

6

Supressividade de Solos a Fitopatógenos

Raquel Ghini

Resumo	211
Summary	212
Introdução	213
Conceito de supressividade	215
Fatores bióticos relacionados com a supressividade de solos	216
Fatores abióticos relacionados com a supressividade de solos	216
Métodos de avaliação de supressividade de solos	217
Estudo de caso na Microbacia do Córrego Taquara Branca (MCTB)	218
Resultados e discussão	220
Referências	225

Resumo

A supressividade de solos a fitopatógenos é discutida como indicador de sustentabilidade de agroecossistemas. Na Microbacia do Córrego do Taquara Branca, a supressividade a *Rhizoctonia solani* foi avaliada por meio do crescimento micelial do patógeno nas amostras de solo. Solos de pasto e pousio, seguidos de solos de mata, foram os mais supressivos, ao passo que os solos sob cultivo com cana-de-açúcar, milho, café e solo arado foram os mais conducentes. Correlações positivas foram observadas entre a quantidade de FDA hidrolisado, desprendimento de CO₂, teor de matéria orgânica e supressividade ao patógeno.

Summary

The soil suppressiveness to plant pathogens is discussed as a sustainability indicator of agroecosystems. In areas of the Taquara Branca microbasin, the suppressiveness to *Rhizoctonia solani* was evaluated by the mycelial growth of the pathogen on soil samples. Soils from pasture, fallow ground and forest were classified as suppressive soils, whilst sugar cane, maize, coffee and ploughed soils, were described as conducive soils. Positive correlations were observed the amount of hydrolyzed FDA, CO₂ evolution, organic matter and suppressiveness to the pathogen.

Introdução

O recurso solo é um componente fundamental do agroecossistema e, por esse motivo, diversos estudos de microbiologia de solos têm tentado avaliar a sua deterioração ou a melhoria da sua qualidade. Visser & Parkinson (1992), fazendo uma revisão sobre as variáveis biológicas usadas como indicadores de qualidade de solos, discutem as escalas utilizadas para esses estudos: 1) população, incluindo estudos de dinâmica de espécies supostamente importantes ou sensíveis; 2) comunidade, como diversidade e frequência de espécies; 3) ecossistema, incluindo estudos de processos que ocorrem no solo, como, por exemplo, a ciclagem do carbono e do nitrogênio. A conclusão dos autores é de que, entre as três opções, os estudos dos processos que ocorrem no ecossistema oferecem maior rapidez de avaliação das alterações que ocorrem na qualidade do solo.

Segundo Domsch et al. (1983), indicadores de impactos causados por agroquímicos na microbiota do solo podem ser classificados em três grupos: 1) altamente sensíveis: populações de nitrificadores, *Rhizobium* e actinomicetos, taxa de degradação da matéria orgânica e nitrificação; 2) medianamente sensíveis: populações de algas, bactérias e fungos, desprendimento de CO₂, denitrificação e amonificação; 3) pouco sensíveis: populações de *Azotobacter*, microrganismos em geral, amonificadores e capacidade de fixação anaeróbia de N₂.

A maioria dos trabalhos, contudo, relaciona as comunidades microbianas dos solos com os aspectos de fertilidade, sendo que essa característica também pode ser afetada por fatores físicos e químicos, além dos aspectos climáticos e culturais. Park & Cousins (1995) definem a “saúde biológica” do solo como a capacidade do solo de manter a produtividade no tempo, resistindo às mudanças agroecológicas que surgem como consequência de alterações econômicas, climáticas e culturais. Apesar da amplitude da definição, os autores consideram principalmente os aspectos relacionados com a fertilidade de solos, sugerindo que o agroecossistema seja estudado como uma estrutura tridimensional, na qual a distribuição do carbono desempenha um papel central. Da mesma forma, Jordan et al. (1995), avaliando os métodos

microbiológicos como potenciais indicadores de qualidade de solos em campos agrícolas, concluíram que a biomassa-C e a análise de enzimas foram os melhores indicadores.

A agricultura, especialmente a praticada de forma intensiva, tende a manipular o ambiente do solo de forma a alterar suas propriedades químicas, físicas e microbiológicas, levando ao aumento da ocorrência de doenças de plantas causadas por patógenos habitantes do solo. A exemplo disso, diversas áreas de monoculturas irrigadas com o sistema de pivô central apresentam, após algum tempo, uma redução acentuada de produtividade devido ao desenvolvimento de patógenos veiculados pelo solo. Um dos casos mais freqüentes é a queda de produção de feijão irrigado com pivô central devido a ocorrência de *Fusarium* spp. e *Sclerotinia sclerotiorum*. Esses patógenos, entre os quais diversos fungos, bactérias e nematóides, geralmente são causadores do apodrecimento de sementes ou outros órgãos de propagação, tombamento de plântulas, podridão de raízes e murcha devido a danos no sistema vascular. Por constituírem-se de microrganismos habitantes do solo, apresentam elevada capacidade saprofítica e, em muitos casos, uma ampla gama de hospedeiros, tornando difícil o controle através de rotação de culturas. Além disso, nem sempre variedades resistentes estão disponíveis e o controle químico geralmente é caro, pouco eficiente, além de deixar resíduos. Muitas vezes, devido à falta de controle dessas doenças, os prejuízos são tão elevados que determinam a necessidade de mudança de atividade e, até mesmo, o abandono de áreas, gerando sérios problemas econômicos e sociais.

Um aspecto que tem sido negligenciado é o fato das interações microbianas, assim como as características físicas e químicas de alguns solos, poderem naturalmente prevenir o estabelecimento de fitopatógenos ou inibir suas atividades patogênicas. Essa característica é denominada supressividade de solos a fitopatógenos e permite a classificação em solos conducentes e supressivos. Baker & Cook (1974) definem solo supressivo como aquele que apresenta inospitalidade a determinados fitopatógenos.

A supressividade de solos a fitopatógenos constitui um importante indicador de sustentabilidade de agroecossistemas, visto que trata-se de um fator que pode colocar em risco todo o sistema.

Conceito de supressividade

Em alguns solos, definidos como supressivos por Baker & Cook (1974), o desenvolvimento de doenças é suprimido, mesmo se o patógeno é introduzido na presença do hospedeiro suscetível. Nesses solos, o patógeno: a) não se estabelece; b) se estabelece, mas não produz doença, ou c) se estabelece e causa doença por um determinado período, porém sofre um declínio com o tempo. A supressão da doença pode ocorrer nas diversas etapas do ciclo de vida do patógeno, reduzindo a sobrevivência de estruturas de resistência e micélio em restos da planta hospedeira, inibindo a germinação de esporos ou estruturas de resistência, reduzindo o crescimento na rizosfera ou rizoplane, ou inibindo a penetração nas raízes (Schneider, 1982).

Nos estudos de supressividade, uma abordagem holística deve ser empregada, visto que não se pode isolar um único componente do sistema (Schneider, 1982). As interações entre as propriedades químicas, biológicas e físicas do solo determinam o sucesso ou não da atividade do patógeno.

Segundo Rodríguez-Kábana & Calvet (1994), vários exemplos de supressividade de ocorrência natural estão relatados em diversos tipos de solo e clima, sendo um fenômeno universal. Entretanto, a supressividade de solos pode ser alterada pelos diferentes tipos de manejo. Por exemplo, podridões radiculares tendem a ser menos severas em cultivos orgânicos do que convencionais. Workneh et al. (1993), realizando um estudo comparativo entre o sistema orgânico e convencional de produção de tomate na Califórnia (USA), observaram que a incidência e a severidade de *Phytophthora parasitica* e *Pyrenochaeta lycopersici* foram significativamente reduzidas no sistema orgânico. Uma revisão sobre o assunto feita por Bruggen (1995) apresenta vários exemplos de patógenos de solo, cuja severidade de atuação foi menor no sistema orgânico do que no convencional. A explicação para tal fato reside nas características diversas dos dois sistemas de produção, onde o orgânico permite maior rotação de culturas, aplicação regular de matéria orgânica no solo e ausência ou redução da aplicação de agroquímicos, estimulando o controle biológico natural e promovendo menores desequilíbrios na microbiota.

Fatores bióticos relacionados com a supressividade de solos

A supressividade pode ser resultante de fatores bióticos ou abióticos do solo, sendo diversos e complexos os mecanismos envolvidos. De um modo geral, a supressividade está diretamente relacionada com a atividade microbiana no período crítico do ciclo do patógeno, por exemplo, durante a germinação de propágulos e crescimento na rizosfera da planta hospedeira (Rodríguez-Kábana & Calvet, 1994). Durante esse período, o patógeno está em competição direta com a microbiota ativa do solo, sendo o efeito supressivo aumentado por alguns grupos de microrganismos antagônicos ao patógeno. Parte da supressividade pode ser devida à competição entre os microrganismos do solo por fontes de carbono, ou ferro, através da produção de sideróforos.

A avaliação da atividade microbiana do solo pode ser feita em termos metabólicos, como por exemplo, por meio da avaliação da taxa de respiração (consumo de O_2 ou emissão de CO_2), produção de ATP, produção ou liberação de calor, biossíntese de macromoléculas, transformações específicas, consumo de substratos ou acúmulo de produtos, atividade enzimática total e específica, taxa de mineralização de N, P e S, dinâmica da matéria orgânica e do húmus, densidade populacional e biomassa, reações bioquímicas específicas ou observações microscópicas *in situ* (Siqueira et al., 1994).

Fatores abióticos relacionados com a supressividade de solos

Os fatores abióticos também exercem papel importante na supressividade de patógenos. Entretanto, as características físico-químicas dos solos vêm recebendo menor atenção do que os fatores bióticos. Esses fatores podem agir indiretamente favorecendo a atividade da microbiota em geral ou influenciando o balanço microbiano entre os patógenos e seus antagonistas específicos (Höper & Alabouvette, 1996).

Schneider (1982) lista, entre outros fatores, a textura, profundidade, es-

trutura, porosidade, umidade, temperatura e aeração do solo, como principais características físicas que influenciam a supressividade. Entre as propriedades químicas, estão incluídos o pH, a capacidade de troca catiônica, o teor de matéria orgânica e de nutrientes.

Métodos de avaliação de supressividade de solos

A supressividade é uma qualidade relativa, sendo que mesmo em solos nos quais essa característica ocorre em menor intensidade, isto é, em solos conducentes, os patógenos não conseguem expressar todo o seu potencial patogênico (Hornby, 1983). Muitos métodos têm sido adotados para avaliar a supressividade de solos (Bruggen & Grünwald, 1996). Os experimentos podem ser realizados avaliando-se a interação entre os patógenos e as plantas hospedeiras, ou simplesmente com o patógeno *in vitro*. Muitos testes de supressão de doenças envolvem a inoculação do patógeno, em diferentes quantidades de inóculo, adicionado a solo esterilizado e não esterilizado, por meio de autoclavagem ou fumigação.

De um modo geral, um grande número de amostras de solo deve ser testado, consumindo grandes espaços em casas-de-vegetação, materiais e mão-de-obra. Além disso, muitas vezes os solos coletados não são adequados para o crescimento de plantas em vasos e necessitam da adição de vermiculita ou areia para melhorar a drenagem e, conseqüentemente, as condições para o crescimento das raízes. Essas alterações nas características físico-químicas do solo, por si mesmas, podem alterar os efeitos causados pelos solos nos patógenos. Além desses fatores, os solos não autoclavados podem conter altas quantidades de inóculo de patógenos, podendo afetar os resultados, reduzindo a sensibilidade dos testes (Grünwald et al., 1997).

Se os resultados de testes realizados *in vitro* apresentam correlação com os testes com plantas, o método *in vitro* pode ser usado devido à maior simplicidade, economia e facilidade de execução. Um dos testes mais utilizados é o crescimento radial do patógeno na superfície do solo, devido à sua correlação com a supressividade a diversos patógenos.

Estudo de caso na Microbacia do Córrego Taquara Branca (MCTB)

Objetivos do trabalho

A pesquisa realizada na MCTB teve como objetivo o estudo da supressividade de solos a *Rhizoctonia solani*, como indicador de sustentabilidade agrícola, e suas relações com os fatores bióticos e abióticos de solos submetidos a diferentes sistemas de produção.

Avaliação da supressividade de solos

A diversidade de culturas da Microbacia do Taquara Branca fez com que o patógeno escolhido fosse *R. solani*, devido ao fato de ser um importante fungo habitante do solo, apresentar uma distribuição cosmopolita e possuir uma ampla gama de plantas hospedeiras. Dentre os diversos fatores que afetam a supressividade a *R. solani* podem ser citados: monocultura, população de *Trichoderma* (Liu & Baker, 1980, Henis et al., 1979; Chet & Baker, 1980), microbiota do solo (Kobayashi & Ko, 1985), tipo de solo, pH e umidade (Henis et al., 1979; Liu & Baker, 1980).

Na Microbacia, a supressividade foi avaliada em amostras coletadas mensalmente em 60 locais com diferentes tipos de solo e sistemas de cultivo na microbacia, 6 amostras/coleta, durante dez meses. Em cada local, sete subamostras de solo de 8x8x8cm foram retiradas aleatoriamente. A amostra composta foi homogeneizada, peneirada (4mm) e submetida às avaliações microbiológicas, até 24 horas após a coleta. Em todas as coletas, uma amostra foi obtida na mata existente na microbacia, sendo esse solo considerado como referência. Para avaliar a alteração das variáveis monitoradas em um mesmo solo, cinco locais foram reamostrados a cada duas coletas.

A supressividade dos solos foi avaliada *in vitro* pelo método de crescimento de *R. solani* GA 4 (isolado de feijoeiro), em placas de Petri (15cm de diâmetro) contendo a amostra de solo, fumigada ou não com clorofórmio, e uma camada de ágar-água, em três repetições.

A fumigação foi realizada acondicionando-se as amostras de solo, contidas em recipientes de vidro, em dessecadores (30cm de diâmetro), cujas paredes internas foram forradas com papel de filtro umedecido. Cada dessecador recebeu um Becker (50ml) contendo clorofórmio isento de etanol (20ml) e pérolas de vidro (3mm de diâmetro). A aplicação de vácuo (52cm Hg) foi realizada para volatilização do clorofórmio, sendo que o dessecador permaneceu fechado por 72 horas. Depois da fumigação, os dessecadores permaneceram abertos por aproximadamente duas horas para a completa evaporação do clorofórmio.

Uma camada de solo, fumigado ou não, com a umidade corrigida para 70% da capacidade de campo, foi colocada nas placas de Petri (50g/placa) e, a seguir, verteu-se uma fina camada de ágar-água sobre o solo. Discos contendo micélio de *R. solani* (7mm de diâmetro) foram transferidos para o centro das placas e a incubação foi realizada a $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, no escuro. A testemunha foi constituída pelo crescimento do fungo em placas contendo ágar-água. Diariamente, foram avaliados dois diâmetros perpendiculares da colônia de *R. solani*, com auxílio de microscópio estereoscópico (Ko & Ho, 1983).

As variáveis relacionadas aos fatores abióticos avaliadas para cada amostra de solo na microbacia foram: capacidade de campo, pH, condutividade elétrica, teor de matéria orgânica, teor de macro e de micronutrientes, capacidade de troca catiônica, soma de bases e porcentagem de saturação em bases.

Com a finalidade de selecionar os principais fatores bióticos responsáveis pela supressividade dos solos a *R. solani* na Microbacia do Taquara Branca foram avaliados: comunidades de bactérias, fungos, actinomicetos, protozoários, *Pseudomonas* fluorescentes, *Fusarium* spp., *Trichoderma* spp.; índice de Shannon para populações de microartrópodos; desprendimento de CO_2 (Grisi, 1978) e hidrólise de diacetato de fluoresceína (FDA). O método de hidrólise de FDA avalia a atividade microbiana nas amostras de solo, visto que a hidrólise é realizada por diversas enzimas (lipase, protease e esterases). A fluoresceína permanece na célula causando fluorescência intracelular que pode ser visualizada por microscopia de fluorescência ou quantificada por fluorometria ou espectrofotometria (Alef & Nannipieri, 1995).

Resultados e discussão

Com a aplicação da Análise de Agrupamentos (Ghini & Zaroni, 2001), foram obtidos seis grupos de supressividade (Tabela 1). Esses grupos são representados da maior supressividade à maior condução, respectivamente, por + + + supressivo (taxa de crescimento micelial da *R. solani* de 0,77 a 1,09cm/dia), + + supressivo (1,26 a 1,66cm/dia), + supressivo (1,85 a 2,20cm/dia), + conducente (2,31 a 2,78cm/dia), + + conducente (2,84 a 3,12cm/dia) e + + + conducente (3,16 a 3,68cm/dia).

Os resultados demonstraram que, de um modo geral, os solos provenientes do pasto e pousio, seguidos da mata, foram os solos mais supressivos, ao passo que os solos provenientes de áreas de cultivo de cana-de-açúcar, milho, café e solo arado foram os mais conducentes (Tabela 1). Esses resultados podem estar associados ao tempo de permanência dessas coberturas vegetais nas áreas, pois, segundo Schneider (1982), solos supressivos são comuns em ambientes ecologicamente balanceados, nos quais os constituintes físico-químicos e microbianos do solo estão mais estabilizados. No caso da Microbacia, tanto as áreas de pasto, quanto as de pousio não eram submetidas às práticas agrícolas há vários anos, ao contrário daquelas cultivadas com cana e café, ou ainda aquelas com solos arados (Ghini & Zaroni, 2001).

Dentre as variáveis adotadas, foi observada correlação entre a hidrólise de FDA, desprendimento de CO₂, teor de matéria orgânica e a supressividade de solos a *R. solani*, em amostras obtidas em locais com coberturas vegetais diversas na microbacia (mata, pastagem, cana-de-açúcar e culturas anuais) (Ghini et al., 1998). Solos com maior atividade microbiana apresentaram menor taxa de crescimento de *R. solani*, ou seja, maior supressividade ao patógeno (Fig.1).

O método de hidrólise de FDA apresentou as seguintes vantagens: boa correlação com a supressividade a *R. solani*; rapidez e facilidade de execução, baixo custo, pouca necessidade de mão-de-obra, materiais e equipamentos. As desvantagens do método dizem respeito a uma possível hidrólise por enzimas extracelulares, a diferenças entre os organismos quanto ao tempo de absorção do FDA, e à necessidade de um grande número de repetições, devido à variação dos resultados (Stotzky & Bollag, 1990).

Tabela 1. Distribuição de freqüência de coberturas vegetais - classificadas em quatro grupos pela aplicação da Análise e Correspondências Múltiplas - segundo os agrupamentos de supressividade do solo a *R. solani* em solos não fumigados e estatísticas descritivas da taxa de crescimento micelial (cm/dia) de *R. solani*, por grupo de cobertura vegetal (Ghini & Zaroni, 2001).

Supressividade	RS1		RS2		RS3				RS4			
	Pasto	Pousio	Mata	Batata	Couve-flor	Goiaba	Tomate	Feijão	Cana	Milho	Café	Solo arado
+++ supressivo	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
++ supressivo	2	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
+ supressivo	3	0	4	1	0	0	1	2	2	0	0	0
+ conducente	1	0	3	0	1	1	3	3	4	0	0	0
++ conducente	0	0	1	0	0	0	1	0	2	3	1	3
+++ conducente	2	0	0	0	0	0	1	1	5	2	0	1
Total	10	1	10	1	1	1	6	6	14	5	1	4
média	1,91		2,15		2,65				2,88			
mediana	1,85		2,20		2,67				3,06			
moda	0,77		0,96		1,93				3,31			
1º quartil	1,26		1,91		2,37				2,63			
3º quartil	2,60		2,47		2,78				3,25			
CV(%)	43,98		25,16		16,55				18,78			
mínimo	0,77		0,96		1,93				1,33			
máximo	3,33		2,90		3,45				3,68			

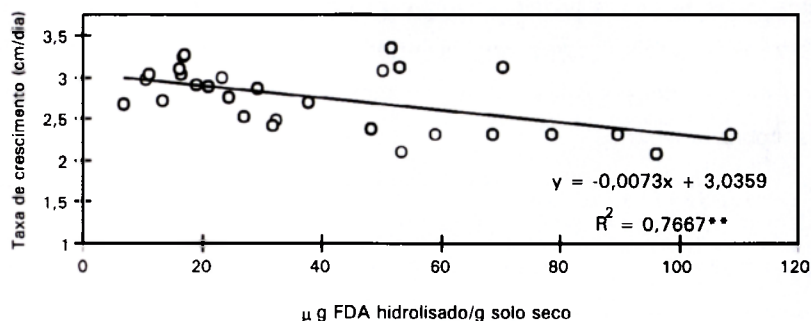


Fig.1. Relação entre a hidrólise de diacetato de fluoresceína (FDA) e a taxa de crescimento micelial de *Rhizoctonia solani*, nas amostras de solo (Ghini et al., 1998)

Não foi observada influência dos demais fatores bióticos avaliados na supressividade dos solos (Tabela 2). Diversos autores têm observado falta de correlação entre comunidades de microrganismos determinadas pelo método de cultivo em meio seletivo, haja vista que somente uma pequena fração da biomassa microbiana total pode ser cultivada em tais meios (Grigorova & Norris, 1990).

Os principais fatores abióticos que afetam a supressividade dos solos da microbacia são o pH e o teor de alumínio (Tabela 3). Os solos mais supressivos apresentaram pH ácido e elevado teor de alumínio. Diversos autores obtiveram resultados semelhantes. Michereff et al. (1996) verificaram que a intensidade de doença produzida por *R. solani* em plântulas de feijoeiro foi correlacionada negativamente com níveis de alumínio trocável, enquanto positivamente com o pH. Alta concentração de alumínio também foi um dos fatores responsáveis pela supressividade de solos a *R. solani* no Havaí, segundo Kobayashi & Ko (1985).

O plano amostral com caráter aleatório, isto é, baseado no sorteio aleatório dos pontos amostrais, caracterizou o trabalho na MCTB. Por isso, algumas coberturas vegetais ocorreram com maior frequência, haja vista que são predominantes na área. Como o objetivo do trabalho foi determinar a similaridade da supressividade de solos com diferentes coberturas vegetais, as ocorrências obtidas foram consideradas como indicadoras de supressividade. Assim sendo, com os resultados obtidos foram geradas ferramentas para o desenvolvimento de novos estudos para a padronização de categorias de supressividade ou mapeamento de áreas ou estudos com grupos de coberturas vegetais. Testes com os fatores bióticos ou abióticos que afetam a supressividade desses solos são necessários para a indução de supressividade em solos problemáticos.

A supressividade a *R. solani* testada como indicador de sustentabilidade se mostrou simples de ser avaliada, podendo ser usada para todos os tipos de solo, foi sensível às alterações provocadas por diferentes sistemas de produção e apresentou correlação com outros fatores bióticos e abióticos analisados.

Tabela 2. Fatores bióticos avaliados nos solos provenientes das diversas coberturas vegetais da Microbacia do Córrego Taquara Branca.

Cobertura Vegetal	Bactérias (log ufc.g ⁻¹ solo seco)	Fungos (log ufc.g ⁻¹ solo seco)	Actinomicetos (log-ufc.g ⁻¹ solo seco)	Protozoários (log indivíduos.g ⁻¹ solo seco)	<i>Pseudomonas</i> <i>Fluorescens</i> (log ufc.g ⁻¹ solo seco)	<i>Fusarium</i> (log ufc.g ⁻¹ solo seco)	<i>Trichoderma</i> (log ufc.g ⁻¹ solo seco)	FDA (µg hidrolisado .g ⁻¹ solo seco)	CO ₂ (µg CO ₂ .g ⁻¹ solo seco)	Índice de Shanon para comunidade de microartrópodos
Pasto	6,16	4,61	5,58	4,33	4,44	4,17	2,77	43,29	779,93	1,70
Pousio	6,11	4,91	5,77	5,34	2,04	4,65	3,05	18,08	277,77	0,69
Mata	5,76	4,62	5,18	3,21	4,03	4,19	3,15	75,06	890,52	1,60
Batata	6,21	4,28	5,71	3,01	4,21	4,52	3,23	7,97	212,21	0,64
Couve-flor	6,06	4,82	6,13	2,46	5,07	4,27	,	10,55	1201,50	,
Goiaba	5,65	4,55	5,64	2,61	3,65	3,96	,	11,13	354,50	,
Tomate	6,01	4,96	5,54	3,13	4,65	4,79	2,14	14,75	315,80	1,02
Feijão	6,33	4,88	5,68	3,99	3,62	4,31	3,50	21,13	315,32	0,85
Cana	6,24	4,67	5,61	4,58	3,69	4,23	3,09	21,24	269,83	1,62
Milho	6,18	4,66	5,82	4,82	3,58	4,43	3,58	21,91	239,74	1,43
Café	5,34	4,53	5,68	3,35	3,92	3,77	,	52,92	290,67	,
Solo arado	6,41	4,76	6,15	3,86	4,60	4,47	,	36,31	454,07	1,97

Tabela 3. Fatores abióticos avaliados nos solos provenientes das diversas coberturas vegetais da Microbacia do Córrego Taquara Branca.

Cobertura vegetal	Capacidade de campo (%)	pH	Condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Matéria orgânica (g/dm^3)	P (mg/dm^3)	K (mmol/dm^3)	Ca (mmol/dm^3)	Mg (mmol/dm^3)	Al (mmol/dm^3)	H (mmol/dm^3)
Pasto	20,55	5,89	57,28	27,20	51,04	6,42	32,80	8,20	0,60	24,50
Pousio	20,94	5,70	21,97	19,00	36,00	1,60	20,00	6,00	1,00	33,00
Mata	27,31	5,37	95,59	38,50	12,46	3,74	19,20	5,20	6,20	36,30
Batata	17,78	6,10	33,60	31,00	9,50	2,80	40,00	11,00	0,00	22,00
Couve-flor	23,50	6,20	205,67	18,00	37,60	1,50	57,00	13,00	0,00	18,00
Goiaba	14,02	6,00	242,33	20,00	70,50	3,40	30,00	8,00	0,00	20,00
Tomate	22,25	6,20	319,48	19,40	87,02	6,44	79,00	12,80	0,00	19,00
Felção	17,04	5,40	96,71	16,33	99,53	2,38	18,00	4,83	3,83	37,33
Cana	19,53	5,86	67,48	18,40	89,11	6,60	32,60	7,93	2,20	24,67
Milho	21,34	6,38	135,86	21,20	64,04	7,98	61,00	12,80	0,00	14,40
Café	22,75	6,00	39,43	22,00	9,50	2,30	34,00	9,00	0,00	28,00
Solo arado	19,61	6,20	127,33	20,50	98,43	7,18	40,25	10,50	0,00	17,50
Cobertura vegetal	S (ppm)	Na (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	B (ppm)	CTC (mmol/dm^3)	V (%)	valor S ($\text{mEq}/100 \text{ ml}$)
Pasto	11,57	29,70	345,89	115,28	4,66	7,39	0,25	72,40	60,89	4,73
Pousio	10,50	6,00	72,40	9,60	2,20	1,30	0,20	62,00	44,80	2,80
Mata	14,92	44,80	74,24	132,29	1,18	6,99	0,32	70,60	40,14	2,81
Batata	10,50	9,00	41,20	38,20	13,50	5,70	0,30	76,00	71,00	5,40
Couve-flor	61,00	5,00	72,80	31,10	0,50	2,30	0,20	90,00	79,90	7,20
Goiaba	32,50	6,00	103,70	18,30	2,30	3,00	0,20	61,00	67,40	4,10
Tomate	90,30	88,20	79,84	73,78	11,70	17,58	0,20	118,80	79,60	9,82
Felção	25,00	29,67	140,15	21,95	2,13	6,27	0,17	66,17	38,05	2,50
Cana	12,89	29,60	135,43	60,68	11,82	7,23	0,19	73,93	59,91	4,71
Milho	19,78	32,60	209,76	98,56	12,62	11,54	0,22	96,20	84,90	8,18
Café	13,70	3,00	106,10	43,30	0,70	2,40	0,20	73,00	61,80	4,50
Solo arado	20,65	48,00	119,78	74,70	13,48	6,73	0,25	75,75	76,30	5,83

Referências

- ALEF, K.; NANNIPIERRI, P. *Methods in applied soil microbiology and biochemistry*. New York: Academic Press, 1995. 576 p.
- BAKER, R.; COOK, J. *Biological control of plant pathogens*. San Francisco: W.H. Freeman, 1974. 433 p.
- BRUGGEN, A.H.C. van. Plant disease severity in high-input compared to reduced-input and organic farming systems. *Plant Disease*, v. 79, n. 10, p. 976-984, 1995.
- BRUGGEN, A.H.C. van; GRÜNWARD, N.J. Test for risk assessment of root infection by plant pathogens. In: DORAN, J.W.; JONES, J. *Methods for assessing soil quality*. Madison: Soil Science Society of America, 1996. p. 293-310.
- CHET, H.; BAKER, R. Induction of suppressiveness to *Rhizoctonia solani* in soil. *Phytopathology*, v. 70, p. 994-998, 1980.
- DOMSCH, K.H.; JAGNOW, G.; ANDERSON, T.H. An ecological concept for assessment of side-effects of agrochemicals on soil microorganisms. *Residue Reviews*, v. 86, p. 65-105, 1983.
- GHINI, R.; ZARONI, M.M.H. Relação entre coberturas vegetais e supressividade de solos a *Rhizoctonia solani*. *Fitopatologia Brasileira*, v. 26, n. 1, p. 10-15, 2001.
- GHINI, R.; MENDES, M.D.L.; BETTIOL, W. Método de hidrólise de diacetato de fluoresceína (FDA) como indicador de atividade microbiana no solo e supressividade a *Rhizoctonia solani*. *Summa Phytopathologica*, v. 24, n. 2, p. 219-222, 1998.
- GRIGOROVA, R.; NORRIS, J.R. *Methods in microbiology: techniques in microbial ecology*. London: Academic Press, 1990. 627 p.
- GRISI, B.M. Método químico de medição da respiração edáfica: alguns aspectos técnicos. *Ciência e Cultura*, v. 30, n. 1, p. 82-88, 1978.
- GRÜNWARD, N.J.; WORKNEH, F.; HU, S.; BRUGGEN, A.H.C. van. Comparison of an *in vitro* and a damping-off assay to test soils for suppressiveness to *Pythium aphanidermatum*. *European Journal of Plant Pathology*, v. 103, p. 55-63, 1997.

- HENIS, Y.; GRAFFAR, A.; BAKER, R. Factors affecting suppressiveness to *Rhizoctonia solani* in soil. *Phytopathology*, v. 69, p. 1164-1169, 1979.
- HÖPER, H.; ALABOUVETTE, C. Importance of physical and chemical soil properties in the suppressiveness of soils to plant diseases. *European Journal of Soil Biology*, v. 32, n. 1, p. 41-58, 1996.
- HORNBY, D. Suppressive soils. *Annual Review of Phytopathology*, v. 21, p. 65-85, 1983.
- JORDAN, D.; KREMER, R.J.; BERGFELD, W.A.; KIM, K.Y.; CACNIO, V.N. Evaluation of microbial methods as potential indicators of soil quality in historical agricultural fields. *Biology and Fertility of Soils*, v. 19, p. 297-302, 1995.
- KO, W.; HO, W. Screening soils for suppressiveness to *Rhizoctonia solani* and *Pythium splendens*. *Annals of the Phytopathological Society of Japan*, v. 49, p. 1-9, 1983.
- KOBAYASHI, N.; KO, W.H. Nature of suppression of *Rhizoctonia solani* in hawaiian soils. *Transactions of the British Mycological Society*, v. 84, p. 691-694, 1985.
- LIU, S.; BAKER, R. Mechanism of biological control in soil suppressive to *Rhizoctonia solani*. *Phytopathology*, v. 70, p. 404-412, 1980.
- MICHEREFF FILHO, M.; MICHEREFF, S.J.; SILVA, E.B.; ANDRADE, D.E.G.T.; ANTUNES SOBRINHO, S.; MARIANO, R.L.R. Influência de tipos de solo do estado de Pernambuco na intensidade de doença induzida por *Rhizoctonia solani* em feijoeiro. *Fitopatologia Brasileira*, v. 21, p. 19-25, 1996.
- PARK, J.; COUSINS, S.H. Soil biological health and agro-ecological change. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 56, p. 137-148, 1995.
- RODRÍGUEZ-KÁBANA, R. ; CALVET, C. Capacidad del suelo para controlar enfermedades de origen edáfico. *Fitopatologia Brasileira*, v. 19, n. 2, p. 129-138, 1994.
- SCHNEIDER, R. W. *Suppressive soils and plants*. St. Paul: APS Press, 1982. 88 p.
- SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA, F.M. de S.; GRISI, B.M.; HUNGRIA, M.; ARAUJO, R. S. *Microrganismos e processos biológicos do solo: perspectiva ambiental*. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1994. 142 p. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 45).

STOTZKY, G.; BOLLAG, J.M. *Soil biochemistry*. New York: Marcel Dekker, 1990. 565 p.

VISSER, S.; PARKINSON, D. Soil biological criteria as indicators of soli quality: soil microorganisms. *American Journal of Alternative Agriculture*, v. 7, n. 1/2, p. 33-37, 1992.

WORKNEH, F.; BRUGGEN, A.H.C. van; DRINKWATER, L.E.; SHENNAN, C. Variables associated with corky root and Phytophthora root rot of tomatoes in organic and conventional farms. *Phytopathology*, v. 83, n. 5, p. 581-589, 1993.