

## AS FERRUGENS (*Puccinia sorghi*, *P. Polysora*, *Physopella zae*) DO MILHO (*Zea mays*). IV. AVALIAÇÃO DAS PERDAS CAUSADAS PELA FERRUGEM COMUM (*P. sorghi*)<sup>1</sup>

JOACHIM F. W. VON BÜLOW<sup>2</sup>

### Sumário

Um ensaio de campo em blocos partidos com os tratamentos de quatro linhagens puras (duas de suscetibilidade ativa e duas de suscetibilidade passiva), inoculadas e não inoculadas por mistura de treze raças de *P. sorghi* é descrito. A análise indica que nas linhagens de suscetibilidade passiva houve diminuição da colheita de 35 a 36%; nas linhagens de suscetibilidade ativa não houve perdas significativas.

O relato das observações nos campos de produção no Centro-Sul do Brasil indica que em 1963/64 não houve perdas significativas pelas ferrugens nos milharais visitados pelo autor. Mas no litoral do Rio de Janeiro *P. polysora* ataca em grau máximo em plantios tardios. As observações nos campos de linhagens e produção de semente básica no Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Centro-Sul (IPEACS) indicam perdas consideráveis.

### INTRODUÇÃO

Em fitotecnia há grande necessidade de saber traduzir o grau de ataque das doenças, observadas nas plantas cultivadas, em termos quantitativos. Na avaliação, o mais importante é o volume de perda, associado com a intensidade observada de doença (Chester 1959). Rhind (1954), citado por Padwick (1956), avaliou as perdas por *P. polysora* na África em 40% da colheita de grãos, confirmando esta estimativa experimentalmente. Obteve a colheita potencial de milho com auxílio de proteção química da testemunha.

Confirmando e investigando mais as observações de Weber (1922), Russel & Hooker (1959) acham que no "corn belt" os campos de milho doce e os campos de produção de sementes têm sofrido mais pelo ataque de *P. sorghi*.

No Brasil já temos produção de híbridos em escala cada vez maior em vários estados da federação. No presente trabalho comunicamos algumas observações sobre a incidência das ferrugens nos milharais do Centro e Sul do país em 1963/64; além disso,

queremos demonstrar às entidades criadoras de milho híbrido resultados experimentais sobre as perdas que *P. sorghi* possa causar na produção de semente básica.

### MATERIAL E MÉTODOS

#### Observações da incidência das ferrugens

Para termos uma idéia da percentagem de tecido verde destruído por ataque de *P. sorghi*, de certo grau de intensidade, colhemos folhas representativas de ataque mais fraco, médio e mais forte do milharal de um lavrador da Baixada Fluminense. Fragmentos de limbo foliar foram aumentados (3,85 vezes) em projeção com auxílio de um epidioscópio e desenhados sobre papel, com tôdas as necroses de *P. sorghi* e também de *Helminthosporium turcicum*. Por pêso determinamos as percentagens de necroses.

Leituras do ataque de *P. sorghi* foram feitas em 1964 em cinco estados do Centro-Sul do Brasil. No km 47, avaliamos os ataques de *P. sorghi* e *P. polysora* em linhagens de inverno (julho/agosto de 1963 e 1964) linhagens de verão (janeiro/fevereiro de 1964), campos de "top-cross" e campos de produção do híbrido duplo IAC — H 6999.

#### Avaliação experimental das perdas por *P. sorghi*

O experimento foi plantado no dia 21 de abril de 1964, pois na Baixada Fluminense *P. sorghi* não en-

<sup>1</sup> Este trabalho foi recebido para publicação em 5 de setembro de 1966 e constitui o Boletim Técnico n.º 37 do Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Centro-Sul (IPEACS). Foi desenvolvido na Seção de Fitotecnia do IPEACS em 1964, com auxílio do Conselho Nacional de Pesquisas.

<sup>2</sup> Professor Assistente do Departamento de Fitotecnia da Universidade Rural do Brasil, km 47, Campo Grande, CB. ZC-26.

contra condições favoráveis no verão a partir de novembro. Usamos 4 linhagens distintas, das quais sabíamos, pelos testes prévios, que duas eram dotadas de certa resistência e duas eram suscetíveis a *P. sorghi*. Adubamos com 80 kg/ha N, 120 kg/ha  $P_2O_5$  e 60 kg/ha  $K_2O$ .

