

EFEITO DE HERBICIDAS NA BIOMASSA MICROBIANA DE SOLOS DE ARROZ IRRIGADO

R. GHINI¹; M. A. V. LIGO¹ & L.C. HERMES¹

1- EMBRAPA/CNPMA . C. Postal 69. CEP 13820-000 Jaguariúna/SP
Aceito para publicação em 12/12/97.

RESUMO

Em condições de campo de arroz irrigado por inundação em Pelotas/RS e em microcosmo, foi avaliado o efeito dos herbicidas clomazone, quinclorac e propanil na biomassa e atividade microbiana do solo. Para tanto, os solos foram avaliados quanto a comunidade de bactérias, fungos e actinomicetos; hidrólise de diacetato de fluoresceína; respiração microbiana total e biomassa C, P e N. De modo geral, as diferenças obtidas para as variáveis estudadas nos solos tratados com herbicidas e a testemunha não tratada foram de caráter transitório e tornaram-se não significativas com o passar do tempo após a aplicação dos produtos, indicando efeitos de pouca significância ecológica no agroecossistema estudado.

Palavras-chave: atividade microbiana, clomazone, quinclorac, propanil.

ABSTRACT

EFFECT OF HERBICIDES ON MICROBIAN BIOMASS ON SOIL OF IRRIGATED RICE.

This study presents an assessment of the effects of the herbicides clomazone, quinclorac and propanil on soil microbial activity and biomass in rice paddy fields and laboratory microcosms. The soils were evaluated to determine the total number of bacteria, fungi, and actinomycetes; fluorescein diacetate hydrolysis; total microbial respiration; and biomass C, P and N. In general, when comparing untreated and treated soils, all differences detected in these variables were transient, both in the field and in microcosm tests. The effects of the tested herbicides on microbial community are of minor importance under the conditions of experimentation.

Key words: microbial activity, clomazone, quinclorac, propanil.

INTRODUÇÃO

Os herbicidas são aplicados especialmente para diminuir a diversidade vegetal, controlando as plantas invasoras, de modo a favorecer a cultura de interesse. Porém, efeitos adversos decorrentes da aplicação de herbicidas podem ocorrer na comunidade biótica do sistema solo-água, provocando um desequilíbrio nos processos, por exemplo, de

decomposição da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes, que são intimamente dependentes destes organismos.

O estado do Rio Grande do Sul, principal produtor de arroz do Brasil, utiliza o sistema de cultivo em solo inundado. Dentre os problemas que afetam esse cultivo, o controle de plantas invasoras destaca-se como um dos principais. O controle químico, através do emprego de herbicidas, tem sido o método mais utilizado, especialmente através de aplicação aérea, apesar das poucas informações disponíveis sobre o comportamento desses produtos no sistema solo/água/planta/atmosfera. Os microrganismos do solo são responsáveis, direta ou indiretamente, por diversos processos que garantem a sustentabilidade do agroecossistema, tais como a decomposição da matéria orgânica, alterando a fertilidade do solo, além de influenciar as suas propriedades físico-químicas. Por esse motivo, a obtenção de dados sobre os efeitos de pesticidas no compartimento biótico do solo é indispensável para a caracterização ecotoxicológica do produto (DOMSCH *et al.*, 5). O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito dos principais herbicidas utilizados na cultura de arroz irrigado (clomazone, quinclorac e propanil) na biomassa microbiana do solo (biomassa C, P e N; comunidades de fungos, bactérias e actinomicetos) e na sua atividade (desprendimento de CO₂ e hidrólise de diacetato de fluoresceína -FDA), em condições de campo e de microcosmo.

MATERIAL E MÉTODOS

1. Experimento em condições de campo

As parcelas experimentais foram instaladas no município de Pelotas/RS, em solo do tipo Planossolo Solódico (Tabela 1). As parcelas constaram de tabuleiros de 5,0 x 5,0 m, espaçados por 8 m, onde foram aplicados os herbicidas nas safras 94/95 e 95/96, nas dosagens: clomazone - 0,5 kg/ha, em pré-emergência; quinclorac - 0,375 kg/ha, em pós-emergência e propanil - 2,88 kg/ha, em pós-emergência. Como testemunha utilizou-se uma parcela não tratada com herbicidas.

As sementes da cultivar EMBRAPA-6-CHUI de arroz foram realizadas em 17/11/94 e 21/11/95, na densidade de 130 kg de sementes/ha. O espaçamento utilizado foi 17,5 cm entre linhas. O herbicida clomazone foi aplicado nos dias 18/11/94 e 22/11/95; o propanil e o quinclorac, em 3/12/94 e 13/12/95. Aproximadamente 30 dias após a sementeira, iniciou-se a irrigação por inundação, mantendo uma lâmina de 10 cm de água até meados de abril. Para as avaliações, amostras compostas por quatro subamostras de solo foram coletadas até a profundidade de 15 cm, antes da aplicação dos

produtos e aos 21, 48 e 70 dias após a semeadura da segunda safra de arroz. Após as coletas, as amostras foram peneiradas (2 mm) e avaliadas no laboratório em período inferior a 48 h.

2. Experimento em microcosmo

O experimento foi realizado com solo proveniente de Pelotas (RS), do tipo Planossolo Solódico, coletado até a profundidade de 13 cm (Tabela 1). O campo escolhido para a coleta atendia às exigências da EPPO (6) para a realização de testes de avaliação de risco de produtos utilizados na proteção de plantas na microbiota do solo. Entre as características recomendadas estão: teor de areia superior a 70%; pH 5,5-7,0; baixo conteúdo de matéria orgânica (teor de C orgânico entre 0,5-1,5%) e biomassa microbiana não inferior a 1% do C orgânico total do solo. Além disso, no local não tinha sido aplicado pesticida há pelo menos 1 ano antes da coleta; fertilizantes orgânicos há 6 meses e minerais há 3 meses.

O solo tamisado em peneiras com malha de 2 mm de diâmetro foi acondicionado em sacos plásticos (500 g de solo/saco) e tratado com os herbicidas. As concentrações dos herbicidas testados foram: 0,1; 1 e 10 vezes as concentrações utilizadas no teste de campo, considerando-se a profundidade de 5 cm. Os produtos foram diluídos em água e aplicados ao solo de forma a ajustar a umidade em 60% da capacidade de campo. Como testemunha, o solo foi tratado com água.

A incubação foi realizada a 21°C, no escuro, sendo que os sacos plásticos permaneceram abertos para permitir as trocas gasosas. Durante a incubação foi feita a correção da umidade do solo para 60% da capacidade de campo.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com 3 repetições. As avaliações foram feitas aos 14 e 28 dias após a aplicação dos herbicidas.

Tabela 1. Análise química dos solos utilizados nos experimentos em condições de campo e microcosmo.

Característica	Campo	Microcosmo
matéria orgânica (g/dm ³)	18	19
pH	5,4	5,5
P (mg/dm ³)	13	5
K (mmol _c /dm ³)	1,3	0,8
Ca (mmol _c /dm ³)	28	10
Mg (mmol _c /dm ³)	15	6
Soma de bases (mmol _c /dm ³)	44	16,8
H+Al (mmol _c /dm ³)	43	58
CTC (mmol _c /dm ³)	87	74,8
V (%)	51	22
B (mmol _c /dm ³)	-	0,31
Cu (mmol _c /dm ³)	-	1,1
Fe (mmol _c /dm ³)	-	260
Mn (mmol _c /dm ³)	-	16,0
Zn (mmol _c /dm ³)	-	9,6

3. Comunidades de bactérias, fungos e actinomicetos

As comunidades de bactérias, fungos e actinomicetos foram determinadas através de contagem de colônias em meio de cultura seletivo, após diluições sucessivas. Para fungos foi utilizado o meio de cultura de Martin; para bactérias, o meio de nutriente ágar acrescido de nistatina (42 mg/l) e para os actinomicetos, o meio de ágar-água alcalinizado (pH 10,5).

Aliquotas de duas diluições de cada amostra de solo foram transferidas para cada meio de cultura, em cinco repetições no experimento de campo e três repetições no experimento de microcosmo.

4. Atividade microbiana

A atividade microbiana foi avaliada através da respiração microbiana total (desprendimento de CO₂) e hidrólise de diacetato de fluoresceína (FDA).

Para a avaliação da respiração microbiana total, as amostras de solo (100 g) foram incubadas em recipientes hermeticamente fechados, contendo KOH 0,5N (10 ml), o qual foi titulado com HCl, após 4, 7, 11 e 14 dias de incubação, segundo o método de GRISI (7).

A hidrólise de FDA foi avaliada segundo o método de CHEN *et al.* (4). As amostras de solo foram agitadas em tampão fosfato (pH 7,6), acrescido de um volume determinado de solução estoque de FDA. Após agitação por 20 min., foi adicionada acetona com a finalidade de interromper a reação de hidrólise. A seguir efetuou-se a filtragem em papel de filtro Whatman nº1 e as soluções foram avaliadas em espectrofotômetro (absorbância de 490 nm). Com auxílio de uma curva padrão obtida para cada amostra, determinou-se a quantidade de FDA hidrolisado. Os testes seguiram delineamento inteiramente casualizado, com três repetições para a avaliação de CO₂ e cinco, para hidrólise de FDA.

5. Biomassa C, P e N

As biomassas C, P e N foram avaliadas pelos métodos apresentados por VANCE *et al.* (13), BROOKES *et al.* (2) e BROOKES *et al.* (3), respectivamente. Os métodos baseiam-se na fumigação-extração, isto é, a biomassa é calculada através da diferença entre as quantidades desses nutrientes extraídos das amostras fumigadas e não fumigadas com clorofórmio.

A fumigação foi realizada em dessecadores, nos quais foram acondicionadas as amostras de solo, contidas em recipientes de vidro, e um Becker contendo pérolas de vidro e clorofórmio isento de etanol. Após aplicação de vácuo (51 cm Hg) para a volatilização do clorofórmio, os dessecadores permaneceram fechados por 48 horas. Depois da fumigação, os dessecadores foram abertos por, aproximadamente, 2 horas para a completa evaporação do clorofórmio.

A extração de C e N das amostras fumigadas e não fumigadas foi realizada com uma solução de K₂SO₄ 0,5M, sendo que a extração de P foi feita com uma solução de bicarbonato de sódio, com pH ajustado para 8,5. As determinações de C foram efetuadas de acordo com WALKLEY & BLACK, descrita por ALLISON (1); as determinações de P, pelo método de OLSEN *et al.* (10); e as determinações de N, pelo método de destilação Khjedhal modificado (TEDESCO *et al.*, 12). No experimento em condições de campo foram feitas cinco repetições por tratamento e no experimento de microcosmo, três.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a avaliação das alterações na comunidade microbiana do solo provocadas pelo uso de herbicidas na

Tabela 2 - Comunidades de microrganismos, atividade enzimática (hidrólise de FDA) e desprendimento de CO₂ acumulado em 14 dias, das amostras de solo, no experimento em condições de campo.

Tratamentos	Período de coleta	log ufc/g solo seco			FDA ¹	CO ₂ ² 14 dias
		Bact.	Fungos	Actinomic.		
testemunha	1	6,10a	4,90b	5,16b	12,78c	258,7c
quinclorac	1	6,09a	5,10ab	5,53a	17,12b	297,5b
propanil	1	6,22a	5,07ab	5,60a	20,79a	301,3b
clomazone	1	6,26a	5,26a	5,61a	20,71a	335,2a
testemunha	21	5,61b	4,93b	4,92b	15,25a	95,45b
clomazone	21	6,02a	5,42a	5,29a	18,33a	215,3a
testemunha	48	5,78b	4,66b	5,63a	8,81b	506,4a
quinclorac	48	5,99a	4,89a	5,67a	17,02ab	544,0a
propanil	48	6,00a	4,75ab	5,38b	20,13a	447,8a
clomazone	48	5,87b	4,87a	5,32b	15,64ab	525,8a
testemunha	70	6,03b	4,58c	5,45a	20,97ab	423,3c
quinclorac	70	6,05b	4,81b	5,53a	13,05b	347,9c
propanil	70	5,95b	4,88b	5,55a	26,15a	638,5a
clomazone	70	6,34a	5,05a	5,46a	16,00b	522,0b

¹FDA = µg FDA/g solo seco.²CO₂ = µg CO₂/g solo seco.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, na coluna (Tukey 5%).

Tabela 3. Número de microrganismos, atividade enzimática (hidrólise de FDA) e desprendimento de CO₂ acumulado, das amostras de solo, no experimento em condições de microcosmo, após 14 (1ª avaliação) e 28 dias (2ª avaliação) da aplicação dos herbicidas.

Tratamentos	log ufc/g solo seco			FDA ¹	CO ₂ ²
	Bactérias	Fungos	Actinomicet		
1ª avaliação					
clomazone (0,1) ³	5,85 c	4,66 f	5,04 d	52,51abc	185,00 e
clomazone (1,0)	5,86 c	4,99bc	5,07 cd	54,79 ab	197,55de
clomazone (10,0)	6,34 a	4,94cd	4,45 e	51,23 bc	251,78 c
propanil (0,1)	5,88 c	4,77 ef	5,23 ab	53,16abc	194,41de
propanil (1,0)	5,74 d	4,73 ef	5,36 a	54,85 ab	243,69 c
propanil (10,0)	5,86 c	4,83de	5,33 ab	57,45 a	383,45 a
quinclorac (0,1)	6,09 b	5,10 b	5,22 ab	50,36 bc	213,88 d
quinclorac (1,0)	5,84 c	4,84de	5,06 cd	52,62abc	245,59 c
quinclorac (10,0)	5,88 c	5,34 a	4,04 f	47,21 c	304,38 b
testemunha	5,99 b	4,75 ef	5,20 bc	54,89 ab	197,46de
CV (%)	1,00	1,41	1,60	5,99	5,39
2ª avaliação					
clomazone (0,1)	5,85 b	4,76 bc	4,66 bc	35,98 a	130,51bc
clomazone (1,0)	5,93 ab	4,90 b	4,34 de	41,58 a	140,00bc
clomazone (10,0)	5,92 ab	4,72 bc	4,39 cde	42,62 a	144,74 b
propanil (0,1)	5,98 ab	4,91 b	4,66 bc	41,97 a	118,74 c
propanil (1,0)	5,89 ab	4,88 b	4,62 bcd	43,00 a	131,84bc
propanil (10,0)	5,80 b	4,92 b	5,06 a	36,57 a	169,78 a
quinclorac (0,1)	5,96 ab	4,90 b	4,66 bc	42,89 a	127,03bc
quinclorac (1,0)	5,92 ab	4,57 c	4,13 ef	36,29 a	143,80bc
quinclorac (10,0)	6,06 a	5,33 a	4,02 f	37,77 a	172,94 a
testemunha	5,87 ab	4,88 b	4,92 ab	40,08 a	146,45 b
CV (%)	1,75	3,21	3,54	16,80	9,41

¹FDA = µg FDA/g solo seco.²CO₂ = µg CO₂/g solo seco.³Os números entre parênteses indicam a concentração do produto aplicado em relação à dosagem aplicada no campo. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, na coluna (Duncan 5%).

cultura de arroz irrigado foram realizados testes num campo produtivo e em condições controladas de microcosmo, o qual, segundo EPPO (1994), apresenta condições propícias para a ocorrência de danos à microbiota do solo. A comunidade de fungos foi superior no solo tratado com clomazone quando comparado ao solo testemunha, em todos os períodos de avaliação, no experimento em condições de campo (Tabela 2). No experimento realizado em condições de microcosmo, as alterações verificadas na comunidade de fungos somente ocorreram nas concentrações de 1 e 10 vezes as doses de campo, sendo que as diferenças observadas na primeira avaliação (14 dias) tenderam a desaparecer na segunda (28 dias), demonstrando o efeito de curta duração do herbicida clomazone (Tabela 3).

