

REVISTA CIENTÍFICA RURAL

Revista Técnico-Científica

Volume 13 - Número 2
DEZEMBRO 2011

BAGÉ - RS
EDITORIA - EDIURCAMP

ISSN 1413-8263

Rev. Cient. Rural	BAGÉ - RS	v. 13 n. 2	DEZEMBRO 2011
-------------------	-----------	------------	---------------

REVISTA CIENTÍFICA RURAL

ISSN 1413-8263

Revista da Universidade da Região da Campanha (URCAMP), Bagé, RS, é uma publicação de divulgação de periodicidade regular, de divulgação técnico-científica, editada pela Editora da URCAMP – EDIURCAMP.

INDEXAÇÃO

Os artigos contidos nesta revista estão indexados nas bases

- AGROBASE – AGRIS (Coordenadoria Geral de Informação Documental Agrícola – CENAGRI/Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento)
- CAB INTERNACIONAL (International Centre For Agriculture and Biosciences)
- TROPAG & RURAL (Royal Tropical Institute [Koninklijk Instituut Voor De Tropen (KIT)])

URCAMP – Universidade da Região da Campanha

REITORA:

Lia Maria Herzer Quintana

VICE-REITOR E PRÓ-REITOR DE
PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA E
EXTENSÃO:

Paulo Ricardo Ebert Siqueira

PRÓ-REITORIA ACADÊMICA:

Comissão Gestora Acadêmica:

- 1- Ana Maria Vieira dos Santos
- 2- Mirna Suzana Viera de Martinez
- 3- Marlisa Alagia de Oliveira Fico

PRÓ-REITORIA DE ADMINISTRAÇÃO:

Comissão Gestora de Administração:

- 1- Clóvis Waldy Belaunzaran de Quadros
- 2- Ricardo Ribeiro
- 3- Ronald Rolim de Moura

CAPA: Denise Aristimunha de Lima

REVISÃO: Fernando Pereira de Menezes

COMPOSIÇÃO E EDITORAÇÃO:

Denise Aristimunha de Lima

Tiragem: 300 exemplares

Toda correspondência sobre assuntos ligados à Revista Científica Rural deverá ser enviada para:

Rua Flores da Cunha, 310 CEP: 96400-350 - Bagé - RS - Brasil

rcr@urcamp.tche.br

É permitida a reprodução com menção da fonte de artigos sem reserva de direitos autorais (aceita-se permuta).

REVISTA CIENTÍFICA RURAL / Universidade da Região da Campanha. v.1 n.1 (jan.-jul. 1996). - Bagé: URCAMP.

Semestral

ISSN 1413-8263

2011. n. 2

1. Agronomia - Periódicos. 2. Veterinária - Periódicos. 3. Meio Ambiente - Periódicos.

Catálogo Sistema de Bibliotecas/URCAMP

Maria Bartira N. Costa Tabora - CRB 10/782

REVISTA CIENTÍFICA RURAL
V.13, nº 2, 2011

Conselho Editorial:

Ana Cláudia Kalil Huber, Dr^a – URCAMP
Carlos Eduardo Pedroso, Dr. – UFPEL
Daniela Giffoni Marques, Dr^a – URCAMP
Fernando Pereira de Menezes, Dr. – URCAMP
Larri Morselli, Dr. – URCAMP
Luis Fernando Paiva Lima, Dr. – URCAMP
Manoel de Souza Maia, Dr. – UFPEL
Paulo Ricardo Ebert Siqueira, Dr. – URCAMP
Rafael Pivotto Bortolotto, Dr. – URCAMP

Editor-Chefe:

Fernando Pereira de Menezes

Editora Auxiliar:

Ana Cláudia Kalil Huber

Assessores Técnicos:

Bibl. Maria Bartira N. Costa Taborda
Lúcia Rosane Langort Nobias

Revisores técnicos que participaram desta edição:

Ana Cláudia Kalil Huber, Dr ^a	- URCAMP, Bagé-RS
Cinei Teresinha Riffel, Dr ^a	- SETREM, Três de Maio-RS
Clarissa Santos da Silva, Dr ^a	- URCAMP, Bagé-RS
Elaine Gonçalves Rech, Dr ^a	- UESPI, Teresina-PI
Géri Eduardo Meneghello, Dr.	- FAEM/UFPEL, Pelotas-RS
Liege Camargo da Costa, Dr ^a	- FEPAGRO, Júlio de Castilhos-RS
Luis Osmar Braga Schuch, Dr.	- FAEM/UFPEL, Pelotas-RS
Rafael Pivotto Bortotto, Dr.	- URCAMP, Bagé-RS
Roberta Marins Nogueira Peil, Dr ^a	- FAEM/UFPEL, Pelotas-RS
Samuel Roggia, Dr.	- EMBRAPA SOJA/CNPS, Londrina-PR
Tânia Beatriz Gamboa Araújo Morselli, Dr ^a	- FAEM/UFPEL, Pelotas-RS

REVISTA CIENTÍFICA RURAL

Normas para publicação

1. A Revista Científica Rural da Universidade da Região da Campanha publica artigos científicos, revisões bibliográficas e notas referentes às áreas de Ciências Agrárias e Meio Ambiente, que deverão ser destinados em caráter de exclusividade.

2. A submissão dos artigos científicos, revisões bibliográficas e notas científicas será exclusivamente realizada por via eletrônica em um dos seguintes idiomas: Português, Espanhol ou Inglês. Todas as páginas deverão ser numeradas no lado inferior direito. O trabalho deverá ser digitado em tamanho 16 x 23cm, com espaçamento entre linhas de 1,5. As margens deverão ser: superior 3,0; inferior 3,0; esquerda 1,8 e direita em 1,2cm, fonte Times New Roman e tamanho 12. O máximo de páginas será 20 para artigo científico, 16 para revisão bibliográfica e 8 para nota científica, incluindo tabelas, gráficos e figuras. As figuras, quadros e tabelas devem estar incluídas no próprio texto, já em sua localização definitiva, numeradas com algarismos arábicos. As ilustrações não devem ser coloridas. A identificação das figuras deve aparecer na parte inferior, alinhada à esquerda, contendo título com letra tamanho 10 e fonte da ilustração com letra tamanho 9. A identificação de quadros e tabelas aparece na parte superior, alinhada à esquerda, com letra tamanho 10, e a fonte localiza-se na parte inferior, alinhada à esquerda, com letra tamanho 9. Os gráficos devem ser em planilha eletrônica e as fotografias e figuras devem ser fornecidos no formato .jpg ou .gif (qualidade mínima 300dpi). A nomenclatura científica deve ser citada segundo os critérios estabelecidos nos Códigos Internacionais em cada área. Unidades e Medidas devem seguir o Sistema Internacional (Exs.: mL, kg ha⁻¹). A indicação da autoria deverá estar relacionada após o título com um espaço, centralizado, com letra tamanho 10, fonte Times New Roman. A titulação deve constar na sequência da descrição dos nomes dos autores, com letra tamanho 8, fonte Times New Roman contendo: função, departamento, instituição, endereço, cidade e endereço eletrônico.

3. O **artigo científico** deverá ser submetido rigorosamente na seguinte seqüência:

A primeira página deve conter o título do artigo, o nome dos autores, resumo, palavras-chave, title, abstract e keywords. O título do artigo deve estar formatado com fonte *Times New Roman* tamanho 14, em negrito, centralizado e com letras maiúsculas. A indicação da autoria deverá estar relacionada após o título com um espaço, centralizado, com letra tamanho 10, fonte Times New Roman. A titulação deve constar na sequência da descrição dos nomes dos autores, com letra tamanho 8, fonte Times New Roman contendo: função, departamento, instituição, endereço, cidade e endereço eletrônico.

3.1 Títulos: Para artigos redigidos em idioma português ou espanhol haverá inserção do título no idioma original seguido do título em inglês. Para artigos redigidos em inglês o título no idioma original será seguido do título em português ou espanhol.

3.2 Resumo (*resumén*) e **palavras-chave** (*palabras-clave*): O resumo deverá conter de 150 a 500 palavras. Deverá ser redigido em parágrafo único. Deverão ser inseridas três palavras-chave as quais não poderão estar presentes no título.

3.3 Abstract e keywords: O *abstract* deverá conter de 150 a 500 palavras. Deverá ser redigido em parágrafo único. Deverão ser inseridas três *keywords* as quais não poderão estar presentes no título.

Observação: Os textos do resumo e do *abstract* devem ser em fonte tamanho 10, justificado e com espaçamento simples.

3.4 Introdução: A introdução e a revisão de literatura deverão ser apresentados como elemento textual único.

3.5 Metodologia: Deverá apresentar todas as informações relativas a metodologia empregada, devidamente referenciada.

3.6 Resultados e Discussão: Neste item serão apresentados os resultados obtidos, os quais deverão ser comparados entre si e discutidos com trabalhos de referência na área.

3.7 Conclusão(ões): Deverá ser clara e objetiva.

3.8 Referências: As referências deverão ser efetuadas conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (NBR 6023:2000). Devem ser apresentadas em:

- ordem alfabética pelo sobrenome do autor e sem recuo na 3ª letra;
- dois ou mais autores, separar por (;);
- os títulos dos periódicos não devem ser abreviados;
- após o terceiro autor utilizar et al. (não itálico);
- as referências devem ser alinhadas, somente à margem esquerda, inclusive da segunda linha em diante, de forma a se identificar individualmente cada documento. Devem ser digitadas em espaço simples e separadas entre si por uma linha em branco;
- o título da obra citada deve ser apresentado em **negrito**.

Exemplos:

- Livro:

FERNANDES, F. **Mudanças sociais no Brasil:** aspectos do desenvolvimento da sociedade brasileira. São Paulo: Difusão Européia do Livro, 1960. 401p.

- Capítulo de livro:

HASSAN, S.A. Seleção de espécies de *Trichogramma* para o uso em programas de controle biológico. In: PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (Eds.) ***Trichogramma e o controle biológico aplicado***. Piracicaba: FEALQ, 1997. cap. 7. p 183-206.

- Artigo de periódico:

MONTARDO, D. P.; CRUZ, F. P.; SILVA, J. H. et al. Efeito de dois tratamentos na superação da dormência de cinco espécies de *Adesmia* DC. **Revista Científica Rural**, Bagé, v.1, n. 5, 2000.

- Resumo:

GRÜTZMACHER, A. D.; MARTINS, J. F. da S.; CUNHA, U. S. et al. Strategy of seed treatment for rationalization of chemical control of *Oryzophagus oryzae* on flooded rice. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ENTOMOLOGY, 21., 2000, Foz do Iguaçu, **Abstracts...** Londrina: Embrapa Soja, 2000. v.1. p. 683.

- Tese e Dissertação:

DUTRA, G. M. **Época, densidade de sementeira, e período de corte sobre a produção e qualidade de *Adesmia latifolia* (Spreng.) Vog., e a sua relação com o campo nativo.** Pelotas, 1999. 61f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, UFPel, 1999.

MENEZES, F. P. de. **Produção e manejo de *Adesmia latifolia* (Spreng.) Vog.** Pelotas, 2010. 60f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2010.

- Boletim técnico:

HUBER, A. C. K. **Metodologia de coletas de organismos do solo.** Bagé: CCR/URCAMP, 2004. 20p. (Boletim Técnico, 02).

- Documento eletrônico:

AMARAL, J. R. do; SABBATINI, R. M. E. **Efeito do Placebo: O poder da pílula do açúcar.** Disponível em: <http://www.ateus.net/artigos/psicologia/efeito_placebo.html>. Acesso em: 26 jun. 2005.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; BARRETO, P. D. et al. **Melhoramento genético.** In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A.; RIBEIRO, V. Q. (Ed.). Feijão-caupi: avanços tecnológicos. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/default.shtm>>. Acesso em 18 de março de 2006. p. 30-92.

Observação:

Comitê de Ética e Biossegurança devem aparecer antes das referências. **Pesquisa envolvendo seres humanos e animais obrigatoriamente deve apresentar parecer de aprovação de um comitê de ética institucional já na submissão.**

4. A revisão bibliográfica deverá ser submetida rigorosamente na seguinte sequência:

A primeira página deve conter o título da revisão, o nome dos autores, resumo, palavras-chave, *title*, *abstract* e *Keywords*. O título do artigo deve estar formatado com fonte *Times New Roman* tamanho 14, em negrito, centralizado e com letras maiúsculas. A indicação da

autoria deverá estar relacionada após o título com um espaço, centralizado, com letra tamanho 10, fonte Times New Roman. A titulação deve constar na sequência da descrição dos nomes dos autores, com letra tamanho 8, fonte Times New Roman contendo: função, departamento, instituição, endereço, cidade e endereço eletrônico.

4.1 Títulos: Para revisões redigidas em idioma português ou espanhol haverá inserção do título no idioma original seguido do título em inglês. Para artigos redigidos em inglês o título no idioma original será seguido do título em português ou espanhol.

4.2 Resumo (*resumén*) e **palavras-chave** (*palabras-clave*): O resumo deverá conter de 150 a 500 palavras. Deverá ser redigido em parágrafo único. Deverão ser inseridas três palavras-chave as quais não poderão estar presentes no título.

4.3 Abstract e keywords: O *abstract* deverá conter de 150 a 500 palavras. Deverá ser redigido em parágrafo único. Deverão ser inseridas três *keywords* as quais não poderão estar presentes no título.

Observação: Os textos do resumo e do *abstract* devem ser em fonte tamanho 10, justificado e com espaçamento simples.

4.4 Introdução: A introdução e a revisão de literatura deverão ser apresentados como elemento textual único.

4.5 Conclusão(ões): Deverá ser clara e objetiva.

4.6 Referências: idem ao artigo científico.

5. A nota deverá ser submetida rigorosamente na seguinte sequência:

A primeira página deve conter o título da nota, o nome dos autores, resumo, palavras-chave, *title*, *abstract* e *Keywords*. O título do artigo deve estar formatado com fonte *Times New Roman* tamanho 14, em negrito, centralizado e com letras maiúsculas. A indicação da autoria deverá estar relacionada após o título com um espaço, centralizado, com letra tamanho 10, fonte Times New Roman. A titulação deve constar na sequência da descrição dos nomes dos autores, com letra tamanho 8, fonte Times New Roman contendo: função, departamento, instituição, endereço, cidade e endereço eletrônico.

5.1 Títulos: Para revisões redigidas em idioma português ou espanhol haverá inserção do título no idioma original seguido do título em inglês. Para artigos redigidos em inglês o título no idioma original será seguido do título em português ou espanhol.

5.2 Resumo (*resumén*) e **palavras-chave** (*palabras-clave*): O resumo deverá conter de 150 a 500 palavras. Deverá ser redigido em parágrafo único. Deverão ser inseridas três palavras-chave as quais não poderão estar presentes no título.

5.3 Abstract e keywords: O *abstract* deverá conter de 150 a 500 palavras. Deverá ser redigido em parágrafo único. Deverão ser inseridas três *keywords* as quais não poderão estar presentes no título.

Observação: Os textos do resumo e do *abstract* devem ser em fonte tamanho 10, justificado e com espaçamento simples.

5.4 Introdução: A introdução e a revisão de literatura deverão ser apresentados como elemento textual único.

5.5 Conclusão(ões): Deverá ser clara e objetiva.

5.6 Referências: idem ao artigo científico.

6. Os conceitos e afirmações contidos nos artigos, revisões bibliográficas e notas serão de inteira responsabilidade do(s) autor(es).

7. Será obrigatório o cadastro de todos autores nos metadados de submissão. O trabalho não tramitará enquanto o referido item não for atendido.

8. Para ser avaliado deverá ter sido realizado o pagamento da taxa de tramitação, enviar cheque nominal a Fundação Áttila Taborda/INTEC, através de depósito identificado no Banco Unicred (cód. 091), Agência 1910, Conta Corrente 423653. O valor a ser pago é de R\$ 50,00. Para agilizar o andamento do processo é necessário anexar a cópia digitalizada do comprovante de pagamento enviado para o e-mail: rcr@urcamp.tche.br ou ainda podendo ser enviado via fax (53) 32410559 (Em ambos os casos o nome e endereço completo são obrigatórios para a emissão da fatura).

9. Os trabalhos aprovados serão oportunamente informados via *e-mail* e o autor deverá realizar o pagamento da taxa de publicação, no valor de R\$ 50,00 para sócios da Revista Científica Rural e de R\$ 250,00 para não sócios. Para trabalhos com fotos ou figuras coloridas será cobrado o valor de R\$ 250,00 por página. Assinatura Anual: R\$ 80,00 - Periodicidade: 2 (dois) números por ano.

10. Os trabalhos serão publicados, após sua aprovação, na ordem cronológica de recebimento.

11. Os artigos não aprovados serão arquivados havendo, no entanto, o encaminhamento de uma justificativa pelo indeferimento.

12. Em caso de dúvida, entrar em contato com a Secretaria da Revista Científica Rural.

Conselho Editorial

EDITORIAL

É com enorme satisfação que entregamos para os nossos leitores mais uma edição da Revista Científica Rural da Universidade da Região da Campanha (URCAMP).

As publicações científicas detêm um papel de fundamental importância para divulgar resultados de trabalhos e promover o debate com a comunidade acadêmica, rompendo antigos paradigmas, permitindo a reciclagem e a renovação, que são as bases do processo científico.

O conselho editorial da revista está comprometido com a gestão 2011-2014 da URCAMP que tem por prioridade o incentivo à produção científica como meta para o desenvolvimento institucional e regional. A Revista Científica Rural é uma importante ferramenta para o cumprimento desta premissa.

Nesta edição a revista apresenta 15 artigos científicos na área de conhecimento das Ciências Agrárias. São produções de qualidade e inovadoras, avaliadas por profissionais qualificados que credenciam os artigos para sua publicação.

A todos que trabalharam nesta edição o nosso muito obrigado.

Uma ótima leitura.

Fernando Pereira de Menezes
Editor-Chefe
Revista Científica Rural – URCAMP

SUMÁRIO

1. CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE CENOURA E SUA INTERFERÊNCIA NO DESEMPENHO DAS SEMENTES SOB CONDIÇÕES ADVERSAS.....
2. CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE ESPOROS DE *Phytophthora infestans* (MONT.) DE BARY EM DIFERENTES MEIOS DE CULTIVO.....
3. CURVA DE RETENÇÃO DE ÁGUA E ATRIBUTOS FÍSICOS DE DIFERENTES SUBSTRATOS ORGÂNICOS PRODUZIDOS EM ESTAÇÃO FRIA E QUENTE.....
4. EFEITO DA ALTURA E FREQUÊNCIA DE CORTE NA PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA DE *Adesmia latifolia* (SPRENG.) VOG.....
5. EFEITO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE CITRUS NA POPULAÇÃO DE ÁCAROS.....
6. EFEITO DO HERBICIDA GLIFOSATO SOBRE MARCADORES BIOQUÍMICOS EM BRÂNQUIAS DE CARPA (*Cyprinus carpio*)....
7. ESTUDO PRELIMINAR DA FAUNA EDÁFICA EM DOIS ECOSSITEMAS NO MUNICÍPIO DE MORRO REDONDO, RS, BRASIL.....
8. EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO INICIAL DE PLÂNTULAS *Anadenanthera pavonina* L.....
9. ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS EM TRÊS CICLOS DE SELEÇÃO ENTRE E DENTRO DE PROGÊNIES DE MEIOS-IRMÃOS NA VARIEDADE DE MILHO SÃO FRANCISCO

10. MELHORAMENTO GENÉTICO DA VARIEDADE DE MILHO CAATINGUEIRO NO NORDESTE BRASILEIRO.....

11. SELETIVIDADE DE HERBICIDAS APLICADOS EM PÓS-EMERGÊNCIA A GENÓTIPOS DE EUCALIPTO.....

12. SISTEMAS DE MANEJO DE SOLO E DE ROTAÇÃO DE CULTURAS: ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO, APÓS DEZ ANOS.

13. TRATAMENTO DE SEMENTES E SELETIVIDADE DE HERBICIDAS À CULTURA DO TRIGO E CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS.....

14. VARIÁVEIS BIOMÉTRICAS E TEOR DE CLOROFILA EM PLANTAS DE MILHO FERTILIZADAS COM BIOSÓLIDO EM SOLOS DE DIFERENTES TEXTURAS.....

