

# FATORES ENVOLVIDOS NA SUPRESSIVIDADE A *Rhizoctonia solani* EM ALGUNS SOLOS TROPICAIS BRASILEIROS<sup>(1)</sup>

F. A. RODRIGUES<sup>(2,4)</sup>, G. F. CORRÊA<sup>(3)</sup>,  
M. A. dos SANTOS<sup>(3)</sup> & E. L. BORGES FILHO<sup>(2)</sup>

## RESUMO

O experimento foi realizado em condições de casa de vegetação, na Universidade Federal de Uberlândia, no período de março a agosto de 1995, visando determinar, em sete classes de solo, a supressividade ao fungo *Rhizoctonia solani* e estudar o possível relacionamento dessa característica com a mineralogia, propriedades físicas e químicas e populações de fungos do solo. Após proceder à inoculação dos solos com *R. solani*, multiplicada em grãos de sorgo autoclavados, observou-se que o índice de doença em plântulas de soja aumentou em todos eles. Tal índice foi sempre maior na camada de 0-20 cm, associando-se com o maior teor de matéria orgânica, com exceção do Solo Orgânico eutrófico (SOe), o qual apresentou um índice de doença similar nas duas profundidades (0-20 e 20-40 cm). O efeito supressivo a *R. solani*, observado no material do Plintossolo distrófico (PTd) e no Latossolo Vermelho-Escuro álico (LEa), relacionou-se com a textura muito argilosa, com a alta saturação por alumínio e com a vegetação (fase cerrado), mesmo com a ausência de *Trichoderma* spp. Os materiais do Solo Orgânico eutrófico (SOe), do Latossolo Roxo distrófico (LRd) e da Terra Roxa Estruturada eutrófica (TRe) apresentaram maior condutividade a *R. solani*, possivelmente relacionada com o caráter eutrófico e com o teor da matéria orgânica, decorrente do tipo de cobertura vegetal (fase vegetação). O material do Latossolo Vermelho-Escuro álico textura média (LEam) e o do Latossolo Vermelho-Amarelo álico (LVa) mostraram comportamento intermediário. O índice de doença correlacionou-se negativamente com a saturação por alumínio e teor de argila e positivamente com a saturação de bases (V) e com o pH. A mineralogia parece não ter influência direta na supressividade ou condutividade dos solos estudados, provavelmente por variar apenas no que se refere às formas de óxidos de ferro.

**Termos para indexação:** *Rhizoctonia solani*, solos supressivos, fatores abióticos e bióticos do solo.

<sup>(1)</sup> Recebido para publicação em julho de 1996 e aprovado em maio de 1998.

<sup>(2)</sup> Discente do Departamento de Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia. Caixa Postal 593, CEP 38400-902 Uberlândia (MG).

<sup>(3)</sup> Professor do Departamento de Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia. CEP 38400-902 Uberlândia (MG).

<sup>(4)</sup> Bolsista do PET/CAPEES.

**SUMMARY: FACTORS INVOLVED IN THE SUPPRESSIVENESS OF *Rhizoctonia solani* IN SEVERAL BRAZILIAN TROPICAL SOILS**

The experiment was conducted under greenhouse conditions at the Federal University of Uberlândia, State of Minas Gerais, Brazil, from March to August 1995. The purpose of this study was to determine if suppression of seven soil classes could inhibit infection of soybeans by *R. solani*, and how suppression might relate to the physical, chemical and biological characteristics of these soils. After infesting soils with *R. solani*, grown on autoclaved sorghum grains, disease intensity increased in soybean seedlings grown in all soils infested. This intensity was always greater in the 0-20 cm layer, which was associated with a higher organic matter content. However, one exception was found for the organic soil (SOe), which presented a similar disease intensity of the fungus in two layers from 0-20 and 20-40 cm due to high organic matter content in both layers. The suppressive effect on *R. solani* was observed with the Typic Plinthaquox (PTd) and Typic Acrustox (Dark-Red Latosol - LEa) soils, probably due to the clay texture, high aluminum saturation and vegetation (cerrado phase), even in the absence of *Trichoderma* spp. The organic soil, Acric Rhodustox (LRd) and Udic Argiustoll (TRe) was more conducive to soybean infection by *R. solani*, possibly due to its eutrophic character and the content of its organic matter originating from plant cover type (vegetation phase). The Typic Haplustox soil (LEam) and Typic Acrustox (Red-Yellow Latosol - LVa) materials had an intermediate reaction. The disease intensity was negatively correlated with aluminum saturation level and clay content of the soil and positively correlated with the base saturation and pH. Mineralogical characteristics of the examined soils do not appear to influence the suppressiveness of *R. solani* or soil conduciveness directly or to any appreciable extent, possibly because soil mineralogy only differs in its iron oxides forms.

*Index terms:* *Rhizoctonia solani*, suppressive soils, tropical soils, biotic and abiotic soil factors.