No experimento realizado em condições de campo, em algumas avaliações, as comunidades de bactérias e actinomicetos foram menores na testemunha do que nas parcelas tratadas (Tabela 2). No experimento realizado em condições de microcosmo, apesar das diferenças estatísticas, os resultados obtidos estão na mesma ordem de grandeza para essas comunidades, não apresentando nenhuma tendência consistente quanto aos herbicidas aplicados e o período de avaliação (Tabela 3).

MACEDO *et al.* (9), diferentemente dos resultados obtidos no presente trabalho, verificaram uma redução no número de colônias de fungos e bactérias e um aumento significativo de actinomicetos após uma semana da aplicação de clomazone nos solos. Porém, em avaliações posteriores, houve uma recuperação de todos os microrganismos testados, voltando à população inicial após a quarta semana da aplicação, de forma semelhante aos resultados obtidos no presente trabalho. ROGER *et al.* (11), examinando o problema da sustentabilidade do cultivo de arroz irrigado, afirmaram que os herbicidas têm geralmente efeitos negativos na microbiota do solos a curto prazo em relação aos efeitos de inseticidas. Também HART & BROOKES (8), avaliando o efeito da aplicação de pesticidas no solo, concluíram que, após 19 anos de uso contínuo, apesar de alguma interações estatisticamente significativas observadas no decorrer do trabalho, não foram encontrados efeitos danosos dos produtos na biomassa microbiana do solo ou em sua atividade.

Em todos os períodos de avaliação, no experimento de campo, exceto aos 70 dias após a semeadura, na parcela não tratada observou-se menor atividade microbiana, avaliada pela hidrólise de FDA, do que nas parcelas onde foram aplicados os herbicidas. Aos 70 dias, não foram observadas diferenças significativas entre a testemunha e os tratamentos (Tabela 2). Os produtos testados podem ter causado a morte de uma parcela da comunidade microbiana, o que teria favorecido, por algum tempo, atividade da microbiota.

Efeito de herbicidas na biomassa microbiana de solos...

No experimento em microcosmo, poucas diferenças foram observadas entre os tratamentos na primeira avaliação, sendo que não foram verificadas diferenças na segunda avaliação (Tabela 3).

A emissão de CO₂ pela biomassa microbiana foi menor nas amostras provenientes da parcela não tratada do que nas parcelas tratadas com herbicidas, 1 e 21 dias após a semeadura, no experimento de campo (Tabela 2). Este resultado está de acordo com o resultado obtido com a hidrólise de FDA, visto que ambos avaliam a atividade

microbiana do solo. Após a entrada do filme de água, não se observou diferença entre os tratamentos, aos 48 dias após a semeadura. Porém, aos 70 dias, solos tratados com propanil e clomazone apresentaram valores da atividade microbiana estatisticamente superiores à testemunha e ao quinclorac (Tabela 2).

No experimento em microcosmo, somente os solos tratados com propanil e quinclorac, nos quais foi aplicado dez vezes a dosagem recomendada, apresentaram um aumento na respiração microbiana total, nas duas avaliações (Tabela 3).

Tabela 4. Biomassa P ($\mu\text{g P/ g solo seco}$), N ($\mu\text{g N/ g solo seco}$) e C ($\mu\text{g C/ g solo seco}$) nos solos tratados com herbicidas, após 14 (1ª avaliação) e 28 dias (2ª avaliação) da aplicação, no experimento realizado em condições de microcosmo.

Tratamentos	Biomassa P		Biomassa N		Biomassa C	
	14 dias	28 dias	14 dias	28 dias	14 dias	28 dias
clomazone (0,1) ¹	17,05 d	16,88 bc	22,31 c	29,10 a	1095,45 ab	214,55 bc
clomazone (1,0)	24,75 ab	17,76 bc	34,78 abc	35,24 a	651,81 ab	217,38 bc
clomazone (10,0)	25,29 a	17,87 bc	29,85 abc	45,28 a	676,05 ab	234,19 bc
propanil (0,1)	20,52 abcd	20,07 abc	39,26 ab	33,73 a	253,69 b	301,42 b
propanil (1,0)	23,23 abc	22,15 ab	43,79 ab	20,63 a	172,21 b	426,89 a
propanil (10,0)	2,44 e	7,67 d	49,61 a	26,97 a	216,85 b	416,21 a
quinclorac (0,1)	22,94 abcd	27,36 a	33,85 bc	22,66 a	654,28 ab	231,28 bc
quinclorac (1,0)	22,62 abcd	13,17 cd	35,04 abc	21,07 a	1439,47 a	76,21 d
quinclorac (10,0)	19,99 bcd	20,95 abc	38,16 ab	19,10 a	680,71 ab	176,26 c
testemunha	17,60 cd	17,40 bc	28,90 bc	39,10 a	570,51 ab	204,63 bc
CV (%)	15,83	23,62	22,75	60,39	90,35	21,89

¹Os números entre parênteses indicam a concentração do produto aplicado em relação à dosagem aplicada no campo. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, na coluna (Duncan 5%).

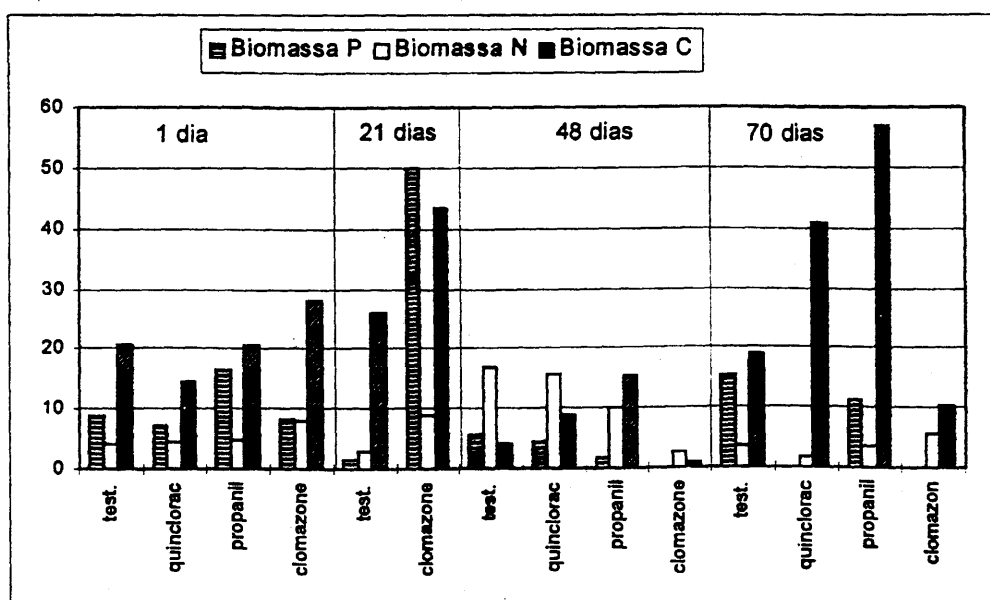


Figura 1 - Biomassa P ($\mu\text{g P/ g solo seco}$), N ($\mu\text{g N/ g solo seco}$) e C ($\mu\text{g C/ g solo seco}$) nos solos tratados com herbicidas, após 1; 21; 48 e 70 dias da aplicação, no experimento realizado em condições de campo.

A avaliação da biomassa pelo método de fumigação com clorofórmio apresentou uma grande variabilidade entre as repetições no experimento realizado em condições de campo,

não permitindo verificar o efeito dos herbicidas quando aplicados em campo, nas doses recomendadas (Figura 1). No experimento em microcosmo foram observadas alterações na

biomassa P, N e C, mas que tenderam a desaparecer com o tempo (Tabela 4). Porém, no tratamento com propanil houve um aumento significativo na biomassa C, após 28 dias da aplicação.


Para avaliar o efeito dos herbicidas na microbiota do solo em arroz irrigado, vários métodos foram utilizados sob condições extremas, tanto de dosagem, como de características do solo. Dos resultados obtidos, pode-se concluir que os três herbicidas (quinclorac, clomazone e propanil) apresentaram efeitos de baixa importância quanto às alterações nas variáveis microbianas estudadas. Quando houve efeito significativo em alguma variável estudada, ele foi temporário, sendo provavelmente de pouca significância ecológica.

LITERATURA CITADA

- 1 - ALLISON, L.E. Organic carbon. In: BLACK, C.A. *et alii*, Eds. **Methods of soil analysis**. Agronomy Series. n.9. ASA, Madison, Wisc. p.1367-1378, 1965.
- 2 - BROOKES, P. C.; POWLSON, D. S.; JENKINSON, D. S. Measurement of microbial biomass phosphorus in soil. **Soil Biol. Biochem.**, v.14, p.319-329, 1982.
- 3 - BROOKES, P. C.; KRAGT, J. F.; POWLSON, D. S.; JENKINSON, D. S. Chloroform fumigation and the release of soil nitrogen: the effects of fumigation time and temperature. **Soil Biol. Biochem.**, v.17, n. 6, p.831-835, 1985.
- 4 - CHEN, W.; HOITINK, A. J.; SCHMITTHENNER, A. F.; TUOVINEN, O. H. The role of microbial activity in suppression of damping-off caused by *Pythium ultimum*. **Phytopathology**, v.78, n.3, p.314-322, 1988.
- 5 - DOMSCH, K. H.; JAGNOW, G.; ANDERSON, T. H. An ecological concept for the assessment of side-effects of agrochemicals on soil microorganisms. **Residue Reviews**, v. 86, p.65-105, 1983.
- 6 - EPPO. Decision-making scheme for the environmental risk assessment of plant protection products. **Bulletin OEPP/EPPO Bulletin**, v.24, p.1-16, 1994.
- 7 - GRISI, B. M. Método químico de medição da respiração edáfica: alguns aspectos técnicos. **Ciência e Cultura**. v.30, n.1, p.82-88, 1978.
- 8 - HART, M. R. & BROOKES, P. C. Soil microbial biomass and mineralisation of soil organic matter after 19 years of cumulative field applications of pesticides. **Soil Biol. Biochem.**, v.28, n.12, p.1641-1649, 1996.
- 9 - MACEDO, E. C.; BLANCO, H. G.; MATAALLO, M. B.; CHIBA, S. Efeito do herbicida clomazone sobre a população microbiana do solo. XVIII Congresso Brasileiro de Herbicidas e Plantas Daninhas. Brasília, p.28. 1991.
- 10- OLSEN, S.R., COLE, C.V., WATANABE, F.S., DEAN, L.A. Estimation of available phosphorus in soils by extration with sodium bicarbonate. **Unites States Department of Agriculture Circular**, n.939, 19 p., 1954.
- 11- ROGER, P. A.; HEONG, K. L.; TENG, P. S. Biodiversity and sustainability of wetland rice production: role and potential of microorganisms and invertebrates. In: HAWKSWORTH, D. L. **The biodiversity of microorganisms and invertebrates: its role in sustainable agriculture**. CAB International, London. p.117-136, 1990.
- 12- TEDESCO, M.J.; VOLKWEISS, S.J. & BOHNEN, H. Análises de solo, plantas e outros materiais. Boletim técnico n.5. Departamento de Solos, UFRGS, Porto Alegre. 188 p., 1985.
- 13- VANCE, E. D.; BROOKES, P. C.; JENKINSON, D. S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. **Soil Biol. Biochem.**, v.19, n. 6, p.703-707, 1987.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a colaboração das assistentes de pesquisa Mara D. L. Mendes e Viviane Cristina Bettanin, na condução das testes.



**GRÁFICA
Pinhalense**

**Off Set
Alto Relevo**

Formulário Contínuo

SCANNAPIECO & FILHOS LTDA.

C. G. C. 01.582.191/0001-00
Inscr. Est. 530.029.206.119

R. Cel. Joaquim Leite, 130 - Largo São João - Cxa. Postal 189
Fones/Fax (019) 651-2151 e 651-2834 - Res. : (019) 651-4434
CEP. 13990-000 - ESPIRITO SANTO DO PINHAL - S. P.