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

15. MÉTODOS PARA A COLETA DE BESOUROS ESCARABEÍNEOS NOS CAMPOS NATIVOS NO EXTREMO SUL DO BRASIL (COLEOPTERA: SCARABAEIDAE: SCARABAEINAE).....

SUMMARY

1. PHYSIOLOGIC CONDITIONING OF CARROT SEEDS AND ITS INTERFERENCE WITH THE PERFORMANCE OF SEEDS UNDER ADVERSE CONDITIONS.....
2. GROWTH AND PRODUCTION OF SPORES OF *Phytophthora infestans* (MONT.) DE BARY IN DIFFERENT CULTURE MEDIA..
3. WATER RETENTION CURVE AND PHYSICAL ATTRIBUTES OF DIFFERENT ORGANIC SUBSTRATES PRODUCED IN HOT AND COLD SEASON.....
4. EVALUATION OF THE EFFECTS OF HEIGHT AND CUTTING FREQUENCY ON DRY MATTER YIELD OF *Adesmia latifolia* (SPRENG.) VOG.....
5. EFFECT OF PRODUCTION SYSTEMS ON THE POPULATION DENSITY OF MITES IN CITRUS.....
6. EFFECT OF GLYPHOSATE HERBICIDE ON BIOCHEMICAL MARKERS IN GILLS OF CARP (*Cyprinus carpio*).....
7. PRELIMINARY STUDY OF SOIL ORGANISMS IN TWO ECOLOGIC SYSTEMS IN THE MORRO REDONDO, RS, BRAZIL
8. EMERGENCY AND INITIAL GROWTH OF SEEDLING *Adenanthera pavonina* L.....

9. GENETIC PARAMETERS ESTIMATES IN THREE SELECTION CYCLES AMONG AND WITHIN HALF SIB FAMILIES IN THE MAIZE VARIETY SAN FRANCISCO.....

10. GENETIC IMPROVEMENT OF THE MAIZE VARIETY CAATINGUEIRO IN THE BRAZILIAN NORTHEAST REGION....

11. HERBICIDES SELECTIVITY APPLIED IN POST-EMERGENCE OF GENOTYPES EUCALYPTUS.....

12. SOIL MANAGEMENT AND CROP ROTATION SYSTEMS: SOIL PHYSICAL ATTRIBUTES, AFTER TEN YEARS.....

13. SEED TREATMENT AND HERBICIDE SELECTIVITY TO WHEAT CROP AND WEED CONTROL.....

14. BIOMETRICAL VARIABLES AND CHLOROPHYLL CONTENT IN MAIZE PLANTS FERTILIZED WITH BIOSOLID IN SOILS FROM DIFFERENT TEXTURES.....

LITERATURE REVIEW

15. METHODS FOR THE COLLECTION OF DUNG BEETLES IN NATIVE FIELDS IN THE EXTREME SOUTH OF BRAZIL (COLEOPTERA: SCARABAEIDAE: SCARABAEINAE).....

CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE CENOURA E SUA INTERFERÊNCIA NO DESEMPENHO DAS SEMENTES SOB CONDIÇÕES ADVERSAS

Caroline Jácome Costa¹; Mirela Rossetto Bertoccello²; Mário Borges Trzeciak³; Francisco Amaral Villela⁴

¹ Eng.^a. Agr.^a., Pesquisadora da Embrapa Cerrados, Rodovia BR-020, Km 18 Caixa Postal 08223 CEP 73310-970 Planaltina, DF, e-mail: caroline.costa@cpac.embrapa.br; ² Estudante de Agronomia FAEM/UFPel, Pelotas, RS; ³ Eng. Agr., Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, FAEM/UFPel; ⁴ Eng. Agrícola, Professor Adjunto, Departamento de Fitotecnia, FAEM/UFPel.

RESUMO: O condicionamento fisiológico de sementes é uma técnica promissora para o segmento de hortaliças, proporcionando melhorias na uniformidade e velocidade de germinação e emergência das plântulas, assim como desempenho superior sob condições adversas. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a influência do condicionamento fisiológico no desempenho de sementes de cenoura sob condições adversas de temperatura, deficiência hídrica e salinidade. Amostras de dois lotes de sementes da cultivar Brazlândia, de germinação semelhante, mas diferindo quanto ao vigor, foram fisiologicamente condicionadas por imersão em solução aerada de PEG 6000 (-0,4 MPa) e em água destilada durante 10h, a 20°C, e secos até o teor de água inicial. Após o condicionamento, as sementes foram submetidas aos testes de germinação a 20 e a 30°C, germinação sob deficiência hídrica e estresse salino, envelhecimento acelerado e emergência de plântulas em substrato artificial, sendo os resultados comparados com aqueles obtidos a partir de sementes não condicionadas. O condicionamento fisiológico favorece o desempenho de sementes de cenoura sob condições de deficiência hídrica e salinidade e diminui as diferenças de desempenho entre os lotes.

Palavras-chave: *Daucus carota*, priming, vigor, salinidade, deficiência hídrica.

PHYSIOLOGIC CONDITIONING OF CARROT SEEDS AND ITS INTERFERENCE WITH THE PERFORMANCE OF SEEDS UNDER ADVERSE CONDITIONS

ABSTRACT: The physiologic conditioning of seeds is a promising technique for the vegetable segment, providing improvements in the uniformity and speed of germination and seedling emergence, as well as superior performance under adverse conditions. The present work's objective was to evaluate the influence of the physiologic conditioning at the carrot seed performance under adverse conditions of temperature, water deficit and salinity. Samples of two lots of seeds, cv. Brazlândia, of similar germination, but differing as for the vigor, was physiologic conditioned using two methods: immersion in aerated solution of PEG 6000 (-0,4 MPa) and in distilled water during 10 h, at 20°C. Afterwards, seeds were dried back to the their initial water content and subjected to tests of germination at 20 and 30°C, germination under water deficit and salinity, accelerated aging and seedling emergence. The results were compared with those obtained from seeds not conditioned. The physiologic conditioning favors the carrot seed performance under water deficit and salinity and reduces the performance differences among the lots.

Keywords: *Daucus carota*, priming, vigor, salinity, water deficit.

INTRODUÇÃO

Para culturas nas quais o produto final é colhido no estágio vegetativo, tratamentos ou práticas de manejo que reduzam o tempo decorrido entre a semeadura e o estabelecimento das plântulas no campo possibilitam ganhos substanciais em termos de rendimento e qualidade da produção.

Nesse sentido, o condicionamento fisiológico de sementes de hortaliças constitui técnica promissora, podendo melhorar o desempenho das sementes no campo, notadamente sob condições adversas, e favorecendo a obtenção de mudas uniformes e vigorosas em menor tempo.

O condicionamento fisiológico permite que as fases iniciais do processo germinativo sejam ativadas, possibilitando a ocorrência de mecanismos de reparo a danos celulares e síntese de macromoléculas

essenciais à germinação e a reversão de processos deteriorativos nas sementes (TILDEN e WEST, 1985; PANDEY, 1988).

Diversas técnicas têm sido empregadas para promover o condicionamento fisiológico das sementes, sendo o hidrocondicionamento e o osmocondicionamento as mais utilizadas. No hidrocondicionamento, as sementes permanecem em contato com substrato umedecido em água por períodos controlados, antes que atinjam a protrusão da raiz primária. No osmocondicionamento, o controle da hidratação das sementes é realizado com a utilização de soluções de baixo potencial osmótico, empregando substâncias como o polietilenoglicol (PEG), glicerol, manitol e sais inorgânicos, como KNO_3 , K_3PO_4 , MgSO_4 , MnSO_4 , MgCl_2 , NaCl e NaNO_3 (McDONALD, 1999).

Além disso, aspectos como a temperatura, período, condições de aeração, secagem, armazenamento e potencial fisiológico das sementes podem interferir nos resultados obtidos após o condicionamento fisiológico das sementes.

Resultados de pesquisa indicam a necessidade de estabelecimento de metodologias específicas para cada espécie e cultivar e que levem em consideração o potencial fisiológico das sementes a serem fisiologicamente condicionadas (BROCKLEHURST e DEARMAN, 1983a, b; COSTA e VILLELA, 2006).

No caso de sementes de cenoura, Cantliffe e Elballa (1994) verificaram melhores respostas ao condicionamento fisiológico em lotes de

maior potencial fisiológico, sendo que Sampaio e Sampaio (1998) obtiveram maior velocidade e uniformidade de germinação ao condicionar as sementes utilizando PEG 6000. Por outro lado, o condicionamento fisiológico de sementes de aspargo aumentou a germinação apenas das sementes de menor potencial fisiológico (BITTENCOURT et al., 2004).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a influência de diferentes métodos de condicionamento fisiológico no desempenho de sementes de cenoura sob condições adversas de temperatura, deficiência hídrica e salinidade.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no laboratório de Análise de Sementes da Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, da Universidade Federal de Pelotas, no período de março a maio de 2006.

Foram utilizadas amostras de dois lotes de sementes de cenoura da cultivar Brazlândia, de germinação semelhante, mas diferindo quanto ao vigor.

As sementes foram fisiologicamente condicionadas empregando dois métodos: imersão em solução de PEG 6000 (-0,4 MPa) e imersão em água deionizada, durante 10 horas, a 20°C. Foram utilizados dois gramas de sementes, submersas em 40mL de solução de PEG 6000 ou água deionizada, em frascos de Erlenmeyer de 250mL.

Durante o condicionamento das sementes, as soluções foram permanentemente aeradas, com o auxílio de bombas de diafragma. O potencial da solução de polietilenoglicol e o período de condicionamento foram determinados conforme resultados obtidos em ensaios preliminares e no trabalho de Balbinot e Lopes (2006). A solução de polietilenoglicol foi preparada empregando 16,94g de PEG 6000 para cada 100mL de água deionizada, conforme Villela et al. (1991). Após o período de condicionamento, as sementes foram lavadas em água corrente durante um minuto, secas superficialmente e mantidas em estufa com circulação de ar, a 35°C, até atingirem o teor de água inicial. As sementes foram armazenadas em embalagem impermeável e mantidas em câmara fria e seca, a 15°C e 60% de umidade relativa do ar, durante o período de execução dos testes.

As sementes fisiologicamente condicionadas foram submetidas aos testes de germinação a 20 e a 30°C, germinação sob deficiência hídrica e estresse salino, envelhecimento acelerado, emergência de plântulas e sanidade, conforme metodologia descrita a seguir.

Germinação a 20°C: quatro subamostras de 50 sementes foram distribuídas sobre três folhas de papel germitest, umedecidas em quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a sua massa e dispostas no interior de caixas plásticas (tipo *gerbox*). As caixas foram mantidas em câmara (tipo BOD), a 20°C. As avaliações foram realizadas diariamente, até o décimo segundo dia, computando-se o número de plântulas normais. Os resultados foram apresentados como percentagem e velocidade de germinação das plântulas,

esta última expressa no índice de velocidade de germinação, conforme menciona Nakagawa (1999), calculado através da seguinte fórmula:

$IVG = G_1/N + G_2/N_2 + \dots + G_n/N_n$, onde:

IVG = Índice de Velocidade de Germinação;

G_1, G_2, G_n = número de plântulas normais computadas na primeira contagem, na segunda contagem e na última contagem;

N_1, N_2, N_n = número de dias da sementeira à primeira, à segunda e à última contagem.

Germinação a 30°C: adotou-se o mesmo procedimento descrito anteriormente, com a diferença de empregar a temperatura de 30°C e realizar as avaliações no sexto e no décimo segundo dia, expressando os resultados em percentagem de plântulas normais.

Germinação sob deficiência hídrica: quatro subamostras de 50 sementes foram distribuídas sobre três folhas de papel germitest, umedecidas com solução de PEG 6000 (-0,3 MPa) em quantidade equivalente a 2,5 vezes a sua massa e dispostas no interior de caixas plásticas (tipo *gerbox*), a 20°C. As avaliações foram realizadas no sexto e no décimo segundo dia após a instalação do teste, computando-se a percentagem de plântulas normais. A solução de polietilenoglicol foi preparada conforme Villela et al. (1991).

Germinação sob estresse salino: conduzido conforme descrito anteriormente, sendo as folhas de papel germitest umedecidas com solução de cloreto de sódio (-0,8 MPa) em quantidade equivalente a 2,5 vezes a sua

massa, a 20°C. A solução de NaCl foi preparada de acordo com a equação de Van't Hoff, apresentada por Salisbury e Ross (1992).

Envelhecimento acelerado: as sementes foram distribuídas sobre uma tela de alumínio fixada no interior de caixas plásticas (tipo *gerbox*) contendo, ao fundo, 40 mL de água destilada. As caixas tampadas foram mantidas em câmara a 42°C por 72h. Decorrido esse período, as sementes foram colocadas para germinar, conforme descrito anteriormente, utilizando-se quatro subamostras de 50 sementes para cada tratamento, com avaliação da percentagem de plântulas normais no sexto dia após a instalação do teste (BRASIL, 1992).

Emergência de plântulas: empregaram-se bandejas de poliestireno expandido de 200 células contendo substrato comercial (Plantmax®) e uma semente por célula. Foram utilizadas 400 sementes para cada tratamento, subdivididas em oito subamostras de 50 sementes. Computou-se, diariamente, o número de plântulas normais, até o décimo oitavo dia. Os resultados foram apresentados como percentagem e velocidade de emergência das plântulas, esta última expressa no índice de velocidade de emergência de plântulas, conforme menciona Nakagawa (1999), calculado por meio da seguinte fórmula:

$IVE = E_1/N + E_2/N_2 + \dots + E_n/N_n$, onde:

IVE = Índice de Velocidade de Emergência;

E_1 , E_2 , E_n = número de plântulas normais computadas na primeira contagem, na segunda contagem e na última contagem;

N_1 , N_2 , N_n = número de dias da semeadura à primeira, à segunda e à última contagem.

Amostras de sementes não condicionadas, dos dois lotes, foram submetidas aos mesmos testes.

Procedimento estatístico: o experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial 2x3, com dois lotes e dois métodos de condicionamento fisiológico, mais a testemunha (sementes não condicionadas), totalizando seis tratamentos. Os dados relativos à interação dos efeitos de lotes e métodos de condicionamento fisiológico das sementes foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Os dados de germinação, emergência de plântulas e envelhecimento acelerado foram transformados em $\arcsen (\%/100)^{1/2}$. Nas tabelas, foram apresentados os dados originais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desempenho das sementes não condicionadas nos testes de germinação (a 20 e a 30°C, sob estresse salino e sob deficiência hídrica), emergência de plântulas e envelhecimento acelerado demonstra que os lotes utilizados no presente trabalho apresentavam germinação semelhante, mas diferiam quanto ao potencial fisiológico (Tabelas 1, 2 e 3). Os resultados do

índice de velocidade de emergência, germinação sob estresse salino e deficiência hídrica e envelhecimento acelerado evidenciaram a superioridade do lote B, quanto ao potencial fisiológico, relativamente ao lote A (Tabelas 2 e 3). Nesse sentido, a germinação a 20°C, o índice de velocidade de germinação e a emergência de plântulas não possibilitaram a diferenciação entre os dois lotes, quanto ao potencial fisiológico (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Germinação (G) a 20 e a 30°C e índice de velocidade de germinação (IVG) de dois lotes de sementes de cenoura, cultivar Brazlândia, submetidas a dois métodos de condicionamento fisiológico. Pelotas, RS, 2006.

Métodos de condicionamento	G 20°C (%)		G 30°C (%)		IVG	
	Lote A	Lote B	Lote A	Lote B	Lote A	Lote B
H ₂ O	73 Ba	82 Aa	41 Aa	76 Aa	5,77 Ba	6,65 Aa
PEG	68 Ba	81 Aa	46 Ba	79 Aa	5,20 Ba	6,33 Aa
Testemunha	75 Aa	75 Aa	45 Ba	78 Aa	5,75 Aa	6,04 Aa

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Ao avaliar os efeitos do condicionamento fisiológico no desempenho das sementes, verificou-se que o potencial germinativo dos lotes não foi afetado pelo condicionamento, de modo que não houve diferença entre o desempenho das sementes condicionadas e não condicionadas nos testes de germinação a 20°C e a 30°C e no índice de velocidade de germinação (Tabela 1).

Tabela 2. Emergência (E) e índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de cenoura, cultivar Brazlândia, de dois lotes de sementes, submetidas a dois métodos de condicionamento fisiológico. Pelotas, RS, 2006.

Métodos de condicionamento	E (%)		IVE	
	Lote A	Lote B	Lote A	Lote B
H ₂ O	75 Aa	72 Ab	4,35 Aa	4,26 Aa
PEG	75 Ba	86 Aa	3,91 Aa	4,42 Aa
Testemunha	80 Aa	75 Ab	4,35 Aa	3,46 Bb

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Por outro lado, o desempenho das sementes sob condições adversas foi favorecido pelo condicionamento fisiológico, conforme demonstrado pelos resultados de germinação sob estresse salino e deficiência hídrica e no teste de envelhecimento acelerado (Tabela 3). Muitos trabalhos têm indicado que os principais benefícios do condicionamento fisiológico são verificados no desempenho das sementes sob condições adversas. Assim, sementes condicionadas geralmente apresentam maior resistência à queda acentuada ou à elevação da temperatura, à salinidade e à deficiência hídrica, como os resultados obtidos em sementes de cebola (TRIGO et al., 1999), tomate (MAUROMICALE e CAVALLARO, 1995), alface (EIRA e MARCOS FILHO, 1990) e melão, melancia e berinjela (NASCIMENTO, 2005).

No caso da germinação sob estresse salino, verificou-se que o condicionamento fisiológico foi benéfico para os dois lotes de sementes, notadamente ao empregar o método de imersão em solução de PEG 6000. No presente trabalho, a concentração salina empregada para simular condições de salinidade durante a germinação das sementes de cenoura foi

excessiva, contrariando resultados anteriores, nos quais o desenvolvimento de plântulas de cenoura submetidas à salinidade, induzida por elevadas concentrações de NaCl, só foi afetado a partir de potenciais inferiores a -1,2 MPa (LOPES e DIAS, 2004).

Tabela 3. Germinação sob estresse salino (G sal) e deficiência hídrica e resultados do teste de envelhecimento acelerado (EA) de dois lotes de sementes de cenoura, cultivar Brazlândia, submetidas a dois métodos de condicionamento fisiológico. Pelotas, RS, 2006.

Métodos de condicionamento	G sal		G déficit hídrico		EA	
	Lote A	Lote B	Lote A	Lote B	Lote A	Lote B
	-----%-----					
H ₂ O	9 Aa	5 Bb	70 Aa	78 Ab	48 Ba	70 Aa
PEG	11 Aa	11 Aa	67 Ba	89 Aa	53 Ba	73 Aa
Testemunha	4 Bb	7 Ab	68 Ba	81 Ab	55 Ba	62 Ab

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Considerando o desempenho das sementes sob deficiência hídrica, observou-se que o condicionamento das sementes apenas favoreceu o lote B, de maior potencial fisiológico (Tabela 3). Nesse caso, o melhor resultado foi obtido ao se utilizar o método de imersão das sementes em solução de PEG 6000. A utilização de solução de PEG 6000 para o condicionamento fisiológico de sementes de cenoura também proporcionou os melhores resultados quanto à velocidade e uniformidade de germinação das sementes, de acordo com Sampaio e Sampaio (1998).

A deficiência hídrica durante a germinação das sementes pode induzir aumentos nos níveis de ácido abscísico, o que limita a ação das giberelinas e

provoca a inibição da germinação. O condicionamento fisiológico pode reduzir a produção de ácido abscísico e estimular a síntese de enzimas hidrolíticas, envolvidas em eventos preparatórios à protrusão da raiz primária, como a endo- β -mananase nas células que envolvem a extremidade da radícula, em sementes de alface (NASCIMENTO et al., 2000; NASCIMENTO e CANTLIFFE, 2002).

Os resultados obtidos no teste de envelhecimento acelerado confirmam a maior resistência das sementes condicionadas ao estresse (Tabela 3). Nesse caso, sementes fisiologicamente condicionadas do lote B, de maior potencial fisiológico, foram capazes de manter elevada germinação mesmo após terem sido submetidas a condições de elevada temperatura e umidade relativa do ar. O mesmo não foi observado no lote de menor potencial fisiológico. Melhores respostas ao condicionamento fisiológico de sementes de cenoura também foram obtidas para lotes de maior potencial fisiológico por Cantliffe e Elballa (1994) e por Carneiro et al. (1999). Ao avaliar a resposta de sementes de melão ao condicionamento osmótico, Nascimento e Aragão (2004) observaram que o potencial fisiológico das sementes é um dos fatores que interferem nos resultados obtidos. Nesse caso, os autores observaram interação significativa entre o vigor e o condicionamento das sementes nos resultados de germinação, especialmente sob condições de baixas temperaturas.

Verificou-se que o condicionamento fisiológico das sementes atenuou as diferenças entre os lotes quanto à velocidade de emergência das plântulas,

conforme apresentado nos resultados do índice de velocidade de emergência, na Tabela 2. Para as sementes não condicionadas, a diferença média entre o índice de velocidade de emergência dos lotes A e B era de 0,89 ponto percentual. Após o condicionamento fisiológico, empregando o método de imersão das sementes em água, essa diferença diminuiu para 0,09 ponto percentual. De acordo com Finch-Savage e Mckee (1990), o parâmetro mais adequado para avaliar a eficiência do condicionamento fisiológico é a sua habilidade para atenuar diferenças no desempenho das sementes de uma população. Nesse sentido, a possibilidade de uniformizar o desempenho de lotes que apresentem germinação semelhante, mas que sejam distintos quanto ao vigor, seria interessante para a indústria de sementes, beneficiando etapas críticas do sistema de produção, notadamente o armazenamento e a comercialização das sementes.

CONCLUSÕES

O condicionamento fisiológico favorece o desempenho de sementes de cenoura sob condições de deficiência hídrica e salinidade e diminui as diferenças de desempenho entre os lotes.

AGRADECIMENTOS

À HORTEC, pela gentileza em fornecer as sementes utilizadas no experimento.

REFERÊNCIAS

BALBINOT, E.; LOPES, H. M. Efeitos do condicionamento fisiológico e da secagem na germinação e no vigor de sementes de cenoura. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.28, n.1, 2006. p.1-8.

BITTENCOURT, M. L. C.; DIAS, D. C. F. S.; DIAS, L. A. S. et al. Efeito do condicionamento osmótico das sementes na germinação e no crescimento das plântulas de aspargo. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.26, n.1, 2004. p.50-56.

BROCKLEHURST, P. A.; DEARMAN, J. Interactions between seed priming treatments and nine seed lots of carrot, celery and onion. I. Laboratory germination. **Annals of Applied Biology**, Wellesbourne, v. 102, n.3, 1983a. p.577-584.

BROCKLEHURST, P. A.; DEARMAN, J. Interactions between seed priming treatments and nine seed lots of carrot, celery and onion. II. Seedling emergence and plant growth. **Annals of Applied Biology**, Wellesbourne, v. 102, n.3, 1983b. p.585-593.

CANTLIFFE, D. J.; ELBALLA, M. Improved germination of carrot at stressful high temperature by seed priming. **Proceedings of the Florida State Horticulture Society**, Lake Alfred, v. 107, 1994. p.121-128.

CARNEIRO, J. W. P.; BRACCINI, A. L.; GUEDES, T. A.; AMARAL, D. Influência do estresse hídrico, térmico e do condicionamento osmótico no desempenho germinativo de sementes de cenoura (*Daucus carota* L). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.2, 1999. p.208-216.

COSTA, C. J.; VILLELA, F. A. Condicionamento osmótico de sementes de beterraba. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.28, n.1, 2006. p.21-29.

EIRA, M. T. S.; MARCOS FILHO, J. Condicionamento osmótico de sementes de alface: II. Desempenho sob estresse hídrico, salino e térmico. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.12, n.1, 1990. p.28-45.

FINCH-SAVAGE, W. E.; McKEE, J. M. T. The influence of seed quality and pregermination treatment on cauliflower and cabbage transplant production and field growth. **Annals of Applied Biology**, v.116, n.2, 1990. p.365-369.

LOPES, J. C.; DIAS, M. A. Efeito do estresse salino no vigor e na germinação das sementes e desenvolvimento inicial de plântulas de cenoura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 44., 2004, Campo Grande, MS. **Anais...** Brasília: SOB. 2004. p.1-4.

MAUROMICALE, G.; CAVALLARO, V. Effects of seed osmopriming on germination of tomato at different water potential. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 23, 1995. p.393-403.

McDONALD, M. B. Seed deterioration: physiology, repair and assessment. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 27, n.1, 1999. p.177-237.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. In: KRZYŻANOWSKI, F. C; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B. (eds). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES. p.2.1-2.21.

NASCIMENTO, W. M.; CANTLIFFE, D. J.; HUBER, D. J. Endo-beta-mannanase activity during lettuce seed germination at high temperature conditions. **Acta Horticulturae**, Wagening, n.517, 2000. p.107-112.

NASCIMENTO, W. M.; CANTLIFFE, D. J. Germinação de sementes de alface sob altas temperaturas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.1, 2002. p.103-106.

NASCIMENTO, W. M.; ARAGÃO, F. A. S. Muskmelon seed priming in relation to seed vigor. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.61, n.1, 2004. p.114-117.

NASCIMENTO, W. M. Condicionamento osmótico de sementes de hortaliças visando a germinação em condições de temperaturas baixas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.2, 2005. p.211-214.

PANDEY, D. K. Priming induced repair in French bean seeds. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.16, n.2, 1988. p.527-532.

SALISBURY, F. B; ROSS, C. W. **Plant Physiology**. 4ed. Belmont: Wadsworth. 1992. 682p.

SAMPAIO, N. V.; SAMPAIO, T. G. Viabilidade, vigor e armazenamento de sementes de cenoura (*Daucus carota* L.) submetidas ao pré-condicionamento osmótico. **Revista Científica Rural**, Bagé, v.3, n.1, 1998. p. 38-45.

TILDEN, R. L.; WEST, S. H. Reversal of the effects aging in soybean seeds. **Plant Physiology**, Rockville, v.77, n.3, 1985. p.584-586.

TRIGO, M. F. O. O.; NEDEL, J. L.; TRIGO, L. F. N. Condicionamento osmótico em sementes de cebola: I. Efeitos sobre a germinação. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.56, n.4, 1999. p.1059-1067.

VILLELA, F. A.; DONI FILHO, L.; SEQUEIRA, E. L. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6.000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 11/12, 1991. p. 1957-1968.

CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE ESPOROS DE *Phytophthora infestans* (MONT.) DE BARY EM DIFERENTES MEIOS DE CULTIVO

Liege Camargo da Costa¹; Paola Milanési²; Maria Nevis Weber³, Dilson Antônio Bisognin⁴

¹ Eng^a Agr^a, Dr^a Professora/pesquisadora do Instituto Biotecnológico de Reprodução Vegetal da Universidade da Região da Campanha – Urcamp. Flores da Cunha, 310, Centro, Bagé –RS. CEP: 96400-350. e-mail: liegecosta@yahoo.com.br; ² Acadêmica do Curso de Agronomia, UFSM, RS; ³ Eng^a Agr^a, MSc, Laboratório de Fitopatologia Vegetal, UFSM, RS.

RESUMO: A requeima é a doença mais importante da cultura da batata, podendo levar à perda total da produção. A obtenção de isolados de *Phytophthora infestans* é uma etapa fundamental nos programas de melhoramento de batata para resistência a requeima, pois são necessários para a avaliação de novos clones desenvolvidos a partir dos inúmeros cruzamentos entre parentais resistentes e suscetíveis à doença. Em vista da necessidade de altas concentrações de esporos de *P. infestans* para a realização das inoculações, este trabalho teve como objetivo determinar o meio de cultura que proporcione o maior crescimento e esporulação de isolados de *P. infestans*. Culturas puras de *P. infestans* foram obtidas por isolamento monospórico e repicadas para os meios 'B' de centeio, batata-dextrose-ágar (BDA), suco V8, farinha de milho e cenoura-ágar. Foram avaliados o crescimento do micélio e a produção de esporângios. O crescimento foi medido em intervalos de 24 h, com auxílio de paquímetro digital. Os esporângios foram quantificados com o auxílio de um hemacitômetro. O meio de cultura 'B' de centeio promoveu o rápido crescimento micelial de *P. infestans* e os meios de cultura suco V8 e BDA promoveram a maior produção de esporângios.

Palavras-chave: Requeima, melhoramento para resistência, produção de inóculo.

GROWTH AND PRODUCTION OF SPORES OF *Phytophthora infestans* (MONT.) DE BARY IN DIFFERENT CULTURE MEDIA

ABSTRACT: Late blight is the most important disease that can totally devastate a potato crop. Getting representative *P. infestans* isolates is an initial step for assess new potato clones to resistance to late blight. The objective of this work was to determine the best medium for growth and sporulation of *P. infestans* isolates. Monosporic isolates were inoculated in rye B, potato-dextrose-agar (PDA), juice of eight vegetables (V8), corn flour-agar and carrot-agar culture mediums. Higher mycelial growth was obtained in rye B medium and higher sporangia production was achieved on V8 and PDA medium.

Keywords: Late blight, resistance breeding, inoculum production

INTRODUÇÃO

A requeima da batateira, causada pelo oomiceto *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, é a doença mais devastadora em todo o mundo, com epidemias que resultam na morte de plantas na lavoura com reduções parciais ou totais de produção (MIZUBUTI, 2001; BISOGNIN e DOUCHES, 2002; DOUCHES et al., 2004). Estima-se que são gastos cerca de 6 bilhões de dólares a cada ano para o controle da doença e as perdas por baixos rendimentos excedem 2 bilhões de dólares (CIP, 1996; KAMOUN et al., 1997). As epidemias resultam da rápida reprodução assexuada do patógeno no tecido da planta (BISOGNIN et al., 2002) e na rapidez em completar o ciclo, da infecção inicial à produção de esporângios (FRY e GOODWIN, 1997). Os esporângios podem germinar diretamente, formando o tubo germinativo, ou indiretamente, através dos zoósporos que são estruturas de propagação assexuada do patógeno (MIZUBUTI, 2001).

O surgimento de novas raças de *P. infestans* mais agressivas e resistentes ao fungicida Metalaxyl, princípio ativo curativo mais utilizado em várias regiões produtoras de batata da América do Norte, Europa, Ásia e América do Sul (REIS et al., 2002; PETERS et al., 2001; GOODWIN et al., 1995), fez com que a principal estratégia de controle de requeima passasse do químico para o genético (BISOGNIN, 2006). Como não existe cultivar com suficiente resistência a requeima, este tem sido um dos principais

objetivos dos programas de melhoramento no Brasil (BISOGNIN, 2003; REIS et al., 2006) e no mundo (COLON et al., 1995; DOUCHES et al., 2004; BISOGNIN et al., 2005), com a introgressão de genes de diferentes fontes para aumentar o nível e a durabilidade da resistência (BISOGNIN et al., 2005).

Em programas de melhoramento para resistência, comumente são realizados estudos genéticos para identificar os melhores parentais. Além da resistência a requeima, novos clones devem associar maturidade precoce e qualidade de tubérculo (BISOGNIN et al., 2002). Para a avaliação da resistência em novos clones é necessária a disponibilidade de inóculo em quantidades suficientes, e a produção depende do isolamento, crescimento e manutenção de culturas de *P. infestans*. Existem várias metodologias para o isolamento e a produção de culturas puras de *P. infestans* (DRENTH et al., 1995), necessitando que sejam avaliadas e ajustadas para as condições locais. O rápido e uniforme estabelecimento *in vitro* das colônias a partir dos esporângios produzidos em meios de cultivo específicos já foram observados e, estes meios de cultura usualmente empregados possuem extratos de grãos de cereais germinados, principalmente centeio e trigo na sua constituição (CATEN e JINKS, 1968).

Este trabalho teve como objetivo determinar o meio de cultura mais eficiente em promover o rápido estabelecimento, crescimento e maior esporulação de *P. infestans* *in vitro*, visando produção de inóculo para avaliação de resistência à requeima em programas de melhoramento.

MATERIAIS E MÉTODOS

Folhas de batata com sintomas característicos de requeima e presença abundante de micélio foram colhidas em áreas experimentais da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, no período de abril a junho de 2006 e acondicionadas em câmara úmida por 24h, no Laboratório do Departamento de Fitopatologia da UFSM, onde foi realizado o experimento. Com o auxílio de um estilete de ponta fina, foram removidos os esporângios das lesões e adicionados em água esterilizada. Alíquotas de 0,6ml com a suspensão de esporângios foram injetadas em tubérculos de batata previamente desinfestados em solução de hipoclorito de sódio a 1% em câmara de fluxo laminar asséptica (MIZUBUTI, 2001; CASTRO e TAVARES, 1985). Os tubérculos foram incubados em câmara úmida a 25°C por quatro dias, até o surgimento dos sintomas da doença, com a presença de lesões escurecidas e firmes. Após o surgimento dos sintomas os tubérculos foram fatiados (lâminas de 4mm de espessura) e as fatias acondicionadas em Placas de Petri contendo meio 'B' de centeio. As placas foram mantidas em temperatura constante de 18°C para induzir a esporulação (CASTRO e TAVARES, 1985, MIZUBUTI, 2001). Para assegurar a ausência de fungos contaminantes, culturas puras de *P. infestans* foram obtidas pela técnica de isolamento monospórico (CASTRO e TAVARES, 1985). Após a germinação dos esporos, esporângios individuais

foram transferidos para placas contendo meio 'B' de centeio, com o auxílio de microscópio óptico e incubadas a 20°C por sete dias para o desenvolvimento das culturas puras (Figura 1).

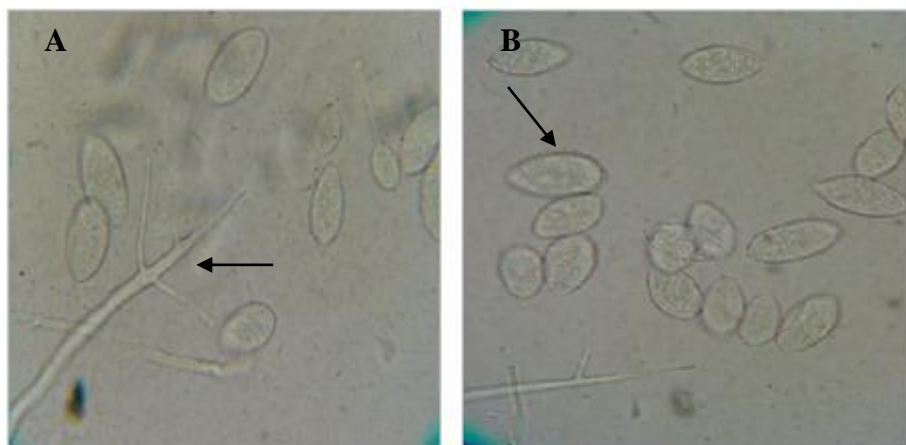


Figura 1. A) Esporangióforos e B) esporângios de *Phytophthora infestans* em placas contendo meio 'B' de centeio. Santa Maria, 2006.

Discos de 1cm de diâmetro contendo hifas e esporângios foram transferidos para placas de Petri contendo os diferentes meios de cultura: *suco V8* (produto comercial, preparado 100% a base de vegetais contendo a combinação de tomate, beterraba, aipo, cenoura, alface, espinafre, salsa e agrião) (MILLER, 1955), meio *B de centeio* (REIS et al., 2006; CATEN e JINKS, 1968), *batata-dextrose-ágar* (BDA) (MIZUBUTI, 2001; RIKER e RIKER, 1936), *cenoura-ágar* (TUIITE, 1969) e *farinha de milho* (FERNANDEZ, 1993), todos recomendados para o cultivo de *P. infestans*.

As culturas foram incubadas a 18°C e avaliaram-se o crescimento das colônias e o número de esporângios produzidos. O crescimento da colônia foi mensurado a cada 24 horas, realizando-se a média das duas medidas opostas (longitudinal e vertical) das colônias, até completar 168 horas (sete dias) de cultivo, com o auxílio de um paquímetro digital. No oitavo dia após a incubação, suspensões de esporângios foram obtidas adicionando-se 10mL de água destilada estéril sobre as culturas nos diferentes meios de cultivo e estruturas vegetativas e reprodutivas foram retiradas e homogêneas para a contagem dos esporângios produzidos. A contagem do número de esporângios foi realizada em Câmara de Neubauer (BISOGNIN et al., 2002).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco repetições de quatro placas, para cada meio de cultura analisado, sendo que em cada unidade experimental foi feita a média de duas leituras opostas. Os dados foram submetidos à análise da variância e as médias comparadas pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade de erro, pelo Programa SANEST (1984). Para análise estatística do número de esporângios produzidos, os dados de contagem foram transformados para raiz quadrada de $x + 1,0$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferença estatística significativa entre os meios de cultura avaliados para crescimento e produção de esporângios de *P. infestans* (Tabelas 1 e 2). Maior diâmetro médio de colônia foi mensurado em meio “B” de centeio, seguido daquelas estabelecidas em meio cenoura-água (Tabela 1). Nos meios BDA e V8 observou-se um diâmetro intermediário de colônias e, no meio com farinha de milho o menor diâmetro médio da colônia foi observado (Tabela 1). Apesar de todos os meios avaliados terem favorecido o crescimento micelial satisfatório de *P. infestans*, nos meios “B” de centeio e cenoura-água observou-se o rápido crescimento da colônia, superior à taxa de crescimento médio, observado pela linha de tendência disposta na Figura 2, exceto na observação realizada às 120h de estabelecimento das colônias, no meio “B” de centeio, que apresentou comportamento semelhante à taxa de crescimento média. O meio “B” de centeio foi o mais eficiente em promover o crescimento da colônia até o completo preenchimento do diâmetro da placa de Petri, que ocorreu anterior aos demais meios avaliados, às 144h após a inoculação.

O crescimento de *P. infestans* depende do meio de cultura e do tempo de incubação. (CATEN e JINKS, 1968) e a composição do meio de cultura também afeta sua esporulação. *P. infestans* subcultivada nos meios de cultura BDA e V8 produziram o maior número de esporângios (Tabela 2). Estes meios também são considerados eficientes para promover a

esporulação de outros fitopatógenos, como *Cercospora piaropi* (ÁVILA e PITELLI, 2004). Baixa produção de esporângios foi observada nas colônias estabelecidas em meio cenoura-ágar e farinha de milho, com apenas 12% e 9%, respectivamente, da produção média obtida com o cultivo no meio BDA. Estes meios são adequados para a manutenção in vitro de *P. infestans* quando o objetivo for a produção de inóculo para avaliações de resistência a requeima em testes nos programas de melhoramento. O meio “B” de centeio, que é comumente empregado para a produção de inóculo (CATEN e JINKS, 1968; CASTRO e TAVARES, 1985), foi intermediário, com uma produção de 50% de esporângios daqueles obtidos com o meio BDA.

Tabela 1. Diâmetro médio de colônias de *Phytophthora infestans* em diferentes meios de cultura pelo período de 168 horas. Santa Maria, 2006.

Meios de cultura	Diâmetro da colônia (mm)
Centeio B	60,66 a*
Cenoura-ágar	58,36 b
BDA	53,79 c
V8	53,23 c
Farinha de milho	47,40 d
Média	54,68
CV%	3,49

* Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo Teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade de erro.

Culturas puras obtidas pelo isolamento monospórico apresentam variações na taxa de crescimento da colônia e na produção de esporângios, como observado neste estudo, quando cultivadas em diferentes meios de cultura (CATEN e JINKS, 1968). Variações também podem ocorrer em outras características como morfologia da colônia e viabilidade dos

zoósporos em diferentes meios de cultura (MIZUBUTI, 2001). Embora a avaliação destas características não tenha sido realizada neste estudo, uma aparente diferença entre a morfologia e arranjo das colônias na placa pôde ser observada durante o desenvolvimento nos diferentes meios de cultura avaliados neste estudo. Em relação à morfologia das colônias de *P. infestans* observada, nas placas contendo meios BDA, “B” de centeio e V8 a distribuição foi mais homogênea e uniforme comparada àquelas cultivadas em meio cenoura-ágar e farinha de milho. Embora no meio cenoura-ágar tenha sido observado o segundo maior diâmetro de colônia (somente inferior ao meio B de centeio), as colônias cultivadas apresentaram distribuição radial, tornando-se morfologicamente desuniformes (com alteração na coloração do micélio e na forma de distribuição) com o avanço do período de cultivo, característica também comum ao meio farinha de milho.

Tabela 2. Produção de esporângios por *Phytophthora infestans* em diferentes meios de cultura aos oito dias após a inoculação. Santa Maria, 2006.

Meios de cultura	Número de esporângios	Concentração ajustada (esporângios ml ⁻¹)
Meio BDA	285,0 a*	5,7 x 10 ⁻⁵ a
Meio V8	284,9 a	5,7 x 10 ⁻⁵ a
Meio B de centeio	134,9 b	2,7 x 10 ⁻⁵ b
Meio cenoura-ágar	34,9 c	7,0 x 10 ⁻⁴ c
Meio farinha de milho	26,3 c	5,3 x 10 ⁻⁴ c
CV% = 18,0		

* Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade de erro.

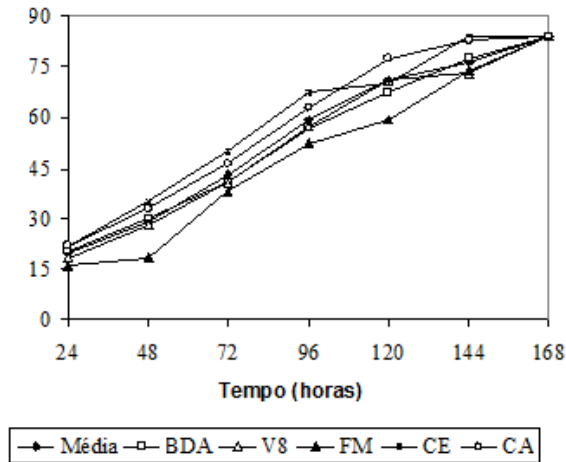


Figura 2 – Crescimento da colônia de *Phytophthora infestans* (acesso da UFSM) em diferentes meios de cultura em função do tempo de incubação. BDA = meio batata-dextrose-ágar; V8 = suco V8; FM = meio farinha de milho; CE = meio centeio B e CA = meio cenoura-ágar. Santa Maria, 2006.

Notadamente, o meio “B” de centeio teve uma alta taxa de crescimento de *P. infestans*, concordando com outros autores (CATEN e JINKS, 1968; MIZUBUTI, 2001). Entretanto, é importante ressaltar se a especificidade do meio de cultura é para o crescimento ou esporulação *in vitro*, já que o meio definido deverá suprir as necessidades metabólicas do patógeno. Neste estudo foi possível observar que os meios citados na literatura para manutenção de isolados de *P. infestans* não conferem maiores limitações ao crescimento micelial deste oomiceto. No entanto, a produção de esporos pode ser limitada, refletindo que, o meio mais eficiente para crescimento e manutenção das colônias pode não corresponder à maior

produção de esporos, como observado nos meios B de centeio para crescimento micelial e BDA e V8, para produção de esporângios. Estes resultados confirmam a baixa correlação entre taxa de crescimento e esporulação *in vitro* encontrada em estudos anteriores para um mesmo grupo de isolados de *P. infestans* (CATEN e JINKS, 1968). E, complementando a literatura, os melhores resultados para a produção de esporângios do isolado de *P. infestans* não foi obtido com extrato preparado a partir de grãos de centeio e trigo, como enfatizado em estudos anteriores (CATEN e JINKS, 1968), mas com o meio BDA e V8. Atenção especial pode ser dada ao meio BDA que, além da eficiência para produção de esporângios é também de fácil obtenção e preparo comparado com os meios V8 e B de centeio, produtos encontrados sazonalmente no mercado.

As culturas de *P. infestans* apresentaram variação morfológica e de produção de esporos em função dos meios de cultura utilizados. A capacidade para a variação parece ser independente da metodologia de obtenção, ou seja, não estria relacionada à técnica do isolamento monospórico, em função de ser o mesmo isolado, a mesma cultura clonal. A grande variabilidade de *P. infestans* poderá ser acessada quando as culturas forem propagadas por meio de zoósporos individuais. Para tanto, novas metodologias deverão ser avaliadas e padronizadas, para permitir a germinação direta de zoósporos, que necessitam de condições diferenciadas, como temperaturas mais baixas (<18 °C) além do estudo de novos acessos de *P. infestans*, coletados em outras regiões produtoras de batata.

CONCLUSÕES

Os meios de cultura avaliados foram eficazes em promover o crescimento das colônias de *P. infestans*, sendo que o meio B de centeio permitiu o crescimento máximo em menor tempo de incubação. Os meios BDA e V8 foram os mais eficazes para a produção de esporângios em quantidade suficiente para ser usado como inóculo em testes de resistência a requeima em casa de vegetação ou no campo.

REFERÊNCIAS

- ÁVILA, Z. R.; PITELLI, R. A. Crescimento, esporulação e virulência do inóculo de *Cercospora piaropi*, agente de biocontrole do aguapé. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, n. 2, 2004. p.189-192.
- BISOGNIN, D. A.; DOUCHES, D. S. Early generation for potato tuber quality in progenies of late blight resistant parents. **Euphytica**, n. 127, 2002. p. -9.
- BISOGNIN, D. A. Desenvolvimento de novas cultivares resistentes a requeima. In.: **IX Reunião Técnica de Pesquisa e Extensão da Cultura da Batata da Região Sul**. Santa Maria, RS, 25 e 26 de julho de 2006. Santa Maria : UFSM, CCR, Departamento de Fitotecnia, 2006. p.10-23.
- BISOGNIN, D. A.; DOUCHES, D. S.; JASTRZEBSKI, K. et al. Half-sib progeny evaluation and selection of potatoes resistant to the US8 genotype of *Phytophthora infestans* from crosses between resistant and susceptible parents. **Euphytica**, v. 125, 2002. p.129-138.

BISOGNIN, D. A.; DOUCHES, D. S.; BUZKA, L. et al. Mapping late blight resistance in *Solanum microdontum* Bitter. **Crop Science**, v. 45, 2005. p.340-345.

CASTRO, C.; TAVARES, F. W. Método para isolamento e multiplicação de *Phytophthora infestans*. In.: **Anais...** XVIII Congresso Brasileiro de Fitopatologia. Fortaleza, CE. 1985.

CATEN, C. E.; JINKS, J. L. Spontaneous variability of isolates of *Phytophthora infestans*. I. Cultural variation. **Canadian Journal of Botany**, v. 46, 1968. p.329-348.

Centro Internacional de la Papa – CIP. Late Blight: A global initiative. Disponível em: <<http://www.cipotato.org>>. Acesso em março/ 02. 1996.

COLON, L. T.; BUDDING, D. J. Components of resistance to late blight (*Phytophthora infestans*) in eight South American *Solanum* species. **European Journal of Plant Pathology**, v. 101, 1995. p.441–456.

DOUCHES, D. S.; COOMBS, J.; FELCHER, K.; KIRK, W. Foliar reaction to *Phytophthora infestans* in inoculated potato field trials in Michigan. **American Journal of Potato Research**, v. 81, 2004. p.443-448.

DRENTH, A.; JANSSEN, E. M.; GOVERS, F. Fomation and survival of oospores of *Phytophthora infestans* under natural conditions. **Plant Pathology**, v. 44, 1995. p.86-94.

FERNANDEZ, M. R. **Manual para laboratório de fitopatologia.** Passo Fundo : EMBRAPA – CNPT. 1993. 128p.

FRY, W. E.; GOODWIN, S. B. Resurgence of the Irish Potato famine fungus. **Bioscience**, v.47, 1997. p.363-371.

GOODWIN, S. B.; SCHNEIDER, R. E. et al. Use of cellulose-acetate electrophoresis for rapid identification of allozyme genotypes of *Phytophthora infestans*. **Plant Disease**, v. 79, 1995. p.1181-1185.

KAMOUN, S.; WEST, P. van; JONG, A. J. et al. A gene encoding a protein elicitor of *Phytophthora infestans* is down-regulated during infection of potato. **Molecular Plant Microbe Interactions**, v. 10, 1997. p.13-20.

MILLER, P. M. V-8 juice agar as a general-purpose medium for fungi and bacteria. **Phytopathology**, v. 45, 1955. p.461-462.

MIZUBUTI, E. S. G. Requeima ou mela da batata e do tomate. In.: LUZ, E. D. M. N. et al. **Doenças causadas por *Phytophthora infestans* no Brasil**. Campinas, SP : Livraria e Editora Rural – Ltda. 2001. p.101-171.

PETERS, R. D.; FÖSTER, H.; PLATT, H. W. et al. Novel genotypes of *Phytophthora infestans* in Canada during 1994 and 1995. **American Journal Potato Research**, v. 78, 2001. p.39-45.

REIS, A.; SUASSUNA, N. D.; ALFENAS, A. C. et al. Monitoramento da população de *Phytophthora infestans* na região da zona da mata de minas gerais de 1998 a 2000. **Fitopatologia Brasileira**, v. 27, n. 6, 2002. p.614-620.

REIS, A.; RIBEIRO, F. H. S.; MIZUBUTI, E. S. G. Caracterização de isolados de *Phytophthora infestans* do Distrito Federal e de Goiás. **Fitopatologia Brasileira**, n. 31, 2006. p.270-276.

RIKER, A. J.; RIKER, R. S. **Introduction to research on plant diseases**. St.louis, Mo., John S. Swift Co. 1936.

ROMERO, S.; GALLERY, M. E. Oogonium germination in *Phytophthora infestans*. **Phytopathology**, v. 53, 1963. p.899-903.

CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE ESPOROS DE *Phytophthora infestans* (MONT.) DE BARY EM
DIFERENTES MEIOS DE CULTIVO
COSTA et al.

TUITE, J. **Plant pathological methods fungi and bacteria**. Minn., Burgess
Publish. Co. 1969.

ZONTA, E. P.; MACHADO, A. A. SANEST – **Sistema de análise
estatística para microcomputadores**. Pelotas, 1984.

CURVA DE RETENÇÃO DE ÁGUA E ATRIBUTOS FÍSICOS DE DIFERENTES SUBSTRATOS ORGÂNICOS PRODUZIDOS EM ESTAÇÃO FRIA E QUENTE

Ana Maria Oliveira Bicca¹; Tânia Beatriz G. A. Morselli²; Eloy Antonio Pauletto³; Fernando Pereira de Menezes⁴

¹ Prof^a. M.Sc. Centro de Ciências Rurais/URCAMP, Bagé-RS. e-mail: anaobicca@hotmail.com; ² Prof^a. Dr^a. PPGA-SPAF/FAEM/UFPEL, Capão do Leão-RS; ³ Prof. Dr. DS/FAEM/UFPEL, Capão do Leão-RS; ⁴ Prof. Dr. Centro de Ciências Rurais/URCAMP, Bagé-RS

RESUMO: Com o objetivo de determinar a curva de retenção de água, porosidade total, macroporosidade, microporosidade e espaço de aeração de diferentes substratos orgânicos nas diferentes estações: fria (inverno) e quente (verão), desenvolveu-se um trabalho em casa de vegetação da EMBRAPA/CPACT, utilizando-se os seguintes resíduos: animais (esterco bovino, suínos, equinos, ovinos e coelhos) e vegetais (borra-de-café e erva-mate). Os diferentes resíduos foram acondicionados em caixas de madeira (0,068m³), compondo sete tratamentos em um delineamento experimental em blocos ao acaso com quatro repetições. A vermicompostagem foi realizada utilizando-se 150 minhocas da Califórnia (*Eisenia foetida*)/caixa, durante 90 dias. Decorrido este período foram separadas do material e contadas todas as minhocas. Os substratos obtidos foram acondicionados em sacos plásticos e levados ao Laboratório de Física de Solos/FAEM/UFPEL, secados ao ar e analisados. As determinações realizadas foram: porosidade total, macro e microporosidade, espaço de aeração e curva de retenção de água. Pela análise dos resultados pode-se dizer que: cada substrato tem característica própria dependendo de sua constituição e procedência. Os substratos estudados são eficientes quanto à capacidade de retenção de água. Considerando as características físicas de cada vermicomposto é possível utilizá-los como substrato.

Palavras-chave: resíduos, porosidade, espaço de aeração, minhoca.

WATER RETENTION CURVE AND PHYSICAL ATTRIBUTES OF DIFFERENT ORGANIC SUBSTRATES PRODUCED IN HOT AND COLD SEASON

ABSTRACT: Aiming to determine the water retention curve, porosity, macro and micropores and air space of different organic substrates in different seasons: cold (winter) and hot (summer), has developed a work in a greenhouse at EMBRAPA/CPACT, using the following wastes: Animals (manure cattle, pigs, horses, sheep and rabbits) and vegetables (coffee grounds and herb tea). Different wastes were packed in wooden boxes (0.068m³), comprising seven treatments I outlined in block experimental design with four replications. The vermicomposting was performed using 150 earthworms California (*Eisenia foetida*)

box for 90 days. After this period the material were separated and counted all the worms. The substrates obtained were placed in plastic bags and taken to the Laboratory of Soil Physics/FAEM/UFPEL, air dried and analyzed. Measurements were taken: total porosity, macro and micro, air space and water retention curve. Based on these results we can say that: each substrate has its own characteristic depending on their constitution and origin. The substrates studied are efficient as the ability to retain water. Considering the physical characteristics of each humus you can use them as substrate.

Keyword: Waste, porosity, air space, earthworm.

INTRODUÇÃO

Substrato, segundo Burés (1997), é o meio onde se desenvolvem as raízes das plantas produzidas em recipientes. Miner (1994), completa dizendo que compete ao mesmo a manutenção de um ambiente ótimo às raízes, garantindo o fornecimento de água e nutrientes às plantas, permitindo as trocas gasosas entre o ambiente externo e as raízes e promovendo suporte às plantas devendo, ainda, ser isento de qualquer substância fitotóxica, assim como fitopatógenos, pragas e plantas indesejáveis. Os materiais utilizados na confecção de substratos podem ser classificados em três categorias conforme a sua origem: orgânicos, minerais e sintéticos (VERDONCK et al., 1981). Segundo Backes (1989), no Rio Grande do Sul, em geral os substratos baseiam-se em solo mineral acrescido de matéria orgânica sob a forma de restos vegetais, terra de mato e esterco animais. Entre os materiais de origem orgânica, podem ser utilizados, os esterco curtidos, turfas, casca de arroz carbonizada, maravalhas e vermicompostos.

Entre os materiais minerais, destacam-se o solo mineral e a areia e entre os sintéticos, as espumas fenólicas. Os resíduos orgânicos utilizados

na composição de substratos para o cultivo de mudas contribuem sensivelmente com a aeração, capacidade de retenção de água, e formação de uma adequada estrutura física ao desenvolvimento das raízes (HEGARTY, 1977). Além disso, são capazes de fornecer macro e micronutrientes essenciais às plantas, como resultado da intensa atividade microbiana (EPSTEIN et al., 1976). Para Bordas et al. (1988), uma falha verificada por parte de quem produz tais materiais orgânicos, é a falta de informações sobre suas características físico-químicas. A utilização destes substratos suscita dúvidas por parte dos agricultores e técnicos, os quais por falta de informações adequadas utilizam erradamente tais materiais. O vermicomposto por satisfazer os requisitos exigidos como: aeração, porosidade e capacidade de retenção de água, surge como uma alternativa à utilização de recursos naturais não renováveis em curto prazo, sendo fonte de material orgânico originado de subprodutos da agricultura e pecuária. Aldrighi et al. (1999) verificaram que os vermicompostos bovinos e suínos foram eficientes para produção de mudas de tomate, podendo assim ser utilizados como substratos.

A água é um dos fatores mais importantes ao se considerar o cultivo de vegetais. No entanto, é importante conhecer o conteúdo de água nos substratos, para determinarmos a quantidade de água disponível para o desenvolvimento das plantas (BURÉS, 1997). Segundo Bordas et al. (1988), um substrato deve ter a capacidade de reter o suficiente de água, para que a planta absorva sem gastar energia e também que este não disponha de água

em demasia para não ocorrer um encharcamento. Não existe uma definição exata de valores de retenção de água para um substrato, pois as exigências são bastante variadas entre as espécies. Entretanto Conover (1967) relata que o percentual de água que deve ficar retido no substrato deve ser em torno de 50% do volume de substrato. Segundo De Boodt e Verdonck (1972), a água deve estar disponível as plantas em baixas tensões, para que não ocorra um estresse hídrico ou desvio de energia de crescimento para a absorção de água. Isto significa que a sucção no substrato não deveria exceder a 100cm de tensão de água. Para Jungk (1975), em condições de cultivo, a fração de poros retidos com água ou com ar depende da distribuição do tamanho dos poros, quanto menores forem os poros, maior será a retenção de água contra a força de sucção aplicada e conseqüentemente, menor o espaço preenchido com ar. Para o mesmo autor, sob o ponto de vista do cultivo, a alta capacidade do substrato em reter água tem a vantagem de que uma maior quantidade de água poderá ser armazenada, aumentando assim, o intervalo das irrigações. O conteúdo de água em substratos pode ser determinado através de curvas de retenção de água, que representam a relação gráfica entre o teor de água contido no substrato (θ) e seu estado energético (REICHARDT, 1985). Conforme Gavande (1982), a curva característica permite quantificar o conteúdo de água que um solo pode armazenar dentro de um determinado limite de potencial mátrico. Esta determinação é importante, visto que a resposta das plantas está relacionada mais diretamente ao potencial energético da água no

solo do que simplesmente ao teor de água no solo. Segundo Oriol et al. (1979), levando em consideração que a economia de água é mais sensível em horticultura, as sucções aplicadas são: 10, 20, 30, 50, 75 e 100cm de coluna de água. Wilson (1983) considera ainda que se possa utilizar uma sucção de 1.500cm de coluna de água. Com base na determinação destes pontos, De Boodt e Verdonck (1972), introduziram os conceitos de porosidade total, espaço de aeração, água disponível, água facilmente disponível, água tamponante e água remanescente. No ponto de sucção zero, o substrato encontra-se totalmente saturado, indicando a porosidade total. O espaço de aeração compreende a diferença entre a porosidade total e o conteúdo de água correspondente a uma sucção de 10cm de coluna de água. Os autores relatam que a sucção de 10cm de coluna de água foi escolhida, por ser correspondente a altura da camada de substrato em que as plantas ornamentais se desenvolvem em casa de vegetação, esta altura de sucção não poderia ser zero, pois isto significaria saturação completa e ausência de aeração. O volume liberado entre 10 e 100cm de coluna de água é considerado como água disponível, sendo este dividido em, água facilmente disponível (10-50cm de coluna de água) e água tamponante (50-100cm de coluna de água).

A porosidade é de fundamental importância. A sua existência é decisiva para que ocorra o processo de germinação, bem como o desenvolvimento das plantas, tendo assim efeitos diretos na produtividade. Essa importância, segundo Scardua (1972), decorre em função de que nos

poros se processam reações químicas e biológicas, como difusão de íons, gases e processos físicos, como retenção de água, todos de vital importância para as plantas. Para Kiehl (1985), mais importante que conhecer a porosidade total é conhecer a distribuição e o tamanho dos poros. Uma alta fração de poros é necessária à planta, para que suas raízes possam ser abundantemente providas de ar e água, por este motivo são preferidos substratos que contenham alta porosidade (JUNGK, 1975).

De Boodt e Verdonck (1972) e Boertje (1984), consideram como ideal o substrato com espaço poroso total superior a 85% de seu volume. Para solos, Gordiyenco e Kostogryz (1990), citam que a porosidade mais adequada da camada arável, para o desenvolvimento das plantas, varia entre 55 e 65% do seu volume total, enquanto que 50 e 55% são considerados satisfatório, e insatisfatórios quando os valores forem menores que 50%, para solos argilosos e argilo-arenosos. Solos areno-argilosos apresentam porosidade em torno de 40 a 50%, já os solos turfosos podem atingir uma porosidade de 60% (TIBAU, 1986). Os poros são divididos em dois grupos: os macroporos, que são aqueles geralmente ocupados pelo ar e os microporos que são os principais responsáveis pela retenção de água. O limite entre micro e macroporosidade está nos poros com diâmetro menor e maior que 0,06mm, o que corresponde a uma sucção de 60cm de coluna de água (PAULETTO, 1997). Em relação ao solo, Baver (1972), cita como ideal aquele que apresenta 50% de macro e 50% de microporos, já para Kiehl (1979), ao se considerar que as raízes podem se desenvolver com

espaço de aeração em torno de 10% e que o conteúdo de água armazenada deve ser maior que o de ar, o solo ideal é considerado como sendo aquele que apresenta 1/3 de macroporos para 2/3 de microporos. Para Goh e Haynes (1977), a relação entre macro e microporos ideal vai depender da exigência da espécie cultivada. Segundo Fonteno et al. (1981), citado por Bellé (1990), a porosidade total pode ser alterada no decorrer do cultivo, principalmente quando se trabalha com materiais orgânicos, pois poderão ocorrer alterações no volume, através do processo de mineralização, quando água e nutrientes são adicionados ao substrato sob elevadas temperaturas (KLOUGART, 1983). De Boodt e Verdonck (1972), denominaram de espaço de aeração, o volume de ar presente no substrato saturado após drenagem, correspondente a força de sucção de uma coluna de água de 10cm de altura. Para Bellé (1990), na prática esta característica corresponde ao volume de água drenado em um vaso, no período de 24 horas. Dentre os atributos físicos, a aeração e a retenção de água são os mais importantes num substrato, pois deve existir espaço poroso suficiente para permitir uma boa difusão de oxigênio e água retida suficiente para permitir um bom desenvolvimento das plantas (SOUZA et al., 1995).

Para que ocorra um bom desenvolvimento do sistema radicular e uma boa assimilação de água e nutrientes é necessário um espaço de aeração acima de 10%. Isso significa que 10% do volume total de solo devem ser livre de água (BAVER, 1972). Kiehl (1985) relata que uma ótima aeração deve estar situada entre 20 e 30%, concordando com De Boodt e Verdonck

(1972), que considera esta faixa ótima para substratos hortícolas. Paul e Lee (1976) relatam que o conteúdo de ar de 10 a 15% do volume do substrato é ótimo para o crescimento de plantas de Crisântemo. Para Pennigsfeld (1983), um espaço poroso de 30 a 40% é considerado ideal para plantas ornamentais. O estabelecimento de faixas ideais, entretanto apresenta limitações devido às diferenças exigidas pelas plantas e ao sistema de cultivo adotado (BELLÉ, 1990).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na EMBRAPA/CPACT (Centro de Pesquisa de Agropecuária de Clima Temperado), junto ao Campus da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) pertencente ao município de Capão do Leão-RS.

O Delineamento Experimental utilizado foi de Blocos ao Acaso e o teste utilizado foi de Duncan a 5%, aplicando-se o Sistema SANEST, segundo Zonta e Machado (1984). Foram utilizados os seguintes resíduos: T1 (Esterco bovino semi-curtido), T2 (Esterco suíno semi-curtido), T3 (Esterco eqüino semi-curtido + casca de arroz), T4 (Esterco ovino semi-curtido), T5 (Esterco de coelho semi-curtido), T6 (Resíduo de erva-mate semi-curtido) e T7 (Borra-de-café semi-curtida).

O experimento foi instalado em casa de vegetação em estação fria (inverno) e quente (verão), no ano de 1997. Os materiais foram

acondicionados em caixas de madeira não aromáticas (cedrinho) com as seguintes dimensões: 0,50m de comprimento x 0,34m de largura x 0,40m de altura com volume de 0,068m³.

A inoculação das minhocas foi realizada no mesmo dia em todos os tratamentos na quantidade de 150 minhocas adultas e aptas a reprodução por repetição. Utilizaram-se minhocas do gênero *Eisenia* e espécie *foetida*. Em cada bloco foi instalado um termômetro químico, onde a temperatura foi verificada semanalmente, juntamente com a verificação da umidade, realizada comprimindo-se a massa de substrato na mão, quando esta se apresentava seca, adicionava-se água (KIEHL, 1985).

Decorridos 90 dias da instalação do experimento, os vermicompostos foram retirados das caixas separando-se as minhocas e os casulos procedendo-se a contagem segundo o método descrito por Martinez (1990).

Os vermicompostos foram acondicionados em tabuleiros de madeira por um período de sete dias secando-se o material à temperatura ambiente, para posterior peneiragem em peneira de malha 9,52mm e a curva de retenção de água foi realizada no Laboratório de Física de Solos da FAEM-UFPEL, conforme metodologia descrita por De Boodt e Verdonck (1972).

Os valores de retenção de água a 0, 10 e 50cm de tensão foram determinados pelo método da mesa de tensão conforme Kiehl (1979) e os valores de 100 e 330cm de tensão foram determinados nas câmaras de pressão de Richards (KLUTE, 1986). A umidade retida à tensão de 330cm de coluna de água (1/3 de atmosfera) foi determinada para se ter uma idéia

da quantidade de água armazenada no substrato utilizando o conceito clássico de capacidade de campo. Inicialmente vedou-se o fundo dos anéis com uma tela de tecido presa por uma presilha de borracha. Posteriormente completaram-se os anéis com capacidade de aproximadamente $68,78\text{cm}^3$ com os respectivos substratos; em seguida os mesmos foram colocados em uma bandeja plástica para saturar por capilaridade por um período mínimo de 72 horas, adicionou-se água aos poucos até que o nível ficasse um pouco abaixo da superfície da amostra. Passadas as 72 horas de saturação das amostras, as mesmas foram pesadas obtendo-se o peso saturado (Tensão 0), e após colocadas na mesa de tensão e cobertas com um plástico sendo submetidos a uma sucção de 10cm de coluna de água, as amostras perderam água até que ocorresse o equilíbrio entre a água retida na amostra e a sucção aplicada, o que é verificado quando para de sair água. Depois de estabelecido o equilíbrio as amostras foram retiradas da mesa de tensão e pesadas, obtendo-se o teor de água para uma tensão de 10cm de coluna de água. As amostras foram novamente colocadas na bandeja com água para ressaturar e após foram colocadas na mesa de tensão e submetidas a uma sucção de 50cm de coluna de água até que o equilíbrio fosse atingido, obtendo-se o teor de água para uma tensão de 50cm de coluna de água. Posteriormente as amostras foram ressaturadas e colocadas na panela de pressão, obtendo-se os teores de água para as tensões de 100 e 330cm de coluna de água. Obtido o último ponto da curva de retenção de água, as amostras foram colocadas na estufa a 105°C , obtendo-se assim o peso seco.

A construção das curvas de retenção de água foi efetuada com valores de umidade em % de volume obtidos através dos percentuais de água retidos para cada tensão. De posse destes dados, foram obtidos os seguintes parâmetros: Porosidade Total (PT), Macro (Ma) e Microporosidade (Mi). PT correspondente à umidade em % de volume no ponto de saturação; Ma e Mi são determinados aplicando-se uma sucção de 50cm de coluna de água; Espaço de aeração (EA) é representado pela diferença obtida entre a porosidade total (tensão 0) e a umidade em % de volume na tensão de 10cm; Água disponível é representada pela diferença obtida entre a umidade em percentagem de volume nos pontos de 10 e 100cm de tensão; Água facilmente disponível (AFD) é representada pela diferença obtida entre a umidade em % de volume nos pontos de 10 e 50cm de tensão; Água tamponante (AT) é representada pela diferença obtida entre a umidade em % de volume nos pontos de 50 e 100cm de tensão; Água remanescente (AR) é representada pela umidade em % de volume que permanece no substrato após este ter sido submetido a uma tensão de 100cm de coluna de água.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de umidade em percentagem de volume, dos diferentes vermicompostos provenientes da estação fria em função das sucções aplicadas são mostrados na Tabela 1. Para os vermicompostos provenientes de equinos, ovinos e coelhos observa-se uma diminuição inicial nos valores

de umidade que variou de 37,94% a 24,95%, considerando a faixa de umidade compreendida entre as sucções 0 e 10cm. Os demais vermicompostos liberaram um volume menor de água, aproximadamente, 18%. Nos pontos de 10 a 50cm de tensão ocorreu uma liberação que variou de 6,66% nos vermicompostos provenientes de bovinos a 20,65% na erva-mate. Para os demais pontos a liberação foi mais gradual.

Tabela 1. Umidade volumétrica dos substratos em diferentes pontos de tensão de coluna de água na estação fria.

Substratos	Umidade		Volumétrica		(%)
	0cm	10cm	50cm	100cm	330cm
Bovinos	45,50	37,90	31,24	30,10	29,41
Suínos	61,00	43,93	32,15	31,09	28,18
Eqüinos	78,25	37,96	27,70	24,33	22,27
Ovinos	68,50	42,55	33,61	32,72	33,39
Coelhos	79,50	52,63	37,14	32,86	31,56
Erva-mate	63,75	52,75	32,10	31,55	27,84
Borra-café	65,00	48,89	34,62	32,60	30,19

Na estação quente (Tabela 2) o vermicomposto que liberou o maior volume de água foi o proveniente da erva-mate seguido do vermicomposto proveniente de ovinos no ponto de zero a 10cm de tensão. Nos demais pontos da curva a liberação apresentou-se de forma gradual. A maior liberação de água na estação fria, nos pontos iniciais se deve ao maior espaço de aeração apresentado pelos substratos. Na estação quente a liberação de água ocorre de uma forma mais lenta e gradual, conferindo ao vermicomposto uma maior capacidade de retenção de água, o que segundo Conover (1967), pode reduzir a frequência de irrigação, diminuindo os

custos de produção. Convém ressaltar que tanto para os vermicompostos provenientes da estação fria como para os da estação quente os valores de umidade obtidos nas diferentes tensões são semelhantes principalmente para as tensões mais baixas, próximas à saturação da amostra. Em tensões maiores, entretanto, mais especificamente na capacidade de campo as diferenças entre os vermicompostos são mais pronunciadas evidenciando que diferentes produtos poderão originar vermicompostos com características específicas, neste caso com predominância de microporos originando maior quantidade de água retida a tensões maiores. Este fato se torna ainda mais evidente quando se analisa os valores de capacidade de campo dos vermicompostos obtidos na estação quente, que por terem sido mais elaborados produziram maior quantidade de microporos, retendo conseqüentemente maior quantidade de água. Estes dados são confirmados quando se verifica que a maior quantidade de microporos é observada nos vermicompostos provenientes da estação quente (Tabela 3).

Tabela 2. Umidade em percentagem de volume dos substratos em diferentes pontos de tensão de coluna de água em estação quente.

Substratos	Tensão de Água				
	0cm	10cm	50cm	100cm	330cm
Bovinos	53,22	40,24	40,03	36,03	35,01
Suínos	63,79	48,04	46,02	44,69	42,32
Eqüinos	60,23	49,47	37,33	33,15	29,88
Ovinos	76,36	50,36	47,00	44,86	44,64
Coelhos	63,99	48,11	35,27	33,26	32,14
Erva-mate	74,80	47,36	43,07	42,01	38,45
Borra-café	69,51	52,47	50,85	49,19	47,23

Em relação à porosidade total, os valores obtidos nos vermicompostos na estação fria encontram-se na Tabela 4. Os melhores vermicompostos nesta estação foram os provenientes de equínos e coelhos, que diferenciaram significativamente dos demais vermicompostos.

Tabela 3. Parâmetros físicos dos vermicompostos na estação quente (%): Porosidade total (PT), Macroporosidade (Ma), Microporosidade (Mi), Espaço de aeração (EA), Água disponível (AD), Água facilmente disponível (AFD), Água tamponante (AT) e Água Remanescente (AR).

Substratos	PT	Ma	Mi	EA	AD	AFD	AT	AR
Bovinos	53,22	13,19c	40,03de	12,98d	4,21b	0,21d	4,00a	36,03b
Suínos	63,79bc	17,7 bc	46,02bc	15,75d	3,35c	2,02c	1,33c	44,69a
Equínos	60,25bc	22,90b	37,33ef	10,76c	16,32a	12,14a	4,18a	33,15bc
Ovinos	76,36a	29,36a	47,00ab	26,00b	5,50b	3,36b	2,14b	44,86a
Coelhos	63,99bc	28,72a	35,27f	15,88cd	14,85a	12,84a	2,01b	33,26bc
Erva-mate	74,80a	31,73a	43,03cd	27,44a	5,35b	4,29b	1,06c	42,01ab
Borra-café	69,51ab	18,66bc	50,85a	17,04c	3,2c	1,62c	1,66bc	49,19a

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem estatisticamente ao nível de significância de 5% pelo teste de Duncan.

Na estação quente (Tabela 3), destacaram-se os vermicompostos provenientes de ovinos e da erva-mate. Estes resultados diferem dos encontrados por Menezes Jr. (1998), que foi de 75,72% para substrato de bovinos, ficando abaixo do recomendado por De Boodt e Verdonck (1972), que é de 85%. Estes dados não inviabilizam sua utilização, desde que se leve em consideração a espécie a ser cultivada o que pode ser verificado no

trabalho de Aldrighi et al. (1999), que verificaram que os vermicompostos bovinos e suínos foram eficientes para produção de mudas de tomate.

Em relação ao espaço de aeração na estação fria, observa-se na Tabela 4, que apenas os vermicompostos provenientes de ovinos (28,92%) e de coelhos (24,95%) encontram-se dentro da faixa considerada como ideal segundo De Boodt e Verdonck (1972), que é de 20 a 30%. Para a estação quente (Tabela 3) destacaram-se os vermicompostos provenientes de ovinos (26,00%) e da erva-mate (27,44%). Segundo Miner (1994), em geral se aceita a faixa de espaço de aeração de 10 a 20%, na qual estão situados os demais vermicompostos, exceto no vermicomposto proveniente de eqüinos (37,94%) na estação fria, que se encontra acima desta faixa. No entanto ao levar em consideração esta variável, deve-se observar a tolerância das diferentes espécies. A diferença encontrada nas duas estações refere-se à maior uniformidade dos agregados na estação fria, que impediu que ocorresse uma acomodação de partículas menores entre os poros, diminuindo o percentual de macroporos (Tabelas 3 e 4) e conseqüentemente o espaço de aeração, o que foi constatado na estação quente, com exceção dos vermicompostos provenientes da erva-mate e de ovinos, os quais, embora com predominância de agregados maiores, apresentaram maior uniformidade em relação aos demais.

Os teores de água disponível na estação fria (Tabela 4) variaram de 7,8 a 13,63% nos vermicompostos bovinos, ovinos, suínos e eqüinos e os valores de água facilmente disponível de 6,6 a 10,26%. Os demais

vermicompostos apresentaram valor de água disponível mais elevado de 16,29 a 21,12% e valores de água facilmente disponível que variaram de 14,27 a 20,65% nos vermicompostos de coelhos, borra de café e erva-mate.

Convém ressaltar que a maior quantidade de água disponível e água facilmente disponível se encontram no vermicompostos proveniente erva-mate diferindo estatisticamente dos demais vermicompostos. Para a estação quente (Tabela 3), foram encontrados valores inferiores de água disponível quando comparados com a estação fria, que variaram de 3,28 a 5,5%, exceto coelhos e eqüinos que foi de 14,85 e 16,32%, enquanto para água facilmente disponível variaram de 0,21 a 4,29% e para coelhos e eqüinos situaram-se entre 12,84 e 12,14%. Para esta estação, entretanto, a maior quantidade de água disponível e facilmente disponível foi encontrada nos vermicompostos provenientes de coelhos e eqüinos diferindo dos demais vermicompostos. Os substratos ideais devem apresentar de 24 a 40% de água disponível. Enquanto para água facilmente disponível esta deve representar de 75 a 90% do total de água disponível (DE BOODT e VERDONCK, 1972). No referido trabalho os resultados de água disponível apresentam-se abaixo dos valores considerados ideais. No entanto para água facilmente disponível os vermicompostos produzidos na estação fria ficaram dentro da faixa ideal, já para a estação quente estes valores apresentaram-se reduzidos, exceto nos vermicompostos provenientes de coelhos e erva-mate.

A água tamponante na estação fria (Tabela 4) apresenta-se inferior aos valores encontrados na estação quente, exceto no vermicomposto de

coelhos. Em geral pode-se atribuir as diferenças encontradas nos valores de água disponível nas duas estações, a maior presença de microporos nos vermicompostos na estação quente, exceto no vermicomposto de coelhos. Devido a este fato, a água encontra-se retida com maior energia nos poros menores, explicando assim os menores valores de água facilmente disponível e os maiores de água tamponante. Observa-se nas tabelas 3 e 4 que os valores de água remanescente são superiores na estação quente, exceto para o vermicompostoto de coelhos que se assemelha a estação fria, o que denota uma maior retenção de água, que aparentemente encontra-se retida no interior de seus agregados e não entre eles. Sponer (1979) observou que alguns materiais absorvem água no interior de seus agregados, não relacionada à aeração e somente disponível para as plantas através de sucções mais elevadas.

CONCLUSÕES

- Os substratos orgânicos são eficientes quanto à capacidade de retenção de água nas duas estações;
- Os vermicompostos provenientes da estação quente apresentam uma maior capacidade de retenção de água a tensões maiores do que os provenientes da estação fria, enquanto que para baixas tensões o comportamento nas duas estações é semelhante;

- O maior espaço de aeração foi observado no vermicomposto de eqüinos na estação fria;
- A maior quantidade de água disponível na estação fria foi encontrada nos vermicompostos provenientes de coelhos e erva-mate, enquanto que na estação quente foi encontrada nos vermicompostos provenientes de eqüinos e coelhos;
- Com relação à água facilmente disponível as maiores quantidades foram encontradas no vermicomposto de erva-mate na estação fria e nos vermicompostos de eqüinos e coelhos na estação quente;
- Os vermicompostos obtidos na estação fria têm características próximas às exigidas para um bom substrato.

Tabela 4. Parâmetros físicos dos vermicompostos na estação fria (%): Porosidade total (PT), Macroporosidade (Ma), Microporosidade (Mi), Espaço de aeração (EA), Água disponível (AD), Água facilmente disponível (AFD), Água tamponante (AT) e Água Remanescente (AR).

Substratos	PT	Ma	Mi	EA	AD	AFD	AT	AR
Bovinos	55,25c	24,01c	31,24bc	17,35c	7,80d	6,66e	1,14d	30,10b
Suínos	61,00b	28,85c	32,15bc	17,07d	12,84c	11,78c	1,06d	31,09ab
Eqüinos	75,90a	48,02 ^a	27,70c	37,94a	13,63c	10,26c	3,37b	24,33c
Ovinos	71,47ab	37,82b	33,61ab	28,92b	9,83e	8,94d	0,89de	33,72a
Coelhos	77,58a	40,44b	37,14a	24,95b	19,77ab	15,49b	4,28a	32,86a
Erva-mate	64,96b	32,86bc	32,10bc	12,21e	21,12a	20,65a	0,55e	31,55ab
Borra-café	68,48ab	33,86bc	34,62ab	19,59c	16,29b	14,27b	2,02c	32,60a

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem estatisticamente ao nível de significância de 5% pelo teste de Duncan.

REFERÊNCIAS

- ALDRIGHI, C. B.; FERNANDES, H. S.; MARTINS, S. R. **Efeito do uso de vermicomposto de diferentes origens como substrato na produção de mudas de tomate, pimentão e beringela.** Trabalho de Pesquisa Orientada Deptº. de Fitotecnia, UFPEL. 1999. (não publicado).
- BACKES, M. A. **Composto de lixo urbano como substrato para plantas ornamentais.** Porto Alegre, UFRGS, 78p. Dissert. Mest. Agronomia, Fitotecnia. 1989.
- BAVER, L. D.; GARDNER, W. H. **Soil Physics.** 4 ed. New York, John Wiley, 1972. 498p.
- BELLÉ, S. **Uso da turfa "Lagoa dos Patos" (Viamão-RS) como substrato Hortícola.** Porto Alegre UFRGS, Faculdade de Agronomia. 142 p. Dissert. Mestr. Agronomia, Horticultura. 1990.
- BOERTJE, G. A. Physical laboratory analyses of potting composts. **Acta Horticulturae**, Wageningen, 150:47-50. 1984.
- BORDAS, J. M.; BACKES, M. A.; KAMPF, A. N. Características físicas e químicas de substratos comerciais. In: Congresso Florestal Estadual, 6. Nova Prata, 19 a 24 de setembro de 1988. **Anais...** Nova Prata. p. 427-435. 1988.
- BURÉS, S. **Substratos.** Ediciones Agrotécnicas S. L. Madrid, Octubre, 1997.
- CONOVER, C. A. Soil Amendments for Pot and Field Grown Flowers. **Florida Flower Grower**, Florida, 4(4):1-4. 1967.

DE BOODT, M.; VERDONCK, O. The Physical Properties of the Substrates in Horticulture. **Acta Horticulturae**, Wageningen, 26:37-44. 1972.

EPSTEIN, E.; TAYLOR, J. M.; CHANEY, R. L. Effects of sewage sludges and sludge compost applied to acid on some soil physical and chemical properties. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 5, n. 4, p. 422-427 1976.

FONTENO, W. C.; CASSEL, D. K.; LARSON, R. A. Physical Properties of Three Container their Effect on Poinsettia Growth. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, Alexandria - VA, 106(6):736-741. 1981.

GAVANDE, S. A. Física de Suelos, principios y aplicaciones. 4^a ed. Editora Limusa S. A. México, 1982. 351p.

GOH, K. M.; HAYNES, R. J. Evaluation of potting media for commercial nursery production of container grown plants: 1 – Physical and chemical characteristics of soil and soiless media and their constituents. **New Zeland Journal of Agricultural Research**, Wellington, 20:363-370. 1977.

GORDIYENKO, V. P.; KOSTOGRYZ, P. V. Relationship between moisture capacity and bulk density of podzolized chernozem. **Soviet Soil Science**. Moscou. V. 22, n. 2, p. 113-120. 1990.

HEGARTY, T. M. Seedbed conditions and seedling establishment. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 38, p. 279-307, 1977.

KIEHL, E. J. Manual de Edafologia - Relação Solo-Planta - Ceres, São Paulo, 1979, 273p.

KIEHL, J. C. Fertilizantes orgânicos. Piracicaba. Ed. Agronômica Ceres Ltda. 1985. 492p.

KLUTE, A. Water retention. In: CAMPBELL, G. S., JACKSON, R. D., MORTLAND, M. M. MIELSEN, D. R., KLUTE, A., ed. *Methods of Soil Analysis*. Madison: **Am. Soc. Agron.** 1986. p. 635-734, cap.26.

KLOUGART, A. Substrates and nutrient flow. **Acta Horticulturae**, Wageningen. 150:297-313. 1983.

JUNGK, A. Eigenschaften des Torfs un aderer Substrate in ihre Bedeutung für die Ernahrung der Pflanze. **Telma**, Hannover, 5:167-187. 1975.

MINER, J. A. **Substratos, propiedades y caracterizacion**. Ed. Mundi-Prensa S. A. Madrid. 1994.

MENEZES JR., F. O. G. **Caracterização de diferentes substratos hortícolas e seu efeito na produção de mudas de alface e couve flor em ambiente protegido**. Dissertação Mestrado, UFPel. Faculdade de Agronomia Pelotas. 141 p. 1998.

ORIOLO, M. T.; VERDONCK, O.; CAPPAERT, I.; De BOODT, M. Estudio de las propiedades físicas de los substratos hortícolas. **Anales de Edafologia y Agrobiologia**. Madrid, Instituto Nacional de Edafologia y Agrobiologia, **38 (314)**:603-611, mar./abr. 1979.

PAUL, L. J.; LEE, I. C. Relation between growth of Chrysanthemums and aeration of various container media. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** Nova York, v. 101, n. 5, p. 500-503, 1976.

PAULLETO, E. A. Determinação de atributos físicos do solo. Manual de Laboratório. Pelotas, RS. 38p. 1997.

PENNINGSFELD, F. Kultursbstrate fur den Gartenbau, besonders in Deutschland: Ein kritischer überblick. **Plant and soil**, The Hague, 75:269-281. 1983.

REICHARDT, K. **Processo de transferência no sistema solo-planta-atmosfera**. Campinas, Fundação Cargill, 286p. 1985.

SCARDUA, R. Porosidade livre de água de dois solos do município de Piracicaba, SP; ESALQ (Dissertação), 83p. 1972.

SOUZA, M. M.; LOPES, L. C.; FONTES, L. E. Avaliação dos substratos para o cultivo de Crisântemo (*Chrysanthemum morifolium* Ramat., Compositae) “White polaris” em vasos. **Rev. Bras. Hort. Orn.**, Campinas v. 1, n. 2, p.71-77, 1995.

SPONER, L. A. Three simple demonstrations of the physical effects of soil Amendment. **Hort Science**, Alexandria, 14(1):75-77. 1979.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C. Análises de solo, plantas e outros materiais. 1995. Porto Alegre.RS. UFRGS.

TIBAU, A. O. **Matéria Orgânica e Fertilidade do Solo**. 2ª. ed. rev. São Paulo: Nobel, 1983.

WILSON, G. C. S. The physico-chemical and physical properties of horticultural substrates. *Acta Hortic.*, Wageningen, v. 150, p. 19-33, 1983.

VERDONCK, O.; DE VLEESCHAUWER, D.; DeBOODT, M. The influence of the substrates to plant growth. **Acta Horticulturae**, Wagenigen, 126:251-258. 1981.

ZONTA, E. P.; MACHADO, A. A. Sanest: **Sistema de análise estatística para microcomputadores**. Registrado na Secretaria Especial de Informática, sob número 066060 – categoria A. Pelotas-RS, Universidade Federal de Pelotas. 1984.

EFEITO DA ALTURA E FREQUÊNCIA DE CORTE NA PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA DE *Adesmia latifolia* (SPRENG.) VOG.

Fernando Pereira de Menezes¹; Manoel de Souza Maia²; João Carlos Pinto de Oliveira³; Ana Maria Oliveira Bicca⁴

¹ Eng. Agr., Dr. Prof. Curso de Agronomia CCR/URCAMP. Bagé-RS. e-mail: fefeumenezes@gmail.com; ² Eng. Agr., Dr. Prof. Departamento de Fitotecnia FAEM/UFPEL. Pelotas-RS; ³ Eng. Agr., Dr. Pesquisador EMBRAPA/CPPSUL, Bagé-RS; ⁴ Eng^a. Agr^a., M.Sc. Prof^a. Curso de Agronomia CCR/URCAMP. Bagé-RS.

RESUMO: Com o objetivo de avaliar o efeito da altura de corte (2 e 5cm) e frequência de corte (2, 4, 6, 8 semanas) na produção de matéria seca de babosinha (*Adesmia latifolia* (Spreng.) Vog.), foi conduzido um experimento na EMBRAPA-Pecuária Sul, em Bagé (RS). Avaliou-se a produção de matéria seca da adesmia e a contribuição do campo nativo associado. Foi utilizado o delineamento de blocos casualizados com parcelas divididas e quatro repetições. Os resultados permitiram concluir que: (a) frequência de corte é determinante na expressão da produção de matéria seca da babosinha, sendo os intervalos de cortes de quatro e seis semanas, onde se obtêm as máximas respostas; (b) a altura de corte de 2cm determina o maior rendimento total de matéria seca, independentemente da frequência de cortes e a produção de matéria seca obtida na frequência de cortes de quatro semanas, independe da altura de corte.

Palavras-chave: Babosinha, frequência de corte, forrageira, matéria seca, campo nativo.

EVALUATION OF THE EFFECTS OF HEIGHT AND CUTTING FREQUENCY ON DRY MATTER YIELD OF *Adesmia latifolia* (SPRENG.) VOG.

ABSTRACT: The experiment was carried out from August through December of 1998 and 1999, at EMBRAPA-Pecuária Sul, in Bagé, RS, Brazil. The objective was to evaluate the effects of cutting heights (2 and 5cm) and cutting frequencies (2, 4, 6 and 8 weeks) on dry matter yield of “babosinha” forage legume (*Adesmia latifolia* (Spreng.) Vog.). Treatments were imposed in a previously established area (16 months) with 4kg ha⁻¹ of seeds with a CV of 100%, oversown in a native grassland. Six cuttings were made per year to evaluate dry matter yield. A complete split plot randomized block design, with four replicates, was used. Results allow to conclude that (a) cutting frequency is determinat in dry matter production of “babosinha”, with the highest yields being obtained with 4 and 6 weeks cutting intervals and (b) cutting height of 2cm determines higher total dry matter yield, independently of cutting frequencies.

Keywords: “Babosinha”, cutting frequencies, forage, dry matter, native grassland.

INTRODUÇÃO

As vantagens, em termos de produção animal, da inclusão de leguminosas em pastagens têm sido descritas em inúmeros trabalhos e revisões (BLASER, 1982; PETRITZ et al., 1980; QUADROS e MARASCHIN, 1987) e incluem o aumento na produção animal, como resultado do incremento nos níveis protéicos, da digestibilidade e do consumo da forragem disponível; melhoria na distribuição da produção da pastagem ao longo do ano; maior concentração de minerais, especialmente de cálcio, e aumento na fertilidade do solo pela adição de nitrogênio ao sistema solo-planta-animal.

O sistema pecuário, no Rio Grande do Sul, é tipicamente extensivo, constituindo-se os campos nativos no principal alimento dos rebanhos bovino e ovino (BARRETO e BOLDRINI, 1990). As pastagens naturais do Rio Grande do Sul são formadas principalmente por gramíneas e leguminosas de ciclo estival (OLIVEIRA et al., 1989). Destas, é predominante a presença das espécies pertencentes à família das gramíneas, que além da baixa produção no período de inverno são deficientes em nitrogênio (VINCENZI, 1998). Na melhoria do campo nativo é importante que as leguminosas ocupem lugar de destaque, visando aumentar a produção de matéria seca e melhor qualidade da forragem considerando também a capacidade de aportar uma maior quantidade de nitrogênio às gramíneas presentes. Segundo Barcelos e Vilela (1994), esse incremento passa pela

capacidade de fixação simbiótica do nitrogênio e pela reciclagem de nutrientes.

A introdução de leguminosas em campo nativo tem sido prática comum, porém, a disponibilidade de sementes em nível comercial recai somente sobre as espécies exóticas, que são exigentes em fertilidade, havendo um incremento nos custos de produção com a necessidade da correção da mesma. Alguns fatores como conservação de germoplasma, sustentabilidade e custo tem feito com que haja uma busca por espécies menos exigentes, para que se disponha de um sistema de tecnologia de baixo custo, com ênfase na seleção de leguminosas nativas, já adaptadas às restrições do solo e que respondam a menores quantidades de fertilizantes (HOPKINS et al., 1996; RITTER e SORRENSON, 1985).

No sul do Brasil, o uso de leguminosas de clima temperado tem se destacado pela alta produtividade e qualidade no período hiberno-primaveril, constituindo-se numa alternativa forrageira para os meses mais frios do ano. Entre os gêneros mais utilizados encontram-se *Trifolium* e *Lotus*, e o seu uso isolado ou mesmo em associação com gramíneas é desejável, refletindo numa maior resposta animal (SCHEFFER-BASSO, 1995).

Dentre as espécies de ciclo invernal componentes do campo nativo, encontra-se a adesmia ou babosinha (*Adesmia* spp.). O gênero *Adesmia* é o único da tribo *Adesmiae* (Benth.) Hutch, e tem suas espécies organizadas em quatro séries. Exclusivamente sul-americano, ocorre desde o Peru até a

Terra do Fogo e do Chile até o sul do Brasil. Atualmente conta com cerca de 230 espécies, das quais 17 ocorrem na região sul do Brasil (MIOTTO, 1991).

No Brasil, Argentina e Uruguai, muitas das espécies de *Adesmia* apresentam potencial forrageiro. Para Allen e Allen (1981), *Adesmia* é presumivelmente o maior gênero de leguminosas argentinas. Além de forrageira, todas as espécies são consideradas adequadas para a cobertura do solo e com potencial para controle da erosão. Sua frequência geral é ocasional, em manchas, e nessas manchas ela pode ser freqüente, abundante ou muito abundante.

O comportamento do gênero *Adesmia*, sob pastejo, ainda não está esclarecido, havendo informações contraditórias. Allen e Allen (1981) mencionaram uma forte persistência de *Adesmia* após pastejo contínuo, enquanto que Valls (1984) considera estas espécies pouco resistentes a altas pressões de pastejo, quando a maioria tende a desaparecer. Rosengurt (1943) destaca que essa leguminosa proporciona forragem durante o ano inteiro, sendo muito procurada pelos animais. Prospera e floresce em abundância nos anos de pouco pastejo e seus estolões formam emaranhados muito extensos, porém desaparecem em piquetes onde se trabalha com carga animal muito alta.

No Chile, Muñoz e Suarez (1945), a partir de explorações de caráter botânico, realizaram análises do valor nutritivo de algumas espécies de *Adesmia* no seu estágio reprodutivo, obtendo valores de 9 a 19% de proteína

bruta. Estes autores, além de mencionarem o valor forrageiro, citam também a importância do gênero para recuperação e proteção dos solos. No Brasil, Dall'Agnol e Gomes (1994), constataram teor de proteína bruta variando de 16,9 a 24 % e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) entre 61,1 a 78%. Dutra et al. (1999), verificaram teores de proteína bruta entre 15 a 24% e digestibilidade entre 54 a 79%. Scheffer-Basso et al. (1998) trabalhando com diversas espécies do gênero *Adesmia*, encontraram teores de proteína bruta variando de 11,7 a 27,7% nas folhas e de 7,2 a 13,4% em caules e a digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) de folhas, de 66,7 a 75,3% e nos caules, de 34,8 a 60,6%, em *A. latifolia* (Spreng.) Vog., *A. punctata* (Poir.) DC e *A. tristis* Vog..

Dentro deste gênero, *Adesmia latifolia* é uma das espécies citada para o Brasil, que ocorre em campos alagadiços e em banhados, sendo uma alternativa para integrar, como espécie forrageira, o sistema seqüencial arroz-outras culturas-pousio.

Adesmia latifolia é uma espécie estolonífera, que apresenta caules longos e rasteiros, e folhas eretas a partir de um caule horizontal. A floração ocorre de outubro a janeiro podendo aparecer flores em fevereiro e março, tendo como pico máximo os meses de novembro e dezembro. A frutificação em geral é simultaneamente a floração (novembro e dezembro). Segundo Tedesco et al. (1998), a espécie apresenta versatilidade reprodutiva, com modo de reprodução do tipo fecundação cruzada (alógamia) e autofecundação (autogamia).

Em relação à forma de vida, Burkart (1967) cita que não havia observações concretas ou experimentos sobre esta característica, porém o seu caráter perene foi deduzido em função do seu porte rasteiro e radicante. Segundo o mesmo autor ela parece não ter vida longa. De acordo com Barreto e Kappel (1964), a *Adesmia latifolia* é uma espécie perene-estival. Já Miotto e Leitão Filho (1993), discordam desta afirmação e a classificam como uma espécie hiberno-primaveril. Isto é, começa a vegetar no outono, permanece verde durante os meses de inverno e inicia sua floração em outubro, podendo estender-se até abril.

No Brasil ela se encontra amplamente distribuída nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, sendo também encontrada em outros países sul-americanos como Argentina e Uruguai. É a única espécie citada para o Brasil que ocorre em campos alagadiços e em banhados (MIOTTO, 1991). De acordo com Burkart (1967), é uma forrageira interessante para os campos baixos, mas ainda não domesticada e de cultivo inseguro.

O pouco conhecimento sobre o cultivo dessa espécie indica demora na germinação, crescimento inicial sem vigor e sensibilidade às secas estivais, quando cultivadas em encostas altas (ROSENGURT, 1946). No Rio grande do Sul, Dutra et al. (1998a), ao introduzirem *Adesmia latifolia* em pastagem natural, verificaram correlação positiva entre o aumento da densidade de sementeira e produção de matéria seca.

A espécie é encontrada em regiões deficientes em fósforo, sendo este elemento um dos mais importantes para o crescimento e estabelecimento de

pastagens (VINCENZI, 1998). Dutra et al. (1998b) observou que a espécie responde satisfatoriamente à adubação fosfatada, aumentando o teor de fósforo no tecido com o aumento da concentração de fósforo no solo. O efeito de fósforo sobre o crescimento das raízes e da parte aérea é positivo e linear e desta forma mesmo que em pequenas doses, pode aumentar o rendimento de matéria seca desta leguminosa e contribuir para aumentar sua presença na pastagem (BEN et al., 1998).

A influência que os elementos climáticos exercem sobre o crescimento vegetal, vem sendo estudada há muitos anos por vários pesquisadores. Entretanto é necessário, um estudo mais apurado sobre a utilização destas pastagens através de cortes, assim como a sua utilização para o pastejo.

Segundo Gardner (1986), na maioria dos casos, as pastagens são utilizadas por animais em regime de pastejo. Conseqüentemente, os resultados obtidos em experimentos, onde a produção de forragem é medida sob o regime de cortes, poderão não refletir o desempenho da pastagem quando a mesma é pastejada.

Apesar das diferenças existentes entre os efeitos do corte e pastejo, sobre a pastagem, onde no pastejo se observa uma menor homogeneidade de desfolhamento e de outros efeitos causados pelos animais, o corte permite uma razoável estimativa do pastejo em estudos preliminares, onde se pretende determinar tendências de comportamento (PARISH et al., 1989).

As diferentes respostas das plantas a estes processos estão intimamente relacionadas pelo método de desfolhação, que representa um momento de estresse para a planta, caracterizado não apenas pela momentânea supressão da sua capacidade de fixação do gás carbônico e queda nos teores de carboidratos, como também, pela paralisação do crescimento das raízes, pela diminuição da atividade respiratória e absorção de nutrientes das raízes (DAVIDSON e MILTHORPE, 1965). A remoção da parte aérea de uma planta reduz o teor de carboidratos de reserva, o crescimento radicular e a área foliar, sendo então o crescimento das forragens comprometido (WHITE, 1973; LANGER, s. d.).

Com referência ao número de cortes, apesar de cada espécie possuir um período de crescimento limitado, quanto maior o número e frequência de corte, menor será o período de crescimento entre dois cortes sucessivos, portanto menor será a produção de forragem em cada um desses cortes.

Segundo Carámbula (s. d.), a frequência de utilização de uma pastagem vai depender da espécie, da composição botânica da pastagem e da época do ano em que se realiza essa pastagem. O elemento que determinará a duração do período de crescimento será a velocidade com que a pastagem alcance o volume adequado de forragem, aspecto que será demarcado pelo índice de área foliar ótimo (IAF-ótimo). Assim, em pastagens com IAF ótimos baixos, como as dominadas por trevos, é possível realizar um aproveitamento mais intenso com cortes mais frequentes que em

pastagens dominadas por gramíneas eretas, dado que o IAF-ótimo seria para as leguminosas entre três e cinco e para as gramíneas, entre nove e dez.

O efeito da desfolhação na planta vai depender da proporção de sua área foliar, idade da folha e da sua posição na cobertura vegetal e esses efeitos são muito maiores que simplesmente a perda da superfície fotossintética, conforme se refere Silva (1994).

Segundo Silva (1994), a frequência e altura de corte alteram significativamente a produção, composição botânica e qualidade da forragem de *Macropitium lathyroides* (L.) Urb.. Quanto à produção de matéria seca, foram obtidas melhores respostas com frequências e alturas de corte maiores. Em relação à qualidade, intervalos de cortes menores aumentaram a percentagem de proteína bruta e digestibilidade. Embora a maioria dos trabalhos referente a este assunto, a menor frequência de corte tenha resultado numa maior produção de matéria seca por unidade de área, diversos autores (BURTON et al., 1969; MINSON e MILFORD, 1967; MIRANDA, 1991) constataram que nestas situações, o teor de proteína bruta da pastagem era menor, o que segundo Peterson e Hagan (1953) é devido ao aumento do teor de fibra bruta. No caso do cornichão, uma das características importantes é a capacidade de manter a qualidade em termos de digestibilidade e proteína bruta em estádios mais avançados (GONÇALVES, 1977).

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área experimental pertencente à Embrapa – Pecuária Sul, localizada no quilômetro 595 da BR-153, município de Bagé, região fisiográfica do Rio Grande do Sul denominada Campanha, situada entre 31°50'00" latitude sul, 55°30'00" longitude oeste e altitude média de 200 metros (MACEDO, 1987). A área experimental foi instalada sobre a Unidade de Mapeamento Bexigoso, classificado como Luvisolo Hipocrônico Órtico típico (STRECK et al., 1999). A área experimental encontra-se localizada num agroecossistema caracterizado por uma vegetação original típica de campos naturais que apresentam variações quanto ao aspecto quantitativo. Segundo a classificação de Koeppen-Geiger (MORENO, 1961), o clima dominante da região é mesotérmico, tipo subtropical da classe Cfa, apresentando chuvas mensais distribuídas de maneira desuniforme, porém em anos normais, não há registros da ocorrência de períodos de seca.

Os tratamentos estudados foram: quatro intervalos entre cortes (dois, quatro, seis e oito semanas) e duas alturas de cortes (2 e 5cm acima do nível do solo), arrançados em um delineamento de blocos completos casualizados com parcelas divididas e quatro repetições. Altura de corte e frequência de corte constituiu, respectivamente; parcela principal e subparcela. O experimento ocupou uma área total de 576m², composta por quatro blocos medindo 144m² (24 x 6m). Cada bloco formado por duas parcelas principais

de 72m² (12 x 6m) divididas em quatro subparcelas de 18m² (6 x 3m), com área útil de 4m².

A área utilizada para o experimento foi estabelecida há 16 meses, sendo a *Adesmia latifolia* (Spreng.) Vog. semeada a lanço na quantidade de 4,0kg ha⁻¹ (VC=100%). As sementes receberam tratamento de superação de dormência, através do método de imersão por cinco minutos, em água aquecida a 60°C (MONTARDO et al., 1998), sendo posteriormente inoculadas e revestidas com calcário tipo Filler. Para inoculação foi utilizado solo proveniente da área de multiplicação das sementes, onde as plantas matrizes apresentavam raízes bem noduladas.

O solo foi preparado com uma passada de enxada rotativa e adubado com 160kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de super fosfato triplo e 60kg ha⁻¹ de K₂O na forma de cloreto de potássio, de acordo com a análise, realizada pelo Laboratório de Solos da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas.

No início do período experimental, em 9 de setembro de 1998, foi realizado um corte de limpeza e uniformização deixando um resíduo de 6,0cm. Nessa oportunidade a área foi adubada a lanço, de acordo com uma nova análise do solo, efetuada no mesmo laboratório. Foram utilizados 22,5kg ha⁻¹ de N, na forma de uréia, 90kg ha⁻¹ de P₂O₅, na forma de super fosfato triplo e 90kg ha⁻¹ de K₂O, na forma de cloreto de potássio.

Os cortes foram realizados com uma segadeira tipo Jary. O primeiro corte foi realizado duas semanas após a limpeza e uniformização da

vegetação e adubação da área (9 de novembro). As datas dos cortes encontram-se na Tabela 1. O material verde colhido no campo, devidamente identificado, foi acondicionado em sacos plásticos e conservado em geladeira, para posterior separação botânica. Os componentes estudados foram *Adesmia latifolia* e espécies nativas. Após a separação, realizou-se a pesagem da matéria verde com posterior secagem em estufa de ar forçado à 72°C até atingir peso constante, quando se procedeu a uma nova pesagem para determinação da matéria seca, que foi expressa em kg ha⁻¹.

Tabela 1. Frequência, datas e totais de cortes realizados em *Adesmia latifolia*, nos anos de 1998 e 1999, (EMBRAPA - Pecuária Sul), Bagé, RS, 2002.

Frequência de Corte			
<u>2 semanas</u>	<u>4 semanas</u>	<u>6 semanas</u>	<u>8 semanas</u>
24/08/1998			
08/10/1998	08/10/1998		
22/10/1998		22/10/1998	
05/11/1998	05/11/1998		05/11/1998
19/11/1998		19/11/1998	
10/12/1998	10/12/1998		
26/08/1999			
09/09/1999	09//09/1999		
27/09/1999		27/09/1999	
11/10/1999	11/10/1999		11/10/1999
25/10/1999		25/10/1999	
12/11/1999	12/11/1999		
Totais 12	6	4	2

Os tratamentos foram avaliados através da análise da variância, sendo as médias comparadas através do teste de Duncan ao nível de 5% de

probabilidade, bem como realizada a análise de regressão para os fatores quantitativos. A análise estatística foi realizada pelo Sistema de Análise Estatística - SANEST (ZONTA e MACHADO, 1984).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A resposta às diferentes frequências de corte foi significativa ($p < 0,004$) ao modelo de regressão quadrática (Figura 1).

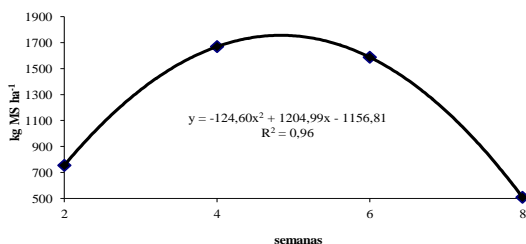


Figura 1. Produção total média por ano de matéria seca (kg ha^{-1}) de *Adesmia latifolia* em função das frequências de cortes (semanas), (EMBRAPA - Pecuária Sul), Bagé, RS, 2002.

Segundo Bellaver et al. (1998) a *Adesmia* apresenta hábito de crescimento estolonífero o que lhe confere maior proteção das gemas e rápida recuperação após a desfolha. Os sucessivos desfolhamentos propiciaram um melhor aproveitamento da energia solar através de um

melhor índice de área foliar resultando em uma maior taxa de formação e renovação de folhas, concordando com Jacques (1990) e Greub e Wedin, 1971 citado por Silva (1994). Esse fato associa-se as afirmativas de Harper (1977) de que as folhas atuam num nível de eficiência mais baixa em relação ao seu potencial e que ao serem estimuladas pela desfolhação aumentam a eficiência fotossintética. De acordo com o mesmo autor, cortes regulares e contínuos estimulam o crescimento de brotos dormentes e a planta continuamente se renova ao invés de acumular grande massa de tecidos envelhecidos.

A produção de matéria seca média por corte, por ano, considerando todas as frequências, em 1998 foi 375kg e em 1999 foi 288kg, ou seja, cerca de 30% superior a obtida em 1999.

Esta maior produção de matéria seca no ano de 1998 pode estar relacionada com as condições climáticas, pois naquele ano houve maior precipitação associada a menos horas de frio e menor incidência de geadas (Tabelas 2 e 3).

Tabela 2. Número de horas de frio (temperatura iguais ou inferiores a 7,2°C) ocorridas na estação agrometeorológica do Centro de Ciências Rurais, Curso de Agronomia da URCAMP, referentes ao período do experimento.

Ano	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro
1998	84	60	74	13	0	0	0
1999	112	136	90	20	28	0	0

Tabela 3. Valores mensais de precipitação e geadas ocorridas na estação agrometeorológica do Centro de Ciências Rurais, Curso de Agronomia da URCAMP, referentes ao período do experimento.

Ano	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro
1998 (precipitação/mm)	297	114	185,5	128	77	105	174
1999 (precipitação/mm)	120,5	48	42,5	101,5	139	45,5	31,5
1998 (geadas)	4	6	2	3	0	0	0
1999 (geadas)	7	7	4	0	0	0	0

As médias das alturas de corte apresentaram diferenças significativa sendo a altura de 2,0cm a mais produtiva, o que foi demonstrado pelas comparações das médias pelo teste de Duncan ($p < 0,05$) nas frequências de duas e seis semanas.

Os efeitos das diferentes frequências de corte ajustaram-se ao modelo quadrático ($p < 0,042$) conforme se pode observar na Figura 2.

Analisadas as duas alturas de corte através da regressão polinomial verifica-se que a altura de corte de 2cm não foi significativa enquanto a altura de corte de 5cm apresentou efeito significativo ajustando sua resposta ao modelo quadrático ($p < 0,064$), conforme Tabela 4.

A interação entre frequência e altura de corte se expressa dentro de limites determinados pelas características das espécies. No caso de *Adesmia latifolia*, observou-se que um resíduo de 2cm produziu mais forragem que 5cm (Tabela 5) e que os valores de rendimento atingem o pontos máximos próximos a frequência de cortes de 6 semanas. Observou-se um incremento

de 48% na produção de matéria seca da frequência de 2 para 4 semanas, enquanto com a altura de resíduo de 5cm o incremento foi de 356%, ou seja cerca de 7,4 vezes. Na frequência de 4 semanas, não se verificou diferença significativa entre as duas alturas de resíduo. Com 6 semanas de intervalo entre os cortes, volta-se a observar diferença entre as alturas com superioridade para a de 2cm de cerca de 25%. A partir deste ponto verifica-se uma acentuada redução na produção de matéria seca com cerca de 57% na altura de 2cm e de 63% para a altura de 5cm. Estas respostas estão associadas ao porte e hábito de crescimento da *Adesmia*, indicando que intervalos entre cortes acima de 6 semanas comprometem a produção de matéria seca de maneira drástica. Por outro lado, as repostas obtidas também indicam que a persistência da *Adesmia* está associada a manejo que preservem com mais importância a frequência de corte que a altura de corte, o que certamente favorecerá a planta em todas as fases de seu ciclo inclusive sua ressemeadura.

Essas respostas discordam parcialmente dos resultados obtidos por Dutra (1999) que obteve respostas crescentes com aumentos dos intervalos de diferimento.

A interação significativa ($p < 0,02$) entre ano e frequência de corte indica a influência do ambiente na resposta produtiva da espécie.

A produção de matéria seca de outras espécies, que expressaram a resposta do campo nativo, não apresentou efeito significativo dos tratamentos. Deve-se considerar que tais respostas estão relacionadas com o

período experimental que teve a duração de três meses por ano, coincidindo com a primavera, estação esta que concentra a produção da *Adesmia latifolia*, onde foram realizados os seis cortes em cada ano.

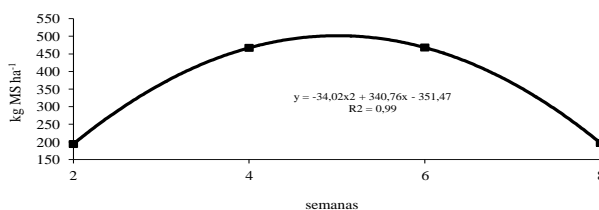


Figura 2. Produção média por corte de matéria seca (kg ha⁻¹) de *Adesmia latifolia* em função das frequências de cortes (semanas), nos anos de 1998 e 1999, (EMBRAPA - Pecuária Sul), Bagé, RS, 2002.

Tabela 4. Análise de variância da produtividade de matéria seca de *Adesmia latifolia*, regressão polinomial para os níveis de frequência dentro de 5cm do fator altura.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Valor F	Resultado
Linear	1	2772,01	2772,01	0,02	ns
Quadrática	1	842134,32	842134,32	8,02	p<0,064
Cúbica	1	23439,51	23439,51	0,22	ns
Resíduo	3	314885,06	104961,68		

A interação significativa (p<0,02) entre ano e frequência de corte indica a influência do ambiente na resposta produtiva da espécie.

A produção de matéria seca de outras espécies, que expressaram a resposta do campo nativo, não apresentou efeito significativo dos

tratamentos. Deve-se considerar que tais respostas estão relacionadas com o período experimental que teve a duração de três meses por ano, coincidindo com a primavera, estação esta que concentra a produção da *Adesmia latifolia*, onde foram realizados os seis cortes em cada ano.

Tabela 5. Produção de matéria seca de *Adesmia latifolia* (kg ha⁻¹), em função da interação frequências de cortes (semanas) e alturas de cortes (cm), nos anos de 1998 e 1999 (EMBRAPA - Pecuária Sul), Bagé, RS, 2002.

Alturas de cortes (cm)	Frequências de cortes (semanas)				Médias
	2	4	6	8	
2	287,4 a	425,4 a	532,5 a	230,5 a	368,9 a
5	107,3 b	488,5 a	424,2 b	156,5 a	294,1 b

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Duncan ($p < 0,05$).

Também deve ser considerado que tal resposta indica que os possíveis efeitos da *Adesmia* sobre o rendimento do campo nativo conforme os dados obtidos por Dutra (1999) deve ter ocorrido, mas de maneira uniforme e sem sofrer diferenças entre os impactos dos tratamentos de frequências e altura de cortes. Analisando de outra forma, verifica-se que independentemente da biomassa formada pela *Adesmia*, os aspectos positivos de sua presença no campo especialmente no que tange a fixação de nitrogênio ocorreu de modo semelhante entre os tratamentos, visto pela resposta da produção da matéria seca do campo nativo (Tabela 6).

Tabela 6. Produção total média de matéria seca obtido da soma das frações campo nativo e *Adesmia latifolia* em função da interação anos e frequências de cortes (EMBRAPA - Pecuária Sul), Bagé, RS, 2002.

Ano	Frequências de cortes (semanas)				Médias
	-----kg ha ⁻¹ -----				
	2	4	6	8	
1998	2958,55Aa	2997,95Aa	3554,17Ba	3518,52Aa	3257,29
1999	1896,54Bc	3040,86Ab	4743,97Aa	2230,67Bc	2978,01
Médias	2427,54	3019,40	4149,07	2874,59	

Letras maiúsculas indicam comparações dentro da coluna

Letras minúsculas indicam comparações dentro da linha

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Duncan (p<0,05).

A curva de produção do campo nativo no município de Bagé determinada por Salomoni (1994) identifica um pico máximo de produção de forragem nos meses de janeiro, fevereiro e março assim como um período crítico no período de junho a setembro. Na mesma região, em campo nativo, Barcelos et al. (1987) destacaram o baixo ganho de peso de animais durante o inverno (final de maio até final de setembro) por um período de 11 anos, e concluíram que no verão (final de setembro até final de maio) o maior ganho de peso coincidiu com o maior crescimento das espécies do campo nativo. Resultados semelhantes também foram encontrados por Moojen (1991); Berreta e Bemhaja (1991); Corrêa e Maraschin (1994).

CONCLUSÕES

A frequência de corte é determinante na expressão da produção de matéria seca de *Adesmia latifolia*, sendo os intervalos de cortes de 4 e 6 semanas onde se obtém as máximas respostas.

A altura de corte de 2cm determina o maior rendimento total de matéria seca, independentemente das frequência de cortes.

A produção de matéria seca obtida na frequência de cortes de quatro semanas independe da altura de corte.

REFERÊNCIAS

ALLEN, O. N.; ALLEN, E. K. **The leguminosae**: A source book off characteristics, uses and nodulation. The University of Wisconsin Press. 1981. p. 19-20.

BARCELOS, A. de O.; VILELA, L. Leguminosas forrageiras tropicais: estado de arte e perspectivas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FORRAGICULTURA. 1994, Maringá, PR. **Anais...** Maringá: Ed. UEM, 1994. p.1-56.

BARCELOS, J. M.; SEVERO, H. C.; ACEVEDO, A. S. MACEDO, W. Influência da adubação e sistemas de pastejo na produção de pastagens naturais. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA Centro Nacional de Pesquisa de Ovinos, Bagé, RS. **Coletânea das Pesquisas Forrageiras**, Bagé, 1987. v.1, p.11-16.

BARRETO, I. L.; BOLDRINI, I. I. Aspectos físicos, vegetação e problemática das regiões do Litoral, Depressão Central, Missões e Planalto do Rio Grande do Sul, Brasil. In: PUIGNAU, J. P. (Ed.). **Introduccion, conservacion y evaluacion de germoplasma forrajero en el Cone Sur**. Montevideo: IICA – PROCISUR 1990, p.281-294.

BARRETO, I. L.; KAPPEL, A. Principais gramíneas e leguminosas das pastagens naturais do Rio Grande do Sul. In: Congresso Nacional da Sociedade Botânica do Brasil. **Anais...**, Porto Alegre, RS. 1964. p.281-294.

BELLAVER, J. F.; FÃO, V. M.; VOSS, M. Análise de crescimento em estágio inicial de desenvolvimento de espécies do gênero *Adesmia* DC. In: REUNIÃO DO GRUPO TÉCNICO EM FORRAGEIRAS DO CONE SUL - ZONA CAMPOS, 17., 1998, Lages, SC. **Anais...** [Lages]: EPAGRI/UEDESC, 1998. p.100.

BEN, J. R.; LODI, B.; SCHEFFER-BASSO, S. M. Resposta de leguminosas nativas (*Adesmia*) ao aumento de disponibilidade de fósforo no solo. In: REUNIÃO DO CORPO TÉCNICO EM FORRAGEIRAS DO CONE SUL - ZONA CAMPOS, 17, 1998, Lages, SC. **Anais...** [Lages]: EPAGRI/UEDESC, 1998. p.89.

BERRETA, E. J.; BEMHAJA, M. 1991. Produccion de Pasturas Naturales en el Basalto. B. Produccion estacional de forraje de tres comunidades nativas sobre suelo de basalto. In: Pasturas y Produccion Animal en Areas de Ganaderia Extensiva. INIA. **Série Técnica**, n.13, 1991. p.19-21.

BLASER, R. E. Integred pasture and animal management. **Tropical Grasslands**, Melbourne, v. 16, n. 1, p. 9-24, 1982.

BURKART, A. Leguminosae. In: **Flora de la Provincia de Buenos Aires**. v. 4, n. 3. 1967. p.467-484.

BURTON, G. W.; WILKINSON, W. S.; CARTER, R. L. Effect of nitrogen phosphorus and potassium levels and clipping frequency on the forage yield and protein, carotene, and xanthophyll content of coastal bermudas grass. **Agronomy Journal**, Madison, v.61, 1969. p.60-3.

CARÁMBULA, M. **Pasturas Naturales Mejoradas**. Uruguai: Ed. Hemisferio Sur, s.d. 554p.

CORREA, F. L.; MARASCHIN, G. E. Crescimento e desaparecimento de uma pastagem nativa sob diferentes níveis de oferta de forragem. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.29, n.10, p.1617-23, 1994.

DALL'AGNOL, M.; GOMES, K. E. Qualidade de forragens de acessos do gênero *Adesmia*. Reunião anual da SBZ, XXXI, **Anais...** Maringá. 1994. p. 653.

DAVIDSON, J. L.; MILTHORPE, F. L. Carbohydrate reserves in the regrowth of cooksfoot (*Dactylis glomerata* L.). **J. British Grassed Soc.**, 20(1):15-8, 1965.

DUTRA, G. M.; MAIA, M. S.; OLIVEIRA, J. C. P. Efeito de época e densidade de semeadura na produção de matéria seca de *Adesmia latifolia* no ano de estabelecimento. In: REUNIÃO DO CORPO TÉCNICO EM FORRAGEIRAS DO CONE SUL – ZONA CAMPOS, 17., 1998, Lages, SC. **Anais...** [Lages]: EPAGRI/UEDESC, 1998a. p.123.

DUTRA, G. M.; SERPA, M. R.; D'ARCO, E. Efeito da adubação fosfatada no desenvolvimento inicial de *Adesmia latifolia*. In: REUNIÃO DO CORPO TÉCNICO EM FORRAGEIRAS DO CONE SUL – ZONA CAMPOS, 17., 1998, Lages, SC. **Anais...** [Lages]: EPAGRI/UEDESC, 1998b. p.123.

DUTRA, G. M. Época, densidade de semeadura, e período de corte sobre a produção e qualidade de *Adesmia latifolia* (Spreng.) Vog., e a sua relação

com o campo nativo. Pelotas, 1999. 61f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, UFPel, 1999.

GARDNER, A. L. Técnicas de pesquisa em pastagens e aplicabilidade de resultados em sistemas de produção. Brasília, IICA/EMBRAPA – CNPGL, 1986. 197p.

GONÇALVES, M. B. F. Avaliação do valor nutritivo de quatro fenos produzidos em condições de fazenda no estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, 1977. 114p. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Fitotecnia). Faculdade de Agronomia, UFRGS, 1977.

HARPER, J. L. Population Biology of Plant. London: Academic Press, 1977. 891p.

HOPKINS, A.; MARTYN, T. M.; JOHNSON, R. H.; et al. Forage production by two *Lotus* species as influenced by companion grass species. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.51, n.4, p.343-349, 1996.

JACQUES, A. V. A. Fisiologia do crescimento do capim-elefante. In: SIMPÓSIO SOBRE CAPIM-ELEFANTE. 1990, Juiz de Fora, MG. **Anais...** Juiz de Fora: EMBRAPA/CNPGL, 1990. p.23-34.

LANGER, R. H. M. Las pasturas y sus plantas. Uruguay: Ed. Hemisferio Sur, s. d. 513p.

MACEDO, W. Levantamento de reconhecimento dos solos do município de Bagé, RS. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA Centro Nacional de Pesquisa de Ovinos, Bagé, RS. **Coletânea das Pesquisas Forrageiras**, Bagé. v.1, p.285-338. 1987.

MINSON, D. J.; MILFORD, R. The voluntary intake and digestibility of diets containing different proportion of legumes and mature pangola grass

(*Digitaria decumbens*). **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**. v.7, p.546-51. 1967.

MIOTTO, S. T. S. **O gênero *Adesmia* DC. (Leguminosae - Faboideae) no Brasil**. Campinas, SP, Tese (Doutorado em Ciências). 1991. 307p.

MIOTTO, S. T. S.; LEITÃO FILHO, H. F. *Leguminosae-Faboideae – Gênero Adesmia DC. Boletim do Instituto de Biociências*, Porto Alegre, n. 53, p.1-157, 1993.

MIRANDA, M. **Efeito do manejo de corte e doses de nitrogênio no rendimento de matéria seca e proteína bruta do capim pangola em extreme ou consorciado com cornichão**. Porto Alegre, RS. 1991. 68p. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Fitotecnia). Faculdade de Agronomia, UFRGS. 1991.

MOOJEN, E. L. **Dinâmica e potencial produtivo de uma pastagem nativa do Rio Grande do Sul submetido a pressões de pastejo, épocas de diferimento e níveis de produção**. Porto Alegre, RS. 1991.172p. Tese (Doutorado em Agronomia - Fitotecnia). Faculdade de Agronomia, UFRGS, 1991.

MONTARDO, D.; CRUZ, F. P.; CAETANO, J. H. S. et al. **Superação da dormência de sementes de espécies de *Adesmia* DC**. In: REUNIÃO DO GRUPO TÉCNICO EM FORRAGEIRAS DO CONES SUL – ZONA CAMPOS, 17., 1998, Lages, SC. **Anais...** [Lages]: EPAGRI/UEDESC, 1998. p.104.

MORENO, A. de. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 41p.

MUÑOZ, C. P.; SUAREZ, F. J. **Possibilidades forrajeras del genero *Adesmia* en Chile**. **Agricultura técnica**. 1945. p.95-97.

OLIVEIRA, J. C. P.; PERES, P.; OLIVEIRA, M. T. Melhoramento da pastagem nativa. **Zero Hora**, Caderno Campo e Lavoura, Porto Alegre, 1989. p.2

PARISH, R.; TURKINGTON, R.; KLEIN, E. The influence of mowing, fertilization and plant removal on the botanical composition of an artificial sward. **Canadian Journal of Botany**, v.68, p.1080-1085, 1989.

PETERSON, M. L; HAGAN, R. M. Production and quality of irrigated pasture mixtures as influenced by clipping frequency. **Agronomy Journal**, Madison, v.45, p.283-87. 1953.

PETRITZ, D. C.; LECHTENBERG, V. L.; SMITH, W. H. Performance and economics return of beef cows and calves grazing grass-legume herbage. **Agronomy Journal**, Madison, v. 72, n. 4, p.581-584, 1980.

QUADROS, L. F. F. de; MARASCHIN, G. E. Desempenho animal em misturas de espécies forrageiras de estação fria. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 5, p.535-541, 1987.

RITTER, W.; SORRENSON, W. J. **Produção de bovinos no Planalto de Santa Catarina, Brasil** – situação atual e perspectivas. Eschborn: GTZ, 1985. 172p.

ROSENGURT, B. La estructura y el pastoreo de las praderas en la region de palleros. In: **Estudos sobre praderas naturales del Uruguay - 3ª contribucion**. Montevideo 1943. p.201.

ROSENGURT, B. Gramineas y leguminosas de Juan Jackson – Comportamiento en el campo y en cultivo. In: ESTUDOS SOBRE PRADERAS NATURALES DEL URUGUAY – 5ª Contribución. Montevideo: Inpremta Rosgal, 1946. p.215-346.

SALOMONI, E. Idade e peso à puberdade em fêmeas de corte puras e cruzada em campo natural. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.23, n.10, p.117-19. 1988.

SCHEFFER-BASSO, S. M. **Caracterização morfofisiológica e fixação biológica de nitrogênio de espécies de *Adesmia* DC. e *Lotus* L.** 1999. 276f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, UFRGS, Porto Alegre, RS. 1999.

SCHEFFER-BASSO, S. M.; JACQUES, V. A.; RIBOLDI, J.; CASTRO, S. Qualidade da forragem em espécies de *Adesmia* DC. e *Lotus* L. I – Proteína bruta e digestibilidade “in vitro” de matéria orgânica In: REUNIÃO DO CORPO TÉCNICO EM FORRAGEIRAS DO CONE SUL – ZONA CAMPOS, 17., 1998, Lages, SC. **Anais...** [Lages]: EPAGRI/UDESC, 1998. p.116-117.

SILVA, E. M. **Potencial produtivo de *Macroptilium lathyroides* (L.) Urb. submetido a diferentes regimes de cortes.** Pelotas, 1994. 79f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, UFPel, 1994.

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; KLAMT, E. Atualização da classificação taxonômica das unidades de mapeamento do levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul. **Informativo da EMATER/RS**, Porto Alegre, v.16, n.9, 28 jul. 1999. 5p.

TEDESCO, S. B.; DALL’AGNOL, M.; SCHIFINO-WITTMANN, M. T. Observações sobre o modo de reprodução em *Adesmia latifolia* Spreng. Vog. (*Leguminosae*). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 28, p.141-142, 1998.

VALLS, J. F. M. **Notas sobre taxonomia, disponibilidade de germoplasma e problemas para utilização forrageira de *Adesmia* spp. no Sul do Brasil.** 1984 (Não publicado). 11p.

VINCENZI, M. L. Fatores essenciais para o sucesso da sobressemeadura de espécies de inverno em campos naturais e naturalizados. In: REUNIÃO DO GRUPO TÉCNICO EM FORRAGEIRAS DO CONE SUL - ZONA CAMPOS, 17., 1998, Lages, SC. **Anais...** Lages: Epagri/UDESC, 1998. p.29-37.

WHITE, L. M. Carbohidrate reserves of grasses. **Review. J. Range manage.** 26:13-18, 1973.

ZONTA, E.; MACHADO, A. A. **Sistema de análise estatística para microcomputadores (SANEST)**. Pelotas: UFPEL, 1984.

EFEITO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE CITRUS NA POPULAÇÃO DE ÁCAROS

Wagner P. de Oliveira¹; Luiz A. N. Sá²; Aline H. N. Maia²; Regina T. R. Monteiro³

¹ Biólogo, doutorando ESALQ/CENA e-mail: wpo_ie@yahoo.co.uk; ² Pesquisador A, CNPMA/Embrapa, Jaguariúna/SP; ³ Prof. Dr. CENA/USP, Piracicaba/SP, Brasil

RESUMO: Testes permutacionais foram utilizados com o objetivo de comparar a densidade populacional dos ácaros de importância econômica, representados pelas espécies *Brevipalpus phoenicis* Geijskes (Acari: Tenuipalpidae) e *Phyllocoptruta oleivora* Ashmead (Acari: Eriophyidae), assim como a principal família de ácaros predadores, Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata), nos sistemas de produção em citrus: Manejo integrado, Convencional e Orgânica. Os resultados mostraram que no SPO, *P. oleivora* apresentou densidade populacional superior ao SPC, e evidências de superioridade ao MIP e, *B. phoenicis* apresentou densidade superior no SPO em comparação aos outros sistemas, ocorrendo o mesmo na família Phytoseiidae. Na comparação entre o SPC e SPI, os sistemas não apresentaram diferenças significativas na densidade populacional de *P. oleivora*, *B. phoenicis* e Phytoseiidae. Foi concluído que a densidade populacional dos ácaros estudados são superiores no SPO em relação aos SPC e MIP e, esses dois não diferem entre si. O SPI exigiu 42% menor de frequência de intervenções químicas que o Convencional. Palavras-chave: *Brevipalpus phoenicis*, *Phyllocoptruta oleivora*, Phytoseiidae

EFFECT OF PRODUCTION SYSTEMS ON THE POPULATION DENSITY OF MITES IN CITRUS

ABSTRACT: The population density of mites of economic importance species *Brevipalpus phoenicis* Geijskes (Acari: Tenuipalpidae) and *Phyllocoptruta oleivora* Ashmead (Acari: Eriophyidae), as well as the main family of predatory mites, Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata), was compared with the production systems in citrus: Conventional, Integrated and Organic using permutation tests. The results showed that in OPS, *P. oleivora* presented upper population density to conventional production system., and some superiority evidence to integrated production system, while *B. phoenicis* presented upper density upper to the other systems. In the family Phytoseiidae, the superiority of OPS system was also significant in relation to CPS and IPM. In comparison between CPS and IPM, the production systems did not present significant differences in the population density of *P. oleivora*, *B. phoenicis* and Phytoseiidae. The population density of the studied mites are upper in OPS in relation to the CPS and IPM, while those do not differ amongst themselves.

INTRODUÇÃO

Entre as pragas que ocorrem na citricultura, *Brevipalpus phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae) e *Phyllocoptruta oleivora* (Acari: Eriophyidae) contribuem para o aumento do custo de produção.

O sistema de produção integrada (SPI) difere do orgânico no que diz respeito à utilização de agroquímicos sintéticos. Difere do sistema convencional, na utilização de cadernetas de campo, para registrar as operações e os produtos que foram utilizados na cultura, proporcionando rastreabilidade e racionalização de uso de agrotóxicos (BENET, 2006).

A seletividade nos programas de SPI é um conceito importante no momento da escolha do defensivo a fim de preservar os inimigos naturais (YAMAMOTO e BASSANEZI, 2003). Dentre os inimigos naturais dos ácaros fitófagos, os ácaros predadores da família Phytoseiidae são considerados os mais importantes, apresentando mais de 2.250 espécies descritas mundialmente (MORAES et al. 2004; CHANT e McMURTRY, 2007). Muitos fitoseídeos são usados como agentes de controle biológico em vários ecossistemas agrícolas e são importantes em SPI, Yaninek e Moraes (1991), relataram fitoseídeos, em citrus, nativos do Brasil, como predadores de ácaros fitófagos, da família Tetranychidae e de diferentes outras (MARQUES e MORAES, 1991).

O objetivo deste estudo foi de avaliar o efeito do tipo de sistema de produção, Convencional (SPC), Integrada (SPI) e Orgânica (SPO), sobre a densidade de ácaros-praga e predadores.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram conduzidos em três propriedades nos municípios de Aguaí e Mogi-Guaçu, SP, Brasil. O clima, tipo Cwa, mesotérmico, verão quente e úmido, inverno frio e seco (SETZER, 1966), precipitação e temperatura média anual 1436mm e 21°C. Cada fazenda representou um dos sistemas de produção (Figura1): SPC situado a 22° 5' 31,46" S de latitude, 47° 5' 36,16" O de longitude; SPI 22° 13' 3,85" S latitude, 47° 10' 44,96" O longitude e SPO 22° 4' 31,08" S latitude, 47° 2' 19,15" O longitude, todos ao redor de 630m de altitude.

Os três sistemas foram estudados em pomares de laranja *Citrus sinensis* (Osbeck), variedade copa Valência e porta-enxerto limão cravo, com 12 anos de idade. Em cada sistema, foram amostradas, aleatoriamente dez plantas, quinzenalmente, amostrando 12 folhas no terço médio, na parte interna da planta. O estudo foi iniciado em 28 de abril de 2003 com término em 09 de novembro de 2004. As datas de coleta e outros detalhes podem ser acessados em Oliveira (2007).

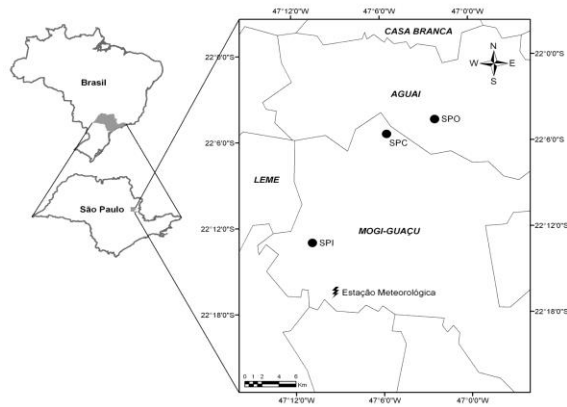


Figura 1. Localização geográfica da área com a demarcação dos sistemas de produção avaliados e a localização da Estação Meteorológica no Município de Mogi-Guaçu/SP

Triagem dos ácaros - No laboratório, as amostras das folhas foram colocadas em álcool etílico 70%, permanecendo imersas por 5 min. Então, cada uma foi agitada para desprendimento dos ácaros, e antes do descarte das folhas foram observadas em lupa para certificar se houve total desprendimento dos organismos. Passou-se a suspensão por peneira de alumínio com abertura de malha de 0,025mm, e com o auxílio de uma pisseta, a peneira foi lavada e o material retido transferido para frasco de vidro tipo âmbar com capacidade de 70mL.

A triagem de cada amostra foi realizada em placa de Petri de 5,5cm de diâmetro e com o auxílio de microscópio estereoscópico (20X) e pincel, os ácaros foram coletados para montagem em lâminas.

Montagem e identificação dos ácaros - Os ácaros, com exceção dos eriofiídeos, foram preparados em lâminas pela técnica de Flechtmann (1989). Para os eriofiídeos, os ácaros foram colocados em lâmina, em meio Berlese modificado (AMRINE e MANSON, 1996). Foram observadas ao microscópio óptico (até 1.000X) de contraste de fases para identificação taxonômica. Espécimes representativos foram depositados na coleção de referência do “Museu de Espécies Voucher” do Laboratório de Quarentena “Costa Lima” do CNPMA/Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, São Paulo, Brasil.

Análise Estatística - Foram utilizados, testes permutacionais que consideram as prováveis correlações entre densidades na mesma planta e não requerem suposição sobre a distribuição de probabilidade da variável analisada (MANLY, 1991). Utilizou-se o Proc PLAN (SAS INSTITUTE, 1989).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As distribuições empíricas do número de diferenças positivas entre a densidade populacional dos ácaros fitófagos *B. phoenicis* e *P. oleivora*, e dos ácaros predadores da família Phytoseiidae nos sistemas comparados (SPC, SPI e SPO), em cada data (ndifpos), e os respectivos níveis de significância nominais (valores p) associados aos testes permutacionais (PMT), estão representados na Figura 2. Quanto menor a magnitude do

valor p maior a evidência de efeito do sistema de produção sobre a densidade dos ácaros. A magnitude das evidências, quantificada pelo valor p , é afetada pelo valor observado do ndifpos e pela variabilidade do número de ácaros entre plantas do mesmo sistema (variabilidade interna). Essa variabilidade influencia a forma das distribuições de referência utilizadas para testar hipóteses sobre a diferença entre sistemas.

No SPO, *P. oleivora* apresentou densidade superior ao SPC em 34 dos 41 ndifpos (Figura 2, teste PMT, $p=0,021$), e alguma evidência de superioridade ao SPI (teste PMT, $p=0,167$), enquanto que *B. phoenicis* apresentou densidade populacional consistentemente superior aos outros sistemas (teste PMT, $p<0,001$). Na família Phytoseiidae, a superioridade do SPO também foi significativa (teste PMT, $p=0,046$) em relação ao SPC e evidente (teste PMT, $p=0,007$) à SPI. No entanto, na comparação entre SPC e SPI, o efeito do sistema na densidade populacional dos ácaros não apresentou diferença nos fitoseídeos (teste PMT, $p=0,545$), *P. oleivora* (teste PMT, $p=0,728$) e *B. phoenicis* (teste PMT, $p=0,305$). Apesar de *B. phoenicis* ter apresentado no SPC 10 ndifpos de 11 possíveis, uma vez que nas demais coletas (30) o ndifpos entre os sistemas foi igual à zero, a magnitude da evidência foi baixa em consequência da alta dispersão da distribuição de referência, devido à alta variabilidade interna.

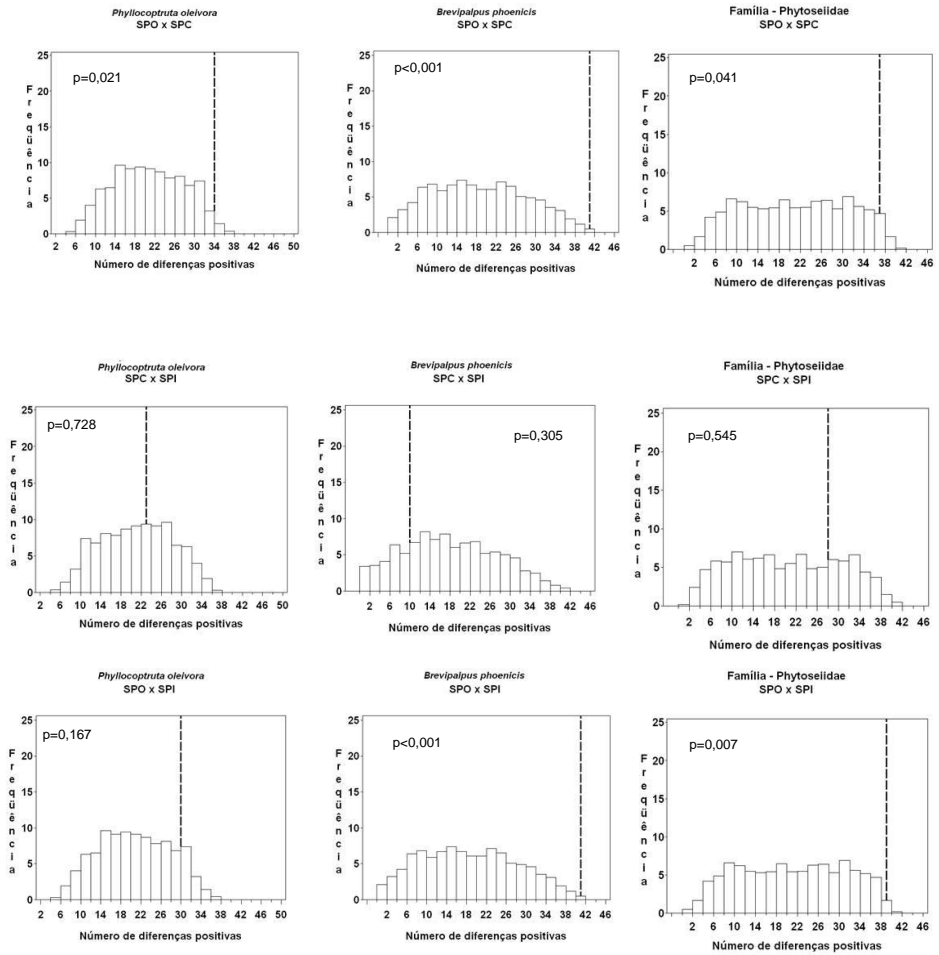


Figura 2. Distribuições de referência empíricas do ndifpos para o contraste entre densidades nos Sistemas de Produção das espécies *P. oleivora*, *B. phoenicis* e da família Phytoseiidae. A linha vertical pontilhada corresponde ao valor observado de ndifpos (ndifpos*).

Quanto à distribuição da densidade populacional de *P. oleivora*, *B. phoenicis* e fitoseídeos, o SPO apresentou superioridade em relação ao SPC e SPI ao longo do estudo (Figuras 3, 4 e 6).

A distribuição da densidade populacional de *P. oleivora* ao longo do tempo nos três sistemas de produção (Figura 3) mostrou que SPO apresentou superioridade aos SPC e SPI, sendo que para SPI a densidade de *P. oleivora* superou a do SPO, com evidência, apenas na primeira quinzena de setembro/04. Esse resultado possivelmente se aplica devido ao período de aproximadamente cinco meