	2,2898 **	277,9687 *
Resíduo (a)	6	0,0721	31,6673
Parcelas	11		
Cultivares (C)	2	1,0517 **	698,8887 **
Interação (Conc. x C)	6	0,3236 ns	57,8791 ns
Resíduo (b)	16	0,2611	68,9917
Total	35		
Média Geral		2,0555	76,33
Coeficiente de Variação (%):			
	(a)	13,06	7,37
	(b)	24,86	11,27
Transformações		$\sqrt{X + 0,5}$	$\text{arc sen } \sqrt{Y/100}$
Unidades		Número de picnídios	Y : %

(**) : Significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F ;
 (*) : Significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F ;
 (ns) : Não significativo.

N.P. : Número de Picnídios / 5 cm de raiz infectada;
 T.C. : Taxa de Crescimento.

TABELA 14 - Efeito da concentração de inóculo na reação da cebola ao *P. testis*, expresso em número de picnídios / 5 cm de raiz infectada. Inoculação aos 39 dias de idade. Isolado Pira 1. Piracicaba, SP. 1981. Dados não transformados. Experimento II

Cultivares	Concentrações (conídios/ml de susp.)				Média de Cultivares
	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	
Roxa Chata SMP-IV	1,41 a	2,12 a	3,12 a	3,75 a	2,60 a
Cojumatlan	2,58 a	3,33 a	6,21 ab	7,20 a	4,83 b
Barreiro SMJ-II	1,37 a	3,87 a	9,79 b	5,33 a	5,09 b
(X)					
Média de Concentrações	1,79 a	3,11 b	6,37 c	5,43 c	

Na linha, entre médias de concentrações (Y) ; nas colunas, entre médias de cultivares (X) e entre médias de cultivares dentro de concentrações (Z), as médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

TABELA 15 - Efeito da concentração de inóculo na reação da cebola ao *P. testis*, expresso através da Taxa de Crescimento. Inoculação aos 39 dias de idade. Isolado Pira 1. Piracicaba, SP. 1981. Dados não transformados. Experimento II.

Cultivares	Concentrações (conídios/ml de susp.)				Média de Cultivares
	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	
Roxa Chata SMP-IV	82,63 a ^(Z)	93,06 a	88,07 a	73,72 b	84,37 b ^(X)
Cojumatlan	93,46 a	99,55 a	90,03 a	96,13 a	94,79 a
Barreiro SMJ-II	92,33 a	100,00 a	98,18 a	89,45 a	94,99 a
<hr/>					
Média de concentrações	89,47 b ^(Y)	97,54 a	92,09 b	86,43 b	

Na linha, entre médias de concentrações (Y) ; nas colunas, entre médias de cultivares (X) e entre médias de cultivares dentro de concentrações (Z), as médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

TABELA 16 - Reação de cultivares de cebola, sob cultivo em solo naturalmente infestado por *P. terrestris*, expressa em Índice de Infecção por Notas. Avaliação aos 60 dias após a semeadura. Piracicaba, SP. 1981. Experimento III.

Cultivar	Origem ou População	Número de plântulas avaliadas	Frequência por classe de sintoma					Médias
			1	2	3	4	5	
Roxa Chata SMP-IV	Inst. de Genética - ESALQ	20	19	1	-	-	-	1,05
Cojumatlan	México	20	19	1	-	-	-	1,05
Monte Alegre	I.A.C., São Paulo	20	18	1	1	-	-	1,15
Excel	Corradini, Brasil	20	19	-	-	1	-	1,15
Barreiro Roxo SMP-IV	Inst. de Genética - ESALQ	20	17	2	1	-	-	1,20
Pira Tropical A/C	Inst. de Genética - ESALQ	20	17	2	1	-	-	1,20
Roxa Barreiro	G. Freitas, M.G.	20	15	4	1	-	-	1,30
Pira Tropical A/R	Inst. de Genética - ESALQ	20	16	2	2	-	-	1,30
Madeira Redonda	Portugal	20	15	3	2	-	-	1,35
Bala x Barreiro, F ₁	Agroflora, Brasil	20	12	6	2	-	-	1,50
Pira Pera A/C	Inst. de Genética - ESALQ	20	12	6	2	-	-	1,50
Bala do Cedo SMP-V	Inst. de Genética - ESALQ	20	11	7	2	-	-	1,55
Pira Pera SMP-I	Inst. de Genética - ESALQ	20	10	8	2	-	-	1,60
Norte 14	E. A. Duarte, R.S.	20	11	5	4	-	-	1,65
Pira Lopes A/R	Inst. de Genética - ESALQ	20	8	10	2	-	-	1,70
Barreiro SMP-III	Inst. de Genética - ESALQ	20	10	6	4	-	-	1,70
Pira Ouro A/R	Inst. de Genética - ESALQ	20	10	6	3	1	-	1,75
Composto Bala	Inst. de Genética - ESALQ	20	9	6	5	-	-	1,80
Bala Periforme	Inst. de Genética - ESALQ	20	9	6	5	-	-	1,80
Jubileu	J. Freitas, R.S.	20	4	12	4	-	-	2,00
H-1670	F. F. Santos, R.S.	20	4	7	9	-	-	2,10
Tubarão	Inst. de Genética - ESALQ	20	6	7	6	1	-	2,10
Pira Grana	Santa Catarina	20	4	8	8	-	-	2,20
Pira Dura A/C	Inst. de Genética - ESALQ	20	4	6	9	1	-	2,35
Red Creole	Inst. de Genética - ESALQ	20	4	3	12	1	-	2,50
Pira Couto	Keystone, E.U.A.	20	4	4	7	5	-	2,65
Bala Triunfo SMU-II	Inst. de Genética - ESALQ	20	1	6	11	2	-	2,70
Barreiro SMU-II	I.P.A., Pernambuco	20	2	2	15	1	-	2,75
Jubileu	I.P.A., Pernambuco	20	2	4	11	3	-	2,75
Calderana	J. D. Freitas	20	-	5	12	3	-	2,90
Chata Blanca	Chile	20	1	4	9	6	-	3,00
Texas Grano	Argentina	20	1	1	7	11	-	3,40
	Horticones, Brasil	20	1	1	7	11	-	3,40

(*) Frequência por classe de sintoma: número de plântulas cujos valores, atribuídos de acordo com o parâmetro Índice de Infecção por Notas, se enquadram dentro da classe.

TABELA 17 - Reação de cultivares de cebola, sob condição de cultivo em solo naturalmente infestado por *P. tenestis*, expressa em Índice de Infecção por Notas. Avaliação aos 80 dias após a semeadura. Pi racicaba, SP. 1981. Experimento IV.

Cultivar	Origem ou População	Número de plântulas avaliadas	Frequência por classe de sintoma					Médias
			1	2	3	4	5	
Yellow Granex	Royal Sluis, Holanda	20	20	-	-	-	-	1,00
Ringer Grano PRR	Dessert, E.U.A.	17	17	-	-	-	-	1,00
Barreiro Roxo SMP-IV (Br)	Inst. de Genética - ESNLQ	42	38	4	-	-	-	1,09
Golden Creole	Dessert, E.U.A.	19	16	3	-	-	-	1,16
Roxa Chata SMP-IV (C)	Inst. de Genética - ESNLQ	59	48	8	2	1	-	1,25
Cojumatlan (C)	México	25	16	9	-	-	-	1,36
Híbrido Experimental 28	Horticoeres, Brasil	21	14	6	1	-	-	1,38
Yellow Creole	Dessert, E.U.A.	23	13	10	-	-	-	1,43
Madeira Chata	Portugal	25	17	5	2	1	-	1,48
California Red Yate N. 2	E.U.A.	24	12	12	-	-	-	1,50
Cojumatlan, L. 2691 (C)	México	27	13	13	1	-	-	1,55
Yellow Granex	Dessert, E.U.A.	16	7	9	-	-	-	1,56
Excel Bermudas 986	Castle, E.U.A.	46	23	20	3	-	-	1,56
Baía do Oco x Canárias, F ₂	Inst. de Genética - ESNLQ	48	27	16	4	-	1	1,58
Baía Perifome (Bp)	E. Simões, R.S.	43	21	16	6	-	-	1,65
Setubal	Portugal	32	16	12	2	2	-	1,69
Excel	Corradini, Brasil	42	15	24	3	-	-	1,71
Pira Tropical A/R (Pt)	Inst. de Genética - ESNLQ	38	20	11	5	2	-	1,71
Baía x Valenciana, F ₃	Inst. de Genética - ESNLQ	56	27	14	14	-	1	1,82
Baía do Oco x Canárias, F ₃	Inst. de Genética - ESNLQ	46	19	19	6	-	2	1,85
Roxa Barreiro (Br)	G. Freitas, M.G.	36	13	16	6	1	-	1,86
Norte 14 (N)	EMPASC, Santa Catarina	37	12	19	4	1	1	1,92
Madeira Redonda	Portugal	15	3	10	2	-	-	1,93
Baía x Valenciana A/C, F ₅	Inst. de Genética - ESNLQ	75	32	23	13	4	3	1,97
Pira Tropical A/C (Pt)	Inst. de Genética - ESNLQ	44	14	16	13	1	-	2,02
(Baía x Excel) x Barreiro A/R, F ₄	Inst. de Genética - ESNLQ	48	24	8	9	4	3	2,04
Norte 14 (N)	A. Batista, R.S.	47	13	23	7	3	1	2,06
Pera Norte SMP-1	Inst. de Genética - ESNLQ	36	9	18	7	1	1	2,08
Baía x Excel A/C, F ₅	Inst. de Genética - ESNLQ	53	21	15	10	5	2	2,09
Egito	Calro, Egito	20	4	11	4	1	-	2,10
Baía do Oco SMP-II	Inst. de Genética - ESNLQ	35	10	15	7	2	1	2,11
Creola	EMPASC, Santa Catarina	48	10	20	16	2	-	2,21

continua ...