## INTRODUÇÃO

O impacto negativo ao meio ambiente, pelo uso excessivo de pesticidas, tem levado o homem a uma abordagem ecologicamente mais aceitável de um modelo de agricultura. Assim, ressurgem o interesse pela identificação de solos supressivos como um método de controle de doenças, cujos patógenos residem no solo. Após terem sido ignorados por algum tempo, solos com potencial de supressividade a fitopatógenos vêm despertando a atenção de muitos pesquisadores em diversas regiões do mundo (Chandrani & Baker, 1979).

Solos supressivos são aqueles nos quais os patógenos não se estabelecem ou persistem; se estabelecem, causam pouco ou nenhum dano ou causam a doença por um tempo no qual ela é de pouca importância, apesar da persistência do patógeno no solo (Baker & Cook, 1974). O controle de enfermidades de plantas por meio dessa qualidade é observada para diferentes patógenos, em regiões, climas e práticas de cultivo diversas (Rodríguez-Kábana & Calvet, 1994).

Pesquisas com o objetivo de localizar e compreender tal fenômeno e buscando indicar solos naturalmente supressivos constituem alternativa para o controle de doenças causadas por patógenos de solo, como a

Rizoctoniose, causada pelo fungo *Rhizoctonia solani*, de ampla distribuição, destrutivo e versátil, com alta capacidade saprofítica e afetando várias espécies vegetais, dentre elas a soja.

*Rhizoctonia solani* retarda a emergência de plântulas, ocasiona o apodrecimento da semente e o tombamento da planta (Baker, 1970). A severidade dessa doença está associada à quantidade de inóculo inicial, e o seu controle baseia-se na modificação das práticas culturais, uso da resistência genética, erradicação e interação com microrganismos (Leach & Garber, 1970). O controle químico pode-se tornar inviável, em razão dos efeitos deletérios no solo, além de favorecer a seleção de formas mais resistentes desse fungo (Cardoso, 1990).

Como fatores importantes para a sanidade do sistema radicular, Homechin (1991) citou as variáveis textura, aeração (porosidade), teor de matéria orgânica, tipo de cobertura do solo, práticas culturais e modo de sobrevivência dos patógenos de solo, associadas à presença de organismos antagonistas. Schneider, citado por Pozzer & Cardoso (1990), observou a supressão do tombamento da pimenteira, causado por *Rhizoctonia solani*, em solos não esterilizados, em contraste com a severidade da doença em solos esterilizados, ressaltando a importância da atividade microbiana.

Chet & Baker (1980), estudando a indução da supressividade a *Rhizoctonia solani*, relacionaram-na com o aumento da densidade de propágulos de *Trichoderma harzianum* em solos ácidos, ou acidificados artificialmente, fungo que crescia com maior intensidade do que *Rhizoctonia solani*. Dentre as espécies do gênero *Trichoderma*, *T. harzianum* e *T. hamatum* estão sendo associadas a solos supressivos (Melo, 1991).

Pela pouca disponibilidade de informações sobre solos supressivos a *R. solani*, em condições tropicais, buscou-se determinar a supressividade e estudar o seu possível relacionamento com a mineralogia, propriedades físico-químicas e população de fungos de sete classes de solo representativas da região do Triângulo Mineiro.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Solos

Foram coletadas amostras de material de solo nas profundidades de 0-20 e de 20-40 cm em sete classes de solo: Latossolo Vermelho-Escuro álico (LEa) textura muito argilosa; Latossolo Vermelho-Escuro álico (LEam) textura média; Latossolo Vermelho-Amarelo álico (LVa) textura muito argilosa; Latossolo Roxo distrófico (LRd); Terra Roxa Estruturada eutrófica (TRe), Solo Orgânico eutrófico (SOe) e Plintossolo epialco (PTd). Cada solo foi coletado em um único local, de aproximadamente 1 m<sup>2</sup>, correspondendo a uma amostra simples de 60 kg. Tais solos, coletados no Triângulo Mineiro, têm ampla distribuição nessa região (EMBRAPA, 1982). As amostragens de 0-20 e de 20-40 cm - correspondendo ao horizonte H (solo orgânico) e, nos minerais, ao horizonte A e transicionais para o B (AB e BA) - foram submetidas às análises químicas e textural de rotina, seguindo as normas da EMBRAPA (1979). Os teores de carbono orgânico e nitrogênio, bem como o de matéria orgânica, foram determinados pelo laboratório do CNPMS da EMBRAPA, em Sete Lagoas.

### Análise mineralógica

A mineralogia da fração argila foi estudada pela técnica de difração de raios X. Para essa informação, utilizaram-se apenas amostras coletadas na profundidade de 20-40 cm. As lâminas foram preparadas pela técnica denominada "esfregaço" (Ker & Resende, 1990), originando, após secagem, uma fina camada de pó compactado. A fração argila, obtida por dispersão com NaOH 0,1 mol L<sup>-1</sup>, não foi submetida a pré-tratamento específico. Utilizou-se um aparelho tipo UDR-6, operando na potência de 40 kV sob uma corrente de 20 mA, com radiação de

um tubo de cobre equipado com filtro de níquel, com varredura na faixa de 4 a 42°2θ, à velocidade de 5°2θ min<sup>-1</sup>.

### Preparo do inóculo

O isolado de *Rhizoctonia solani* foi cedido pelo Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Viçosa. Discos de meio BDA, que continham o fungo em crescimento, obtidos de duas placas de Petri, foram colocados em erlemmeyer com 150 g de grãos de sorgo granífero, previamente autoclavados (120°C, 30 min, 1 atm). A incubação ocorreu durante 6 dias, em condição ambiente, com uma agitação diária.

### Análise das populações de fungos do solo

Para esta análise, utilizou-se o método da diluição em placa (Johnson & Curl, 1972). Uma amostra homogênea de 25 g de cada um dos materiais de solo (7 classes amostradas em duas profundidades), foi colocada em 225 mL de água esterilizada, seguindo-se agitação por 5 min. Transferiram-se 2 mL da suspensão de cada uma das diluições utilizadas (1:10, 1:100, 1:1000 e 1:10.000) por placa de Petri, contendo meio de Martin (Tuite, 1969), perfazendo duas repetições. Logo em seguida, incubou-se em ambiente com temperatura em torno de 28°C, durante 5 dias. Os fungos presentes nas placas foram identificados ao nível de gênero, calculando-se, posteriormente, o número de unidades formadoras de colônias (ufc) presentes em 25 g de material de solo.

### Estudo da supressividade

Os tratamentos (fatorial 7 x 2 x 2) foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com três repetições. Os fatores estudados foram: (i) classes de solos; (ii) profundidades de amostragem e (iii) inoculação ou não de *R. solani*. As parcelas foram constituídas por bandejas plásticas (60 x 40 x 10 cm), nas quais foram semeadas 50 sementes de soja (cultivar Doko com 99% de germinação). Para promover a infestação artificial, foram incorporados 16 g de grãos de sorgo colonizados por *R. solani* em 8 kg de cada material de solo homogeneizado, 24 horas antes da semeadura, para o estabelecimento inicial do fungo. A supressividade de cada classe de solo, nas duas profundidades, foi determinada, indiretamente, por meio do desenvolvimento da doença, avaliado no 15º dia após germinação, utilizando-se uma escala de notas variando de 0 a 6, em que: 0 = plantas saudias; 1 = lesões inferiores ou iguais a 2,5 mm; 2 = lesões entre 2,5 e 5 mm; 3 = lesões maiores que 5 mm; 4 = lesões envolvendo o coleto e causando o sintoma de murcha das folhas; 5 = planta tombada e/ou morta e 6 = sementes não germinadas ou plântulas não emergidas. Calculou-se

o índice de doença (ID), segundo Tinline et al., citados por Noronha et al. (1995), em que

$$ID = \frac{\sum (\text{valor da nota} \times \text{número de plantas com esta nota})}{(\text{Número total de plantas} \times \text{valor máximo da escala de notas})} \times 100$$

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se (Quadro 1) que, sob vegetação de cerrado (*lato sensu*), os solos LEa, LVa e PTd, todos muito argilosos (> 60% de argila), apresentaram caráter álico (ou epiálico - PTd) e uma tendência de aumento da relação C/N com a profundidade. Nos solos estudados, os valores encontrados para a relação C/N são, em geral, inferiores a 17, indicando tratar-se de uma matéria orgânica já humificada e, portanto, bastante estável (Kiehl, citado por Baruqui, 1983). Dessa forma, as possíveis variações relacionadas com a fração orgânica não devem ser, aqui, atribuídas à sua qualidade, mas, sim, à sua quantidade. Nenhuma correlação foi obtida entre a relação C/N com o índice de doença (ID), conforme mostra o quadro 2. Isto pode ser atribuído ao fato de ser a matéria orgânica, qualitativamente, comparável nos diferentes solos, conforme ressaltado acima. A literatura registra (Hoitink & Bohem, citados por Pereira et al. 1996) que o uso de compostos orgânicos pode ter efeito supressivo ou condutivo sobre determinado patógeno de solo, dependendo da relação C/N (qualidade da matéria orgânica) e da habilidade competidora do patógeno.

Assim, o fungo *Rhizoctonia solani*, por apresentar alta habilidade em produzir celulases, torna-se mais agressivo quando se adicionam ao solo compostos orgânicos com alto teor de celulose (alta relação C/N).

Quantitativamente, ao contrário do esperado, não houve correlação entre o teor de matéria orgânica e o ID (Quadro 2). Porém, não se pode descartar a importância da fração orgânica para o aumento do ID. A matéria orgânica é importante estimuladora da atividade biológica, aumentando a interação de microrganismos e, conseqüentemente, a capacidade supressiva dos solos (Rodríguez-Kábana & Calvet, 1994). Todavia, o fato de a matéria orgânica poder suprimir no solo a atividade patogênica de certo fitopatógeno não significa que terá o mesmo efeito sobre outro. Solos com maior teor de matéria orgânica foram supressivos a *Phytophthora cinnamomi* (Broadbent & Baker, 1975), e semelhante comportamento foi observado para a podridão das raízes do trigo, causada por *Fusarium roseum* f. sp. *cerealis* (Papandick & Cook, 1974). No caso do fungo *R. solani*, o qual apresenta grande capacidade saprofítica, o seu desenvolvimento e a sua maior atividade patogênica relacionam-se com o teor da matéria orgânica do solo (Baker, 1970). Pozzer & Cardoso (1990) observaram que, ao inocular *R. solani* em um solo orgânico distrófico, independentemente da esterilização, ocorreu colonização de todo tecido vegetal das vagens de feijoeiro em apenas 48 horas, porém num Latossolo Vermelho-Escuro, não esterilizado, o patógeno colonizou, em média, apenas 50% do material, após 120 horas.

Quadro 1. Características químicas e físicas dos solos (sete classes) até a profundidade de 40 cm

| Característica      |      |                      | Análise química              |                         |     |    |                                    |    |        |     |     |     |       |    |      | Análise textural <sup>(3)</sup> |                    |     |     |     |     |     |
|---------------------|------|----------------------|------------------------------|-------------------------|-----|----|------------------------------------|----|--------|-----|-----|-----|-------|----|------|---------------------------------|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Veg. <sup>(1)</sup> | Solo | Prof. <sup>(2)</sup> | pH <sub>H<sub>2</sub>O</sub> | P                       | K   | Al | Ca                                 | Mg | H + Al | S   | t   | T   | V     | m  | M.O. | C                               | N                  | C/N | AG  | AF  | Si  | A   |
|                     |      |                      |                              | - mg dm <sup>-3</sup> - |     |    | mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> |    |        |     |     |     | - % - |    |      |                                 | g kg <sup>-1</sup> |     |     |     |     |     |
| V                   | Soe  | 1                    | 5,1                          | 7,1                     | 40  | 0  | 188                                | 11 | 98     | 200 | 200 | 298 | 67    | 0  | 353  | 204,9                           | 12,6               | 16  | 10  | 90  | 520 | 380 |
|                     |      | 2                    | 5,2                          | 3,6                     | 29  | 0  | 193                                | 16 | 53     | 210 | 210 | 263 | 80    | 0  | 178  | 103,3                           | 5,6                | 18  | 10  | 40  | 570 | 380 |
| F                   | LRd  | 1                    | 5,6                          | 2,5                     | 173 | 0  | 26                                 | 16 | 32     | 47  | 47  | 79  | 59    | 0  | 42   | 24,1                            | 1,7                | 14  | 10  | 10  | 390 | 590 |
|                     |      | 2                    | 5,3                          | 0,7                     | 85  | 2  | 4                                  | 3  | 19     | 9   | 11  | 28  | 32    | 14 | 19   | 11,0                            | 0,8                | 14  | 10  | 10  | 350 | 630 |
| F                   | TRe  | 1                    | 5,8                          | 20,3                    | 118 | 0  | 165                                | 33 | 25     | 201 | 201 | 226 | 89    | 0  | 29   | 16,9                            | 2,1                | 8   | 10  | 20  | 440 | 530 |
|                     |      | 2                    | 6,2                          | 4,0                     | 105 | 0  | 127                                | 28 | 14     | 158 | 158 | 172 | 92    | 0  | 14   | 8,3                             | 1,2                | 7   | 10  | 20  | 300 | 670 |
| C                   | LEam | 1                    | 4,9                          | 1,1                     | 23  | 7  | 1                                  | 1  | 31     | 3   | 10  | 34  | 9     | 71 | 16   | 9,2                             | 1,0                | 9   | 200 | 420 | 100 | 280 |
|                     |      | 2                    | 5,0                          | 0,6                     | 7   | 5  | 1                                  | 1  | 20     | 2   | 7   | 22  | 9     | 70 | 8,8  | 5,1                             | 0,6                | 9   | 120 | 570 | 110 | 200 |
| C                   | LVa  | 1                    | 5,1                          | 0,2                     | 18  | 5  | 2                                  | 1  | 26     | 3   | 8,5 | 29  | 10    | 60 | 26   | 15,2                            | 1,1                | 14  | 30  | 70  | 180 | 720 |
|                     |      | 2                    | 5,1                          | 0,3                     | 8   | 3  | 1                                  | 1  | 22     | 2   | 5   | 24  | 8     | 53 | 18   | 10,5                            | 0,6                | 18  | 40  | 60  | 120 | 780 |
| C                   | LEa  | 1                    | 4,7                          | 1,3                     | 40  | 7  | 1                                  | 1  | 32     | 3   | 10  | 35  | 9     | 70 | 28   | 16,2                            | 1,1                | 15  | 30  | 60  | 130 | 780 |
|                     |      | 2                    | 5,0                          | 0,4                     | 7   | 5  | 1                                  | 1  | 25     | 2   | 7   | 27  | 7     | 67 | 20   | 11,5                            | 0,7                | 16  | 30  | 50  | 130 | 790 |
| CC                  | PTd  | 1                    | 5,0                          | 0,5                     | 22  | 5  | 1                                  | 1  | 21     | 3   | 8   | 24  | 13    | 64 | 25   | 14,6                            | 1,1                | 13  | 40  | 130 | 160 | 670 |
|                     |      | 2                    | 5,2                          | 0,4                     | 10  | 1  | 1                                  | 1  | 16     | 2   | 3   | 18  | 11    | 31 | 19   | 11,2                            | 0,7                | 16  | 40  | 120 | 160 | 680 |