Foram feitas duas inoculações pelo método de Zehner e Humphrey (1929). Na primeira, nos dias 4 e 5 de julho, usamos 80 mg de urediosporos por litro d'água, ou seja 40 esporos por gota-seringa (40 esporos x 80 gotas = 3.200 esporos por ml). Cada planta das parcelas inoculadas levou uma injeção de 1,5 ml (em média) da suspensão na altura da bainha da quinta folha. Na segunda injeção, nos dias 24 e 25 de junho, inoculamos 4-5 ml de uma suspensão contendo 40 mg de esporos por litro. A leitura do grau de ataque e percentagem de necroses nas folhas, causadas tanto pelas inoculações como por ataque espontâneo de *P. sorghi*, assim como a leitura do ataque por *Helminthosporium turcicum*, foram feitas no dia 6 de agosto. As capinas, as pulverizações contra pragas e as regas foram executadas na medida do necessário. Foi feito o desbaste de modo a deixar duas plantas em cada cova de 40 em 40 cm, com espaçamento de 1 m entre linhas. A colheita foi feita no dia 13 de setembro. O esquema experimental usado foi blocos ao acaso com parcelas subdivididas ("split plot"). Tratamento em parcelas: inoculação com a suspensão da mistura de urediosporos de 13 raças de *P. sorghi*. Tratamento em subparcelas: 4 linhagens de milho do Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Centro-Sul (IPEACS).

|              |                             |
|--------------|-----------------------------|
| a - 709/59   | } com suscetibilidade ativa |
| b - 290/61i  |                             |
| c - 358/62i  | } com suscetibilidade ativa |
| d - 1.507/61 |                             |

Área útil de cada subparcela: 5,2 m<sup>2</sup>.

No ensaio fizemos a avaliação da percentagem de destruição de cada folha atingida pelo ataque de *P. sorghi*, tanto pela inoculação feita, como pelo ataque espontâneo, dando o número total de folhas necrosadas. Damos o número que representa o grau de ataque por *P. sorghi* e por *Helminthosporium turcicum*. (Quadro 1)

## RESULTADOS

### Estudos de folhas necrosadas

O ataque de *P. sorghi* e *H. turcicum* numa variedade local (Cateto) avaliamos pelos graus 1-2 e 0-1,

respectivamente. As percentagens das necroses, em relação ao limbo sem nervura central, em quatro folhas que julgamos representativas, foram:

|           |                      |  |
|-----------|----------------------|--|
| Folha I   | ( <i>P. sorghi</i> ) | : 1,695% (ataque médio)                                      |
| Folha II  | " "                  | : 0,272% (menor ataque)                                      |
| Folha III | " "                  | : 1,878% (maior ataque)                                      |
| Folha IV  | {                    | ( <i>H. turcicum</i> ) : 0,939% (uma mancha)                 |
|           | {                    | ( <i>P. sorghi</i> ) : 0,364%                                |
|           | {                    | ( <i>H. turcicum</i> ) : 0,566% (uma 2. <sup>a</sup> mancha) |

As necroses não se distribuíam na folha toda, mas concentravam-se numa área de extensão de 1/10 até 3/10 do seu comprimento.

### Leitura do ataque de *P. sorghi* e *P. polysora* nos campos de linhagens e cruzamentos do IPEACS

Nos campos de linhagens de inverno (1963 e 1964), foram observados ataques das duas ferrugens variando de graus 0-3, indo mais raramente até o grau 4. No campo das linhagens de verão (1964), tardiamente plantadas, só pudemos observar a incidência de *P. polysora*, graus 0-4. No campo de "top cross, os híbridos simples do Instituto Agrônomo de Campinas que compõe o H 6999 (um dos quais fôra usado como variedade fornecedora de polen), sofreram um ataque forte, embora tardio, de *P. polysora*, grau 3-4. Interessante foi observar que o grau deste ataque nos mesmos híbridos foi bem menor (grau 0-3), em locais diferentes. Cumpre ressaltar por isso que o campo de "top cross" achava-se em condições muito boas de fertilidade, não ocorrendo isso nos campos de cruzamentos comerciais, onde se podia observar sinais de deficiências.

### Observações do ataque de *P. sorghi* em diversas regiões brasileiras no ano de 1964

Minas Gerais: Zona da Mata e Belo Horizonte 1-2 - Uberlândia e Capinópolis 0-1

Brasília: Nos vales férteis 1-3. No campo cerrado 0-1 São Paulo: Piracicaba 0-1

Santa Catarina: Mafra 0-2

Rio Grande do Sul: 0-1.

### Avaliação experimental das perdas

A linhagem 709/59 reage contra quase todas as raças porém as raças 1, 7 e 11 são as responsáveis pelas pústulas do tipo 3-4 (Bülow 1967) que de início esparçadamente apareciam no experimento. Após a florada mostrou um ataque espontâneo de pequena expansão. Observamos nela também pequeno ataque da "ferrugem do verão" (*P. polysora*). A linhagem 290/61i, embora no estado de "seedling" seja suscetível a algumas raças (Bülow 1967), resistiu muito bem

no campo, mostrando somente o tipo 2 de pústulas e nenhum ataque espontâneo. A linhagem 358/62i ficou seriamente atacada pelas inoculações artificiais e naturais. Além disso mostrou um fator que parece ser a incapacidade de absorver o potássio em quanti-

resultados da análise estatística (Gomes 1963) acham-se resumidos no Quadro 2. A análise de variância revelou não haver diferença significativa entre blocos (repetições) e entre inoculado e não inoculado (tratamento em parcelas). A análise das subparcelas

QUADRO 1. Resultados das avaliações e leituras nas linhagens do ensaio de campo ("split plot"), inoculadas artificialmente por *P. Sorghii* e não inoculadas mas atacadas ou não naturalmente por *P. Sorghii* II. *Turcicum*

| Linhagens inoculadas e não-inoculadas | <i>P. sorghii</i>                                  |                     |                     | <i>H. turcicum</i>                    |                     |                     |                     |
|---------------------------------------|--|---------------------|---------------------|---------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                                       | Necroses decorrentes de duas injeções hipodérmicas |                     |                     | Necroses decorrente de ataque natural |                     |                     |                     |
|                                       | Área foliar destruída %                            | leitura: grau 0 a 4 | fólias atacadas n.º | Área foliar destruída %               | leitura: grau 0 a 4 | fólias atacadas n.º | leitura: grau 0 a 4 |
| 703/59 (a)                            | 2,0  | 2                   | 6                   | 0,5                                   | 1                   | 3                   | 0-1                 |
| 290/61i (b)                           | 0,8  | 2                   | 6                   | 0,0                                   | 0                   | 0                   | 0-1                 |
| 358/62i (c)                           | 12,0   | 3                   | 5                   | 4,0                                   | 2                   | 12                  | 0                   |
| 1507/61 (d)                           | 20,0   | 3                   | 6                   | 1,0                                   | 1-2                 | 4                   | 0-1                 |

QUADRO 2. Resultados da análise estatística (Gomes 1963)

| Quadro de Variância |      |           |         |         |
|---------------------|------|-----------|---------|---------|
| Fontes de variação  | G.L. | S.Q.      | O.M.    | F       |
| Total parcelas      | 7    | 217.279   |         |         |
| Inoculação          | 1    | 121.896   | 121.896 | 6,56    |
| Repetição           | 3    | 139.648   | 46.550  | 2,51    |
| Resíduo (a)         | 3    | 55.735    | 18.578  |         |
| Total sub-parc.     | 31   | 1.320.555 |         |         |
| Total parcelas      | 7    | 317.279   |         |         |
| Linhagens           | 3    | 386.739   | 128.914 | 40,82** |
| Linh. x Inocul.     | 3    | 51.053    | 17.017  | 5,39**  |
| Resíduo (b)         | 18   | 56.849    | 3.158   |         |

#### Teste de Duncan

| Linhagens                              | inoculadas g   | não inocul. g | Diferenças g   | kg/ha |
|--|----------------|---------------|----------------|-------|
| 703/59 (a)                             | 702            | 709           | 7              | 13    |
| 290/61i (b)                            | 480            | 574           | 94             | 181   |
| 358/62i (c)                            | 312            | 489           | 177**          | 341   |
| 1507/61 (d)                            | 396            | 611           | 215**          | 413   |
| D <sub>3</sub> (Duncan):               | 140,28 g (5%); |               | 207,31 g (1%); |       |
| C.V. (a) = 12,77%; C.V. (b) = 10,52 %; |                |               |                |       |

dades suficientes, sendo que no dia da observação 50% da superfície verde das plantas já havia secado. A linhagem 1.507/61 ficou seriamente afetada na sua larga folhagem, pelos ataques decorrentes das injeções e menos por ataque natural.

O Quadro 1 dá estes resultados das leituras feitas no campo no dia 6 de agosto de 1964. Os

revelou diferenças altamente significativas entre linhagens e na interação linhagens x inoculação. Interessa-nos investigar mais detalhadamente esta interação altamente significativa.

Aplicamos o teste de Duncan, fazendo os contrastes independentemente para cada linhagem inoculada x não inoculada. Conforme se vê no Quadro 2, nas linhagens resistentes não houve diferença significativa, mas nas suscetíveis houve significância.

## CONCLUSÕES

### Avaliação experimental

Pelos resultados do ensaio, parece que em campos de produção de semente básica pode haver uma perda da ordem de 35-36% no peso de grãos, quando ocorre um ataque precoce de grau 3, como o que foi por nós provocado.

No ensaio, as duas linhagens portadoras de fatores de resistência, mantiveram a resistência protoplasmática que mostraram em testes de "seedlings". Das duas suscetíveis, a 258/62i mostrou-se suscetível tanto por inoculação como por ataque natural. Mas a 1507/61, com grande suscetibilidade protoplasmática, mostrou uma resistência de campo relativamente boa. (Hooker & Roux 1957)

Os ataques de grau 1 ou grau 2 não provocaram perda significativa estatisticamente, sendo esta a explicação porque as diferenças em parcelas pelos tratamentos inoculado e não inoculado não foram significativas.

### Observações nos campos de produção e campos de linhagens

Pelas leituras feitas, *P. sorghi* e *P. polysora* não excederam em geral o grau 2 de ataque nos milharais cultivados para produção de consumo por nós visitados em 1963/1964 no Centro-Sul do Brasil.

Nos campos de linhagens e campos de cruzamentos, as duas ferrugens, quando aparecem precocemente, podem causar prejuízos consideráveis. Urge investigar se o ataque grave, embora tardio, causa perdas de vulto econômico ou não. Poderá ser feito o teste com auxílio de fungicida.

### AGRADECIMENTOS

Deixamos aqui os nossos sinceros agradecimentos ao Eng.º Agrônomo Octávio de Almeida Drumond, nosso orientador, e o Eng.º Agrônomo Renato Ruschel que nos forneceu as sementes. Somos gratos pelo apoio recebido do Conselho Nacional de Pesquisas e do Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Centro-Sul e pela ajuda do pessoal de campo e de datilografia.

### REFERÊNCIAS

- Bülow, J. F. W. von 1967. As ferrugens (*P. sorghi*, *P. polysora*, *Ph. zaeae*) do milho (*Zea mays*). III. Raças da ferrugem comum (*P. sorghi*). Pesq. agropec. bras. 2:229-235.
- Chester, K.S. 1959. How sick is the plant? In: Horsfall, J. G. & Dimond, A. E. (ed.). Plant pathology. Vol. 1. Academic Press, New York, p. 100-140.
- Gomes, P. F. 1963. Curso de estatística experimental. 2.ª ed. Esc. Sup. de Agric. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, São Paulo, Brasil.
- Hooker, A.L. & Le Roux, P.M. 1956. Sources of protoplasmic resistance to *Puccinia sorghi* in corn. Phyt. 47 (4):187-191.
- Padwick, G.W. 1956. Losses caused by plant diseases in the colonies. Phytopath. Papers, n.º 1, Myc. Inst., Kew, Surrey. 60 p.
- Russel, W.A. & Hooker, A.L. 1959. Inheritance of resistance in corn to rust, *P. sorghi* Schw., and genetic relationship among different sources of resistance. Agr. J. 51 (1):21-24.
- Weber, G.F. 1922. Studies on corn rust. Phyt. 12:89-97.
- Zehner, M.G. & Humphrey, H.B. 1929. Smuts and rusts produced in cereals by hypodermic injection of inoculum. J. agr. Res. 28(11):1-6.

### CORN (*Zea mays*) RUSTS (*Puccinia sorghi*, *P. polysora*, *Physopella zaeae*). IV. ESTIMATION OF LOSSES CAUSED BY THE COMMON CORN RUST (*P. sorghi*)

#### Abstract

A field plot experiment (split plot) is described. Treatments were: four inbred corn lines, two of them with active susceptibility and the other two with passive susceptibility, half of all individual plants inoculated by hypodermic injection with a mixture of thirteen *P. sorghi* races, the other half non-inoculated. Analysis shows a 35 to 36% loss in susceptible inoculated susceptible lines but no significant loss neither in non inoculated susceptible lines nor in resistant inoculated or non-inoculated lines.

Record of production field rust observations in the Brazilian Center-South in 1963/1964 does not evident any significant loss in fields visited by the author. But *P. polysora* in the coastal low and hot region near Rio de Janeiro is indicated as attacking quite violently in corn fields sown late in the season. Inbred line field and basic seed production field observations, made in the *Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Centro-Sul* (IPEACS), suggest considerable losses due to both pathogens.