TABELA 17 - Continuação

Cultivares	Origem ou População	Número de plântulas avaliadas	Frequência por classe de sintoma					Médias
			1	2	3	4	5	
(Baia x Excel) x Baia, F ₃	Inst. de Genética - ESALQ	59	16	20	18	4	1	2,22
Baia x Cojumatlan A, F ₅	Inst. de Genética - ESALQ	84	16	37	26	5	-	2,24
(Baia x Excel) x Barreiro, F ₃	Inst. de Genética - ESALQ	46	16	11	12	5	2	2,26
Barreiro SMP-III (Br)	Inst. de Genética - ESALQ	33	8	8	16	1	-	2,30
Baia x Valenciãna A/R, F ₄	Inst. de Genética - ESALQ	64	17	15	24	5	3	2,40
Baia x Barreiro, F ₁	Agroflora, Brasil	38	4	19	11	3	1	2,42
Baia x Cojumatlan, F ₃	Inst. de Genética - ESALQ	50	10	17	15	7	1	2,44
Baia x Barreiro, F ₄	Inst. de Genética - ESALQ	61	12	16	28	4	1	2,44
Baia x Excel, F ₄	Inst. de Genética - ESALQ	50	7	21	15	7	-	2,44
Pira Pera SMP-I	Inst. de Genética - ESALQ	40	8	17	7	5	3	2,45
Norte 14 (N)	E. A. Duarte, R.S.	58	11	22	14	7	4	2,50
Baia Perfome Lacides (Bp)	Isla, Brasil	58	5	27	18	7	1	2,52
(Baia x Eclipse) x Red Creole, F ₄	Inst. de Genética - ESALQ	48	8	16	16	5	3	2,56
Baia Perfome (Bp)	Pe. N. Oliveira, R.S.	50	3	24	14	8	1	2,60
Pira Lopes A/R	Inst. de Genética - ESALQ	48	9	13	15	8	3	2,64
Baia x Barreiro, F ₃	Inst. de Genética - ESALQ	62	7	23	19	10	3	2,66
Baia Perfome (Bp)	F. Melo, R.S.	41	4	13	17	6	1	2,68
Creola Catarinense	Santa Catarina	46	6	12	22	2	4	2,69
Monte Alegre	I.A.C., Brasil	46	3	17	19	4	3	2,72
Pira Ouro A/R	Inst. de Genética - ESALQ	61	1	20	35	5	-	2,72
White Creole	Niagara, E.U.A.	52	2	20	24	2	4	2,73
(Baia x Excel) x Baia A/R, F ₅	Inst. de Genética - ESALQ	62	9	20	18	8	7	2,74
Pira Pera A/C	Inst. de Genética - ESALQ	40	5	15	11	3	6	2,75
Baia do Cedo SMP-IV	Inst. de Genética - ESALQ	48	4	14	21	7	2	2,77
Baia do Cedo SMP-III	Inst. de Genética - ESALQ	49	-	21	19	7	2	2,79
Baia do Cedo SMJ-II (B)	I.P.A., Pernambuco	63	-	26	25	10	2	2,81
Baia do Cedo (SMP-V)	Castle, E.U.A.	48	1	19	18	7	3	2,83
Baia x Cojumatlan, F ₂	Inst. de Genética - ESALQ	48	6	6	25	10	1	2,87
Valenciãna Sintético	Inst. de Genética - ESALQ	39	2	14	14	5	4	2,87
Baia do Cedo SMP-V	Inst. de Genética - ESALQ	55	-	20	23	10	2	2,89
Baia Sete Voltas	Inst. de Genética - ESALQ	45	3	14	17	6	5	2,91
Baia x Barreiro Composto, F ₂	Inst. de Genética - ESALQ	44	3	10	22	5	4	2,93

continua ...

TABELA 17 - Continuação

Cultivar	Origem ou População	Número de plântulas avaliadas	Frequência por classe de sintonia					Médias
			1	2	3	4	5	
Baia do Cedo SMU-I (A)	I.P.A., Pernambuco	33	1	9	16	5	2	2,94
Baia do Cedo SMP-II	Isla, Brasil	41	4	16	7	6	8	2,95
Baia Perifome (Bp)	A. Batista, R.S.	54	1	18	21	10	4	2,96
Baia x Texas Grano, F ₃	Inst. de Genética - ESALQ	36	3	10	12	7	4	2,97
Baia do Cedo SMU-III (A)	I.P.A., Pernambuco	36	-	10	20	3	3	2,97
Baia Perifome (Bp)	L. Freitas, R.S.	60	-	14	37	6	3	2,97
Tubarão	Santa Catarina	39	2	9	16	12	-	2,97
Pira Lopes A/C	Inst. de Genética - ESALQ	66	2	21	19	20	4	3,04
Baia x Red Creole, F ₄	Inst. de Genética - ESALQ	45	3	10	17	11	4	3,07
Pira Grana	Inst. de Genética - ESALQ	48	5	8	19	10	6	3,08
IPA-1 (Baia do Cedo SMU-II)	I.P.A., Pernambuco	45	3	7	22	9	4	3,09
Valencianita Peña	Argentina	30	1	3	19	6	1	3,10
Composto Baia SMU-III	I.P.A., Pernambuco	69	4	16	27	13	9	3,10
Composto Baia	Inst. de Genética - ESALQ	42	-	12	17	8	5	3,14
Baia Triunfo SMU-II	I.P.A., Pernambuco	55	-	10	31	9	5	3,16
IPA-2 (Composto Baia)	I.P.A., Pernambuco	35	-	6	20	6	3	3,17
Composto Baia Bulbino SMP-I	Inst. de Genética - ESALQ	58	2	12	23	15	6	3,19
Baia x Red Creole A/R, F ₅	Inst. de Genética - ESALQ	48	2	11	17	10	8	3,23
Jubileu (J)	J. D. Freitas, R.S.	42	-	12	14	10	6	3,24
Pira Dura A/C	Inst. de Genética - ESALQ	53	-	12	21	14	6	3,26
Baia x Texas Grano A/C, F ₅	Inst. de Genética - ESALQ	58	2	15	18	10	13	3,29
Jubileu (J)	F. F. Santos, R.S.	35	-	7	14	10	4	3,31
Baia x Texas Grano, F ₄	Inst. de Genética - ESALQ	66	1	14	26	13	12	3,32
Barreiro SMU- I (Br)	I.P.A., Pernambuco	63	1	8	33	11	10	3,33
Baia do Cedo Bulbino SMP-II	Inst. de Genética - ESALQ	45	-	11	14	11	9	3,40
Jubileu (J)	Glenez, Brasil	39	-	4	16	18	1	3,41
Red Creole	Keystone, E.U.A.	33	-	4	15	10	4	3,42
Calderana	Chile	28	1	4	11	5	7	3,46
Baia Perifome (Bp)	J. R. Freitas, R.S.	44	-	3	23	11	7	3,50
Baia do Cedo Bulbino SMP-I	Inst. de Genética - ESALQ	37	-	5	15	8	9	3,57
Baia Perifome (Bp)	J. Freitas, R.S.	47	-	6	16	16	9	3,59
Texas Grano 502	Agrow, E.U.A.	32	3	3	7	9	10	3,62

continua ...

TABELA 17 - Continuação

Cultivares	Origem ou População	Número de plântulas avaliadas	Frequência por classe de sintoma					Médias
			1	2	3	4	5	
(Baia x Texas Grano) x Baia, F ₄	Inst. de Genética - ESALQ	65	2	10	16	12	25	3,74
Ciganinha	Minas Gerais	23	-	-	10	8	5	3,78
Chata Blanca	Argentina	23	-	-	12	3	8	3,83
Pira Couto	Inst. de Genética - ESALQ	43	-	3	12	16	12	3,86
Perão	Inst. de Genética - ESALQ	49	-	2	17	15	15	3,88
Baia Periforme	P. L. Silva, R.S.	44	-	-	11	21	12	4,02
Texas Grano	Horticores, Brasil	35	-	-	4	14	17	4,37
H-1617	Inst. de Genética - ESALQ	38	-	-	2	9	27	4,66
Valencianita	I.N.T.A., Argentina	49	-	-	3	10	36	4,67
Roxa de Belém	I.P.A., Pernambuco	74	-	-	2	7	65	4,85

(*) Frequência por classe de sintoma: número de plântulas cujos valores, atribuídos de acordo com o parâmetros Índice de Infecção por Notas, se enquadram dentro da classe.

(Br) Grupo Barreiro

(Bp) Grupo Baia Periforme

(N) Grupo Norte 14

(C) Grupo Cojumatlan

(J) Grupo Jubileu

(Pt) Grupo Pira Tropical

TABELA 18 - Valores e significâncias dos quadrados médios para duas expressões da reação de cultivares de cebola ao *P. terrestris*. Inoculação aos 46 dias e avaliações aos 61 e 105 dias após a semeadura. Isolado Pira 1. Piracicaba, SP. 1981. Experimento V.

Causa da Variação	G. L.	Quadrados Médios	
		I.I.N.	Q
Blocos	3	0,017495	0,006587
Cultivares	32	0,165042 **	0,024154 **
Resíduo	96	0,021843	0,011127
Média Geral		1,5112	0,2872
Coeficiente de Variação		9,78%	36,73%
Transformação		$\sqrt{x}$	
Unidade	x :	I.I.N.	Q

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

I.I.N.: Índice de Infecção por Notas (avaliação aos 105 dias).

Q : Índice de Queima de Folhas (avaliação aos 61 dias).

TABELA 19 - Reação de cultivares de cebola ao *P. tentestis*, expressas em Infecção por Notas (I.I.N.) e Índice de Queima de Folhas (Q). Avaliação aos 105 e 61 dias, respectivamente, após a semeadura. Piracicaba, SP. 1981. Dados não transformados. Experimento V.

Cultivares	Origem ou População	Expressão de reação	
		I.I.N.	Q
Cojumatlan	México	1,17 *	0,27
Roxa Chata SMP-IV	Inst. de Genética - ESALQ	1,25 *	0,17
Pira Pera SMP-IV	Inst. de Genética - ESALQ	1,58 *	0,27
Pira Tropical A/C	Inst. de Genética - ESALQ	1,59 *	0,28
Roxa Barreiro	G. Freitas, M.G.	1,71 *	0,24
Barreiro SMP-III	Inst. de Genética - ESALQ	1,80 *	0,21
Barreiro Roxo SMP-IV	Inst. de Genética - ESALQ	1,83 *	0,31
Pira Tropical A/R	Inst. de Genética - ESALQ	1,87 *	0,15
Barreiro SMJ-II	I.P.A., Pernambuco	1,87 *	0,26
Pira Pera A/C	Inst. de Genética - ESALQ	2,00	0,27
Baia x Barreiro, F ₁	Agroflora, Brasil	2,00	0,29
Norte 14	E. A. Duarte, R.S.	2,00	0,34
Monte Alegre	I. A. C., Brasil	2,03	0,32
Pira Ouro A/R	Inst. de Genética - ESALQ	2,21	0,19
Jubileu	F. F. Santos, R.S.	2,21	0,19
Baia Triunfo SMJ-II	I.P.A., Pernambuco	2,21	0,24

continua ...

TABELA 19 - Continuação

Cultivares	Origem ou População	Expressão de reação	
		I.I.N.	Q
Pira Lopes A/R	Inst. de Genética - ESALQ	2,27	0,37
Perão	Inst. de Genética - ESALQ	2,29	0,32
Tubarão	Santa Catarina	2,33	0,35
Red Creole	Keystone, E.U.A.	2,37	0,24
Baia do Cedo SMP-V	Inst. de Genética - ESALQ	2,58	0,15
Pira Couto	Inst. de Genética - ESALQ	2,58	0,36
Composta Baia	Inst. de Genética - ESALQ	2,65	0,28
Pira Grana	Inst. de Genética - ESALQ	2,62	0,28
Jubileu	J. D. Freitas	2,63	0,26
Pira Dura A/C	Inst. de Genética - ESALQ	2,83	0,36
Madeira Redonda	Portugal	2,99	0,43 *
Texas Grano	Hortices, Brasil	3,00	0,48 *
Chata Blanca	Argentina	3,32 *	0,29
H - 1670	Inst. de Genética - ESALQ	3,29 *	0,28
Calderana	Chile	3,60 *	0,34
Excel	Corradini, Brasil	3,87 *	0,37
Baia Periforme	J. Freitas, R.S.	2,54	0,25

(*) Diferem significativamente da média da cultivar Baia Periforme (J. Frei-
tas), ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste t.

TABELA 21 - Reação de cultivares de cebola ao *P. tenthræus*, expressa em número de picnídios / 6 cm de raiz infectada. Ensaio em solo naturalmente infestado e avaliação aos 80 dias após a semeadura. Piracicaba, SP. 1981. Dados não transformados. Experimentos IV e VI.

Cultivar	Origem ou População	I. I. N. (a)	N. P. (b)	(*)
Barreiro Roxo SMP-IV	Inst. de Genética - ESALQ	1,09	0,55 a	
Roxa Chata SMP-IV	Inst. de Genética - ESALQ	1,25	0,65 ab	
Cojumatlan, L. 2691	México	1,55	0,70 ab	
Pira Tropical A/R	Inst. de Genética - ESALQ	2,02	0,85 ab	
Excel	Corradini, Brasil	1,71	0,90 abc	
Excel	Castle, E.U.A.	1,56	0,90 abc	
Tubarão	Santa Catarina	2,97	1,45 abcd	
Baia Periforme	J. Freitas, R.S.	3,59	1,60 bcd	
Pira Lopes A/R	Inst. de Genética - ESALQ	3,04	1,80 bcde	
Red Creole	Keystone, E.U.A.	3,42	1,85 cde	
Roxa de Belém	I.P.A., Pernambuco	4,85	2,90 def	
Valencianita	I.N.T.A., Argentina	4,67	3,35 ef	
Texas Grano	Horticeres, Brasil	4,37	3,80 f	

(a) I.I.N. : Índice de Infecção por Notas. Dados obtidos no Experimento IV;

(b) N.P. : Número de picnídios / 6 cm de raiz infectada;

(*) : Na coluna, as médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si, estatisticamente, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 22 - Valores e significâncias dos quadrados médios dos caracteres Produção em Bulbos e Peso Médio de Bulbos sob condição de cultivo da cebola em solo naturalmente infestado por *P. terrestris*. Piracicaba, SP. 1981. Experimento VII.

Causa da Variação	G. L.	Quadrados médios	
		P. B.	P. M. B.
Blocos	1	2,2770 n.s.	62,7708 n.s.
Cultivares	59	4,8035 **	416,1431 **
Resíduo	59	0,8830	89,3620
Total	119		
Média geral		3,375	41,10
Coefficiente de Variação		27,98%	23,00%

(**) Significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F;

(ns) Não significativo;

P. B.: Produção em Bulbos;

P.M.B.: Peso Médio de Bulbo.

TABELA 23 - Produções médias de cultivares de cebola sob condição de cultivo em solo naturalmente infestado por *P. testaceipes*. Piracicaba, SP. 1981. Experimento VII.

Cultivar	Origem ou População	Produção em bulbos (kg/3,0 m ²)	Peso médio de bulbo (g)
Barreiro SMP-III	Inst. de Genética - ESALQ	8,455 *	85,66 *
Yellow Granex	Dessert, E.U.A.	7,250 *	79,30 *
Barreiro Roxo SMP-IV	Inst. de Genética - ESALQ	5,930 *	60,64 *
Jubileu	F. F. Santos, R.S.	5,790 *	59,94 *
Roxa Barreiro	G. Freitas, M.G.	5,600 *	56,00 *
Pira Lopes A/C	Inst. de Genética - ESALQ	5,220 *	56,29 *
Pira Pera SMP-I	Inst. de Genética - ESALQ	5,135 *	61,86 *
Pira Ouro A/R	Inst. de Genética - ESALQ	5,020 *	55,40 *
Barreiro SMJ-II	I.P.A., Pernambuco	4,925 *	54,82 *
Perão	Inst. de Genética - ESALQ	4,890 *	54,33
Pira Tropical A/R	Inst. de Genética - ESALQ	4,825 *	52,76
Roxa Chata SMP-IV	Inst. de Genética - ESALQ	4,765 *	56,49 *
Baia do Cedo SMP-V	Inst. de Genética - ESALQ	4,625 *	48,81
Cojumatlan	México	4,535 *	53,53
Pira Lopes A/R	Inst. de Genética - ESALQ	4,225 *	43,63
Baia x Cojumatlan, F ₃	Inst. de Genética - ESALQ	4,045	49,89
Pira Pera A/C	Inst. de Genética - ESALQ	3,935	44,04
Baia x Barreiro A/R, F ₅	Inst. de Genética - ESALQ	3,870	49,94

continua ...

TABELA 23 - Continuação

Cultivar	Origem ou População	Produção em bulbos ² (kg/3,0 m ²)	Peso médio de bulbo (g)
Baia x Cojumatlan A/R, F ₅	Inst. de Genética - ESALQ	3,855	48,79
Baia Perifome	L. Freitas, R.S.	3,855	44,65
Baia x Excel, F ₄	Inst. de Genética - ESALQ	3,705	49,07
Baia Triunfo SMJ-II	I.P.A., Pernambuco	3,680	46,39
Baia x Cojumatlan, F ₂	Inst. de Genética - ESALQ	3,620	38,10
Madeira Chata	Portugal	3,555	53,77
Creola Catarinense	Santa Catarina	3,555	40,80
Baia Perifome	J. R. Freitas, R. S.	3,455	41,55
(Baia x Excel) x Barreiro, F ₄	Inst. de Genética - ESALQ	3,390	42,95
H - 1670	Inst. de Genética - ESALQ	3,315	39,74
Baia Perifome	H. Peraça, R. S.	3,310	46,47
Norte 14	A. Batista, R. S.	3,300	33,39
Baia Perifome	F. Melo, R.S.	3,285	48,59
Texas Grano 502	Asgrow, E.U.A.	3,255	49,99
Pira Tropical A/C	Inst. de Genética - ESALQ	3,050	36,66
Hybrid Onion R. 2151	Dinamarca	2,990	34,90
Baia do Cedo SMP-II	Inst. de Genética - ESALQ	2,980	34,32
Composto Baia	Inst. de Genética - ESALQ	2,960	37,72
Norte 14	E. A. Duarte, R.S.	2,945	34,09
Chata Blanca	Argentina	2,830	30,28

continua ...

TABELA 23 - Continuação

Cultivar	Origem ou População	Produção em bulbos ² (kg/3,0 m)	Peso médio de bulbo (g)
Texa Grano	Horticeres, Brasil	2,760	40,58
Valencianita	I.N.T.A., Argentina	2,640	33,74
White Creole	Niagara, E.U.A.	2,620	27,72
Norte 14	EMPASC, Santa Catarina	2,500	28,66
Excel Bermudas 986	Castle, E.U.A.	2,455	31,01
Tubarão	Santa Catarina	2,270	25,76
White Creole F. M.	E.U.A.	2,255	29,63
IPA - 2 (Composto Baia)	I.P.A., Pernambuco	2,250	27,95
Baia Periforme	A. Batista, R.S.	2,200	29,62
Pira Couto	Inst. de Genética - ESALQ	2,190	33,67
Jubileu	J. D. Freitas, R.S.	2,170	31,38
Baia Periforme	Pe. N. Oliveira	2,005	38,16
Valencianita Peña	Argentina	1,995	32,41
Red Creole	Keystone, E.U.A.	1,865	25,97
Baia x Texas Grano, F ₄	Inst. de Genética - ESALQ	1,825	21,10
Baia Periforme	P. L. Silva, R.S.	1,405	30,03
Pira Dura A/C	Inst. de Genética - ESALQ	1,365	21,58
Baia x Red Creole, F ₄	Inst. de Genética - ESALQ	0,925	20,12
Monte Alegre	I.A.C., Campinas	0,775	17,76

continua ...

TABELA 23 - Continuação

Cultivar	Origem ou População	Produção em bulbos ² (kg/3,0 m)	Peso médio de bulbo (g)
Ciganinha	Minas Gerais	0,510	10,49 *
Baia x Red Creole, F ₅	Inst. de Genética - ESALQ	0,280 *	17,41
Baia Periforme	J. Freitas, R.S.	2,325	35,48

(*) Difere significativamente da média da cultivar Baia Periforme (J. Freitas), ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste t.

TABELA 24 - Valores do coeficiente de correlação entre expressões de reação da cebola ao *P. terrestris* e a produção de cebola, sob cultivo em solo naturalmente infestado pelo patógeno. Piracicaba, SP. 1981.

Expressões de reação	Q aos 61 dias	Índice de Infecção por Notas aos		
		(b)	60 dias (a)	80 dias (a) 105 dias (b)
Produção em bulbos	- 0,48 **	- 0,34 n.s.	- 0,45 *	- 0,49 **

(ns) : Não significativo;

(*) : Significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste t;

(**) : Significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste t.

(a) Avaliação realizada em plântulas cultivadas em parcelas com solo uniformemente infestado por *P. terrestris*;

(b) Mudanças inoculadas (isolado Pira 1), aos 46 dias após a semeadura;

Q : Índice de Queima de Folhas.

Observação: Os cálculos dos coeficientes de correlação foram baseados nas médias de 28 cultivares que fizeram parte, simultaneamente, dos experimentos III, IV, V e VII.

TABELA 25 - Reação ao *P. terrestris* na geração F₂ de cruzamentos entre cultivares de cebola, expressa em Índice de Infecção por Notas (I.I.N.). Piracicaba, SP. 1981. Experimento VIII.

Geração	Cruzamentos	I. I. N.					Total de plantas	I.I.N. médio
		1	2	3	4	5		
F ₂	Baia x Excel	11	98	122	92	61	384	3,24
F ₂	Baia x Cojumatlan	3	86	124	93	83	389	3,43

TABELA 26 - Análise da segregação, na geração F_2 de cruzamentos entre cultivares de cebola, para reação de resistência e suscetibilidade de ao *P. terneisii*. Piracicaba, SP. 1981. Experimento VIII.

Geração	Cruzamentos	Número de Plantas			χ^2	P
		Resis- tentes (a)	Susce- tíveis (b)	Total		
F_2	Baia x Excel	109	275	384	2,35	0,20 - 0,10
F_2	Baia x Cojumatlan	89	300	389	0,93	0,50 - 03,0

- (a) Reação de resistência: classes fenotípicas 1 e 2 ;
 (b) Reação de suscetibilidade: classes fenotípicas 3 , 4 e 5 ;
 (c) Proporção esperada de resistentes: suscetíveis 1:3 .

TABELA 27 - Reação de cultivares de cebola ao *P. terrestris*, expressa em Índice de Infecção por Notas, em função da idade da plântula no momento da avaliação. Piracicaba, SP. 1981. Experimentos III, IV e V.

Cultivares	Idade das plântulas *			Diferenças (B) - (A)
	60 ** dias	80 ** dias (A)	105 *** dias (B)	
Roxa Chata SMP-IV	1,05	1,25	1,25	0,00
Cojumatlan	1,05	1,36	1,17	- 0,19
Monte Alegre	1,15	2,72	2,03	- 0,69
Excel, Corradini	1,15	1,71	3,87	+ 2,16
Barreiro Roxo SMP-IV	1,20	1,09	1,83	+ 0,74
Pira Tropical A/C	1,20	2,02	1,59	- 0,43
Roxa Barreiro, G. Freitas	1,30	1,86	1,71	- 0,15
Pira Tropical A/R	1,30	2,32	1,87	- 0,45
Madeira Redonda	1,35	1,93	2,99	+ 1,06
Baia x Barreiro, F ₁	1,50	2,42	2,00	- 0,42
Pira Pera A/C	1,50	2,75	2,00	- 0,75
Baia do Cedo SMP-V	1,55	2,89	2,58	- 0,31
Pira Pera SMP-I	1,60	2,45	1,58	- 0,87
Norte 14, E. A. Duarte	1,65	2,50	2,00	- 0,50
Pira Lopes A/R	1,70	2,64	2,27	- 0,37
Barreiro SMP-III	1,70	2,30	1,80	- 0,50
Pira Ouro A/R	1,75	2,72	2,21	- 0,51
Composto Baia	1,80	3,14	2,65	- 0,49
Baia Periforme, J. Freitas	1,80	3,59	2,54	- 1,05
Jubileu, F. F. Santos	2,00	3,31	2,21	- 1,10
H - 1670	2,10	4,66	3,29	- 1,37

continua ...

TABELA 27 - Continuação

Cultivares	Idade das plântulas *			Diferenças (B) - (A)
	60 ** dias	80 ** dias (A)	105 *** dias (B)	
Tubarão	2,10	2,97	2,33	- 0,64
Perão	2,10	3,57	2,29	- 1,28
Pira Grana	2,20	3,08	2,62	- 0,46
Pira Dura A/C	2,35	3,26	2,83	- 0,43
Red Creole	2,50	3,42	2,37	- 1,05
Pira Couto	2,65	3,86	2,58	- 1,28
Baia Triunfo SMJ-II	2,70	3,16	2,21	- 0,95
Barreiro SMJ-II	2,75	3,33	1,87	- 1,46
Jubileu, J. D. Freitas	2,75	3,24	2,63	- 0,61
Calderana	2,90	3,46	3,60	+ 0,14
Chata Blanca	3,00	3,83	3,32	- 0,51
Texas Grano	3,40	4,37	3,00	- 1,37

(*) Número de dias após a semeadura;

(**) Avaliação realizada em plântulas cultivadas em parcelas com solo naturalmente infestado por *P. terrestris*;

(***) Plântulas inoculadas (isolado Pira 1) aos 46 dias após a semeadura.

TABELA 28 - Interpretação das expressões de reação de nove cultivares de cebola, cultivadas em solo inoculado com cinco isolados de *P. testis*, de acordo com o "Esquema proposto para explicação das expressões de reação, ocorridas no complexo cebola x *P. testis*, baseado no estudo de correlações". Piracicaba, SP. 1981. Experimento I

Cultivares	Expressões de reação					Diferenças		
	Taxa de redução do crescimento (T.R.C.)	Taxa de redução de emergência (T.R.E.)	Taxa de Infecção (T.I.)	Taxa de Queima de Ponta de Folhas (T.Q.P.F.)	Expressão Composta W ₁	Expressão Composta W ₂	(T.Q.P. F.) menos W ₁	(T.Q.P. F.) menos W ₂
Barreiro Roxo SMP-IV	16,82	16,14	16,11	24,49	32,93	32,25	- 8,44	- 7,76
Ciganinha	22,64	33,97	53,34	57,39	75,98	87,31	- 18,59	- 29,92
Valencianita	15,90	15,00	44,88	44,29	60,78	59,88	- 16,49	- 15,59
Baia Perifome	9,57	19,47	22,18	34,83	31,75	41,65	+ 3,08	- 6,82
Jubileu	16,69	14,27	21,62	29,99	38,31	35,89	- 8,32	- 5,90
Norte 14	12,09	31,51	22,87	27,75	34,96	54,38	- 7,21	- 26,63
Excel	24,25	22,90	7,96	47,78	32,21	30,86	+ 15,57	+ 16,92
Red Creole	14,77	14,94	31,32	45,66	46,09	46,26	- 0,43	- 0,60
Texas Grano 502	18,90	28,83	36,35	49,38	55,25	65,18	- 5,87	- 15,80
Reação do Hospedeiro ao Patógeno	Tolerância		Res.	Res. + Tol. + Ef. Int. Res. x Tol.	Res. + Ef. de Int. Res. x Tol.	-	Ef. de Int. Res. x Tol.	*

(*) Res. = Resistência ; Tol. = Tolerância ; Ef. Int. Res. x Tol. = Efeito de Interação Resistência x Tolerância.

APÊNDICE 2 -

FIGURAS

- (X) Concentração do inóculo em conídios/ml de suspensão;
 (Y) Reação do hospedeiro expresso em número de picnídios / 5 cm de raiz infectada.

FIGURA 1 - Efeito da concentração de inóculo na reação de cebola à *Pyrenochaeta terrestris* (Hansen) Gorenz , Walker e Larson, expresso em número de picnídios / 5 cm de raiz infectada. Isolado Pira 1 . Piracicaba, SP. 1981.

(X) Concentração do inóculo em conídios/ml de suspensão;

(Y) Reação do hospedeiro expresso em Taxa de Crescimento.

FIGURA 2 - Efeito da concentração do inóculo na reação da cebola à *Pyrenochaeta terrestris* (Hansen) Gorenz, Walker e Larson, expresso em Taxa de Crescimento. Isolado Pira 1. Piracicaba, SP. 1981.

- 1 - Barreiro Roxo SMP-IV
- 2 - Roxa Chata SMP-IV
- 3 - Cojumatlan
- 4 - Pira Tropical A/R
- 5 - Excel, Corradini
- 6 - Excel, Castle
- 7 - Tubarão
- 8 - Baia Periforme, J. Freitas
- 9 - Pira Lopes A/R
- 10 - Red Creole
- 11 - Roxa de Belém
- 12 - Valencianita
- 13 - Texas Grano

(X) Índice de infecção por Notas;

(Y) Número de Picnídios / 6 cm de raiz infectada;

(**) Significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste t .

FIGURA 3 - Regressão linear do Índice de infecção por notas sobre Número de Picnídios / 6 cm de raiz infectada. Ensaio em solo naturalmente infestado por *Pyrenochaeta terrestris* e avaliação aos 80 dias após a semeadura. Piracicaba, SP. 1981.

FIGURA 4 - Esquema proposto para explicação das expressões de reação, ocorridas no complexo cebola x *Pyrenochaeta terrestris*, baseado no estudo de correlações.

- (a) Não foi encontrada correlação significativa entre Taxa de Emergência e Taxa de Queima de Ponta de Folhas;
- (b) Desprezou-se o efeito devido aos mecanismos de resistência que, embora presente, apresenta efeito irrelevante.

W_1 = Expressão Composta W_1 ;

W_2 = Expressão Composta W_2 ;

r = Coeficiente de correlação entre duas variáveis consideradas;

(**) Significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste t ;

(ns) Não significativo estatisticamente.

FIGURA 5 - Modelo explicativo da hipótese de independência entre as reações de resistência e de tolerância no complexo cebola x *Pyrenochaeta terrestris*.

X_0 = População inicial de patógeno antes da penetração no hospedeiro;

X_1 = População de patógeno no interior do hospedeiro;

R = Expressão da reação de resistência do hospedeiro dificultando a penetração e a colonização pelo patógeno;

T = Expressão da reação de tolerância do hospedeiro atenuando os efeitos deletérios do patógeno;

Y = Expressão final resultante dos efeitos das reações de resistência e de tolerância e da interação entre ambas;

W = Valor obtido pela somatória das expressões de resistência e de tolerância (Y menos efeito devido à interação entre as reações de resistência e de tolerância);

r = Coeficiente de correlação entre duas variáveis consideradas.

(n.s.) Não significativo;

(* *) Altamente significativo estatisticamente.