<sup>(1)</sup> V = Vereda, F = Floresta, C = Cerrado e CC = Campo Cerrado. <sup>(2)</sup> Profundidade 1 (0-20 cm) e 2 (20-40 cm). <sup>(3)</sup> AG = areia grossa, AF = areia fina, Si = silte e A = argila.

**Quadro 2. Coeficientes de correlação de algumas características físicas e químicas dos solos com o índice de doença (ID, em %) e a população de *Trichoderma* spp.**

| Característica | ID      | <i>Trichoderma</i> spp. |
|----------------|---------|-------------------------|
| pH             | 0,59**  | 0,27                    |
| H + Al         | 0,38    | 0,02                    |
| S              | 0,72**  | -                       |
| t              | 0,71**  | -                       |
| T              | 0,69**  | -                       |
| V              | 0,81**  | -                       |
| m              | -0,80** | 0,33                    |
| M.O.           | 0,44    | -                       |
| AG             | -0,26   | -                       |
| AF             | -0,21   | -                       |
| A              | -0,45** | -                       |
| C/N            | -0,20   | -                       |

\*\* - significativo ao nível de 1%.

A análise de variância referente aos dados do ID revelou diferenças significativas ( $P \leq 0,05$ ) para os fatores: classe de solo, profundidade e inoculação, bem como para as interações duplas: classe de solo x inoculação e classe de solo x profundidade.

Conforme mostra o quadro 3, a inoculação com um isolado altamente patogênico de *R. solani* aumentou consideravelmente o ID em todos os solos, diferindo significativamente da condição de infestação natural. Nessa condição natural, os materiais dos solos PTd, LEa e LVa, quando comparados com SOe e LRd, apresentaram os menores ID (Quadro 3). Isto se deve, provavelmente, a variações no nível de inóculo inicial, presente em cada solo, associado ou não a uma diferenciada patogenicidade de populações autóctones de *R. solani*. Isto poderia, também, estar sendo condicionado pelo caráter álico dos solos PTd, LEa e LVa, em contraposição a um maior suprimento em bases no SOe e LRd. Mesmo após a infestação artificial, os materiais dos solos LEa e PTd mostraram-se mais supressivos e não diferiram estatisticamente entre si. Os altos ID, observados para SOe, LRd e TRe, indicam o caráter condutivo desses solos.

O ID foi sempre maior no material da camada mais rica em matéria orgânica (0-20 cm), exceto no SOe, o qual apresentou um ID similar nas duas profundidades, possivelmente, por causa de sua natureza orgânica (Quadro 4). No entanto, diferenças significativas entre as duas profundidades somente foram observadas para os materiais dos solos LRd,

**Quadro 3. Efeito da interação classe de solo e condições de infestação natural e artificial sobre o índice de doença, em plântulas de soja**

| Classe de solo | Infestação |            |
|----------------|------------|------------|
|                | Natural    | Artificial |
|                | %          |            |
| SOe            | 40,20 Ab   | 91,94 Aa   |
| LRd            | 38,54 Ab   | 91,71 Aa   |
| TRe            | 29,88 ABb  | 89,86 Aa   |
| LEam           | 27,17 ABb  | 64,14 Ba   |
| LVa            | 17,40 Bb   | 61,64 Ba   |
| LEa            | 20,33 Bb   | 35,35 Ca   |
| PTd            | 7,02 Cb    | 39,37 Ca   |

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na vertical, entre as classes de solo, dentro de cada condição de infestação, e pela mesma letra minúscula, na horizontal, entre infestação natural e artificial para cada classe de solo, não foram significativamente diferentes entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

**Quadro 4. Efeito da interação classe de solo e profundidades de amostragem sobre o índice de doença, em plântulas de soja**

| Classe de solo | Profundidades de amostragem |           |
|----------------|-----------------------------|-----------|
|                | 0-20 cm                     | 20-40 cm  |
|                | %                           |           |
| SOe            | 64,80 ABa                   | 67,34 Aa  |
| LRd            | 69,99 Aa                    | 60,27 ABb |
| TRe            | 67,36 Aa                    | 52,38 BCb |
| LEam           | 50,43 BCa                   | 40,88 Ca  |
| LVa            | 41,32 CDa                   | 37,73 Ca  |
| LEa            | 34,86 CDa                   | 20,82 Db  |
| PTd            | 26,49 Da                    | 19,99 Da  |

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na vertical, entre as classes de solo, dentro de cada condição de infestação e pela mesma letra minúscula, na horizontal, entre infestação natural e artificial para cada classe de solo, não foram significativamente diferentes entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

TRe e LEa (Quadro 4), muito argilosos e hematíticos (matiz 2,5 YR ou mais vermelho). As variáveis S, T, t e V correlacionaram-se positiva e significativamente com o ID, comprovando o efeito do caráter eutrófico ou epieutrófico, a exemplo da TRe e do LRd, respectivamente, para o aumento do ID.

Analisando as sete classes de solo, dentro de cada profundidade (Quadro 4), nota-se que o material do PTd apresentou o menor ID nas duas profundidades, seguido pelo LEa, LVa e LEam, todos relacionados com a vegetação de cerrado (Quadro 1).

Quanto à mineralogia da fração argila, pode-se dizer que, qualitativamente, perceberam-se variações apenas no que se refere às formas de óxidos de ferro. A hematita ( $\alpha\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) está ausente nos solos PTd e LVa, o que é corroborado pela cor (ambos 10 YR 4/3, úmidos, respectivamente), enquanto a goethita ( $\alpha\text{FeOOH}$ ) está presente nos seis solos minerais. A presença de lepidocrocita ( $\delta\text{FeOOH}$ ) no LVa está em harmonia com as condições de sítio (área ligeiramente deprimida, embora atualmente apresente boa drenagem). Possivelmente, por tratar-se de solos pouco diferenciados quanto à mineralogia, desprovidos de esmectitas, não foi possível relacionar o efeito direto dessa variável na supressividade ou condutividade dos solos a *R. solani*. Todavia, quando se analisa a mineralogia da fração argila, particularmente a fração sesquioxídica, relacionada com o material de origem e com as condições pedogenéticas (teor e forma de óxidos de ferro), percebe-se que ela se associa a condições de fertilidade que, de certa forma, afetam o tipo de cobertura vegetal (teor de matéria orgânica). Aparentemente, o teor de ferro foi um fator importante na predisposição do solo (fração argila) à condutividade, o que é bem exemplificado pelos solos LRd e TRe, ricos em ferro, por derivarem de basalto.

Houve correlação negativa e significativa entre o teor de argila e o ID, comprovando a sua relação na redução desse índice (Quadro 2). Todavia, o teor de argila, por si só, não explica a supressividade ou a condutividade nas classes de solo estudadas. Para Alabouvette et al., citados por Pozzer & Cardoso (1990), a supressividade de alguns solos é devida à textura argilosa, a qual condiciona bom teor de umidade, possibilitando maior população de microrganismos.

Considerações sobre a influência do tipo de argila no comportamento de alguns fungos de solo, dentre eles *Rhizoctonia* sp., *Trichoderma viride*, *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp. e *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, foram feitas por Stotzky & Martin (1963) e Stotzky & Rem (1967), os quais verificaram que a montmorilonita e a caulinita, em proporções variáveis em meio de cultura, afetaram a respiração desses fungos, por dificultar a difusão do oxigênio e conseqüentemente a atividade metabólica do micélio. Cabe ressaltar que esses autores trabalharam com minerais de natureza não-sesquioxídica, ao contrário dos solos caulinitico-sesquioxídicos selecionados para este estudo.

Observou-se a presença de *Trichoderma* spp. nos solos mais condutivos (TRe, LRd e SOe), bem como a ausência de tal fungo nos solos LEa e PTd, considerados mais supressivos (Quadro 5). Outros fungos, como *Penicillium*, *Fusarium*, *Verticillium* e *Aspergillus*, também foram encontrados, porém não ocorreram em todas as classes de solo nem nas duas profundidades.

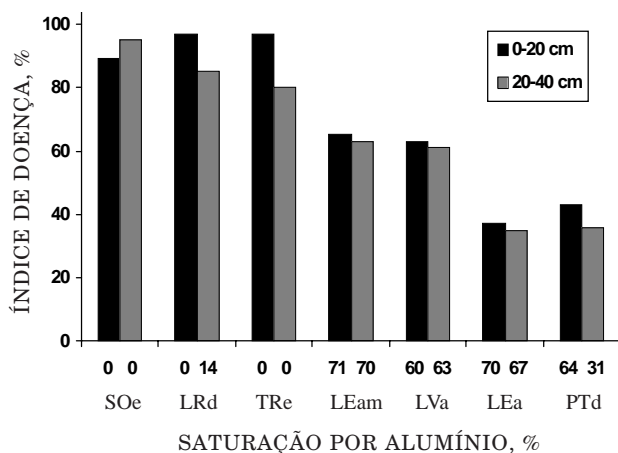
**Quadro 5. Unidades formadoras de colônia de *Trichoderma* spp. nos sete solos, nas duas profundidades (0-20 e 20-40 cm)**

| Classe de solo | Profundidade de amostragem                      |                       |
|----------------|---|-----------------------|
|                | 0-20 cm   | 20-40 cm              |
|                | Unidades formadoras de colônia por 25 g de solo |                       |
| SOe            | 3,5 x 10 <sup>3</sup>                           | 0,5 x 10 <sup>3</sup> |
| TRe            | 1,0 x 10 <sup>3</sup>                           | 1,0 x 10 <sup>3</sup> |
| LRd            | 2,5 x 10 <sup>5</sup>                           | 0,5 x 10 <sup>4</sup> |
| LEam           | 2,0 x 10 <sup>3</sup>                           | 0,5 x 10 <sup>3</sup> |
| LVa            | -   | 0,5 x 10 <sup>4</sup> |
| LEa            | -   | -                     |
| PTd            | -   | -                     |

Michereff Filho et al. (1996), estudando a influência de alguns solos no desenvolvimento de *R. solani*, verificaram a associação de *Trichoderma* spp. com aqueles que eram supressivos. Segundo Reis (1991), antagonistas individuais podem ocorrer em muitos solos, mas a supressividade não pode ser explicada em termos de um único antagonista. O antagonismo a determinado patógeno não está limitado a certo grupo ou número de espécies microbianas específicas (Rodriguez-Kábana & Calvet, 1994), mas ao envolvimento microbiano como um todo. Em solos, cuja supressividade a *R. solani* é devida à ação de *Trichoderma*, baixos valores de pH são muito importantes (Chet & Baker, 1980). Todavia, a população de *Trichoderma* spp., observada neste estudo, não apresentou correlação significativa com os valores de pH, H + Al e m (Quadro 2).

Observam-se (Figura 1) menores ID nos solos com caráter álico e uma correlação negativa e significativa entre a saturação por alumínio (m) e o ID (Quadro 2), revelando uma influência dessa característica na supressividade a *R. solani*. Essa observação concorda com aquelas de Kobayashi & Ko (1985), segundo as quais a supressividade de alguns solos havaianos a *R. solani* relacionaram-se com os altos teores de alumínio trocável e os baixos valores de pH.

No que se refere, especificamente, ao efeito da acidez do solo, Michereff Filho et al. (1996) encontraram correlação positiva entre a intensidade de rizoctoniose e o pH. Chet & Baker (1980), estudando o crescimento de *R. solani* em meio de cultura, verificaram que esse fungo teve um crescimento mais rápido numa faixa de pH variando de 6,5 a 7,5. Com relação aos dados de pH, uma correlação positiva foi obtida com o ID, indicando que maiores valores de pH relacionaram-se com o aumento do ID (Quadro 2).



**Figura 1. Relação entre a % de saturação por Al<sup>3+</sup> (m) e índice de doença (ID), em plântulas de soja desenvolvidas em materiais da camada superficial (0-20 cm) e subsuperficial (20-40 cm) de sete solos (médias originais obtidas de 3 repetições).**

## CONCLUSÕES

1. O efeito supressivo dos solos PTd e LEa a *R. solani* relacionou-se com o caráter álico.
2. Os maiores índices de doença, principalmente de 0-20 cm, ocorreram nos solos TRe, LRd e SOe, associados ao caráter eutrófico e ao alto teor de matéria orgânica.
3. A ausência de *Trichoderma* spp., um importante antagonista a *R. solani*, nos solos LEa e PTd, não influenciou a supressividade desses solos.
4. A mineralogia da fração argila e a relação C/N não tiveram influência direta sobre a natureza supressiva ou condutiva dos solos contemplados neste estudo.

## AGRADECIMENTOS

Aos colaboradores Paulo G. Rabelo, Joaquim Lopes, Vilmar A. de Arantes, João C. Bida e à Profª Denise G. de Santana; aos funcionários do Laboratório de Solos do DEAGO/UFU; ao Departamento de Física e Química Molecular, do Instituto de Química da Universidade de São Paulo (Campus de São Carlos), pela realização das análises mineralógicas de raio X; ao Dr. Luiz M. A. Sans (EMBRAPA-CNPMS) e à Profª Silvana G. Ruggierop (Departamento de Química da UFU), pela colaboração na fase analítica, à FUNDAP/UFU, pelo recurso financeiro.

## LITERATURA CITADA

- BAKER, K.F. Types of *Rhizoctonia solani* diseases and their occurrence. In: PARMETER, J.R., ed. *Rhizoctonia solani: biology and pathology*. Berkeley, University of California, 1970. p.189-199.
- BAKER, K.F. & COOK, R.J. Biological control of plant pathogens. San Francisco, W.H. Freeman, 1974. 433p.
- BARUQUI, A.M. Comentários sobre a descrição e resultados analíticos de um perfil de solo. *Inf. Agropec.*, 9:33-44, 1983.
- BROADBENT, P. & BAKER, K.F. Soils suppressive to *Phytophthora* root rot in Eastern Australian. In: BRUEHL, G.W., ed. *Biology and control of soilborne plant pathogens*. St. Paul, The American Phytopathology Society, 1975. p.152-157.
- CARDOSO, J.E. Doenças do feijoeiro causadas por patógenos de solo. Goiânia, EMBRAPA/CNPAF, 1990. 30p. (Documentos, 30)
- CHANDRANI, W. & BAKER, R. Modeling of phenomena associated with soil suppressive to *Rhizoctonia solani*. *Phytopathology*, 69:1287-1293, 1979.
- CHET, I. & BAKER, R. Induction of suppressiveness to *Rhizoctonia solani* in soil. *Phytopathology*, 70:994-998, 1980.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, 1979. 247p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do Triângulo Mineiro. Rio de Janeiro, 1982. 526p. (Boletim de Pesquisa, 1)
- HOMECHIN, M. Controle biológico de patógenos do solo. In: BETTIOL, W., ed. *Controle biológico de doenças de plantas*. Jaguariúna, EMBRAPA/CNPDA, 1991. p.7-23.
- JOHNSON, L.F. & CURL, E.A. Methods for research on the ecology of soilborne plant pathogens. Minneapolis, Burgess Publishing Company, 1972. 247p.
- KER, J.C. & RESENDE, M. Caracterização química e mineralógica de solos brunos subtropicais do Brasil. *R. Bras. Ci. Solo*, 14:215-225, 1990.
- KOBAYASHI, N. & KO, W.H. Nature of suppression of *Rhizoctonia solani* in Hawaiian soils. *Trans. Br. Mycol. Soc.*, 84:691-694, 1985.
- LEACH, L.D. & GARBER, R.H. Control of *Rhizoctonia solani*. In: PARMETER, J.R., ed. *Rhizoctonia solani: biology and pathology*. Berkeley, University of California, 1970. 478p.
- MELO, I.S. Potencialidade de utilização de *Trichoderma* spp. no controle biológico de doenças de plantas. In: BETTIOL, W., ed. *Controle biológico de doenças de plantas*. Jaguariúna, EMBRAPA/CNPDA, 1991. p.135-156.
- MICHEREFF FILHO, M.; MICHEREFF, S.J.; SILVA, E.B.; ANDRADE, D.E.G.T.; SOBRINHO, S.A.; NORONHA, M.A. & MARIANO, R.L. R. Influência de tipos de solos do estado de Pernambuco na intensidade de doença induzida por *Rhizoctonia solani* em feijoeiro. *Fitopatol. Bras.*, 21:19-25, 1996.

- NORONHA, M.A.; MICHEREFF, S.J. & MARIANO, R.L.R. Efeito do tratamento de sementes de caupi com *Bacillus subtilis* no controle de *Rhizoctonia solani*. Fitopatol. Bras., 20:174-178, 1995.
- PAPANDICK, R.I. & COOK, R.J. Plant water stress and development of *Fusarium* root rot in wheat subjected to different cultural practices. Phytopathology, 64:358-363, 1974.
- PEREIRA, J.C.R.; ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R. & CHAVES, G.M. Compostos orgânicos no controle de doenças de plantas. In: LUZ, W.C., ed. Revisão anual de patologia de plantas. Passo Fundo, EMBRAPA/CNPTrigo, 1996. p.353-379.
- POZZER, L. & CARDOSO, J.E. Supressividade natural de um Latossolo Vermelho-Escuro a *Rhizoctonia solani*. Fitopatol. Bras., 15:206-210, 1990.
- REIS, E.M. Solos supressivos e seu aproveitamento no controle de doenças de plantas. In: BETTIOL, W., ed. Controle biológico de doenças de plantas. Jaguariúna, EMBRAPA/CNPDA, 1991. p.181-193.
- RODRIGUEZ-KÁBANA, R. & CALVET, C. Capacidad del suelo para controlar enfermedades de origen edafico. Fitopatol. Bras., 19:129-138, 1994.
- STOTZKY, G. & MARTIN, R.T. Soil mineralogy in relation to the spread of *Fusarium* wilt of banana in Central America. Plant Soil, 18:317-337, 1963.
- STOTZKY, G. & REM, L.T. Influence of clay minerals on microorganisms (montmorillonite and kaolinite on fungi). Can. J. Microbiol., 13:1535-1550, 1967.
- TUITE, J. Plant pathological methods: fungi and bacteria. Minneapolis, Burgess, 1969. 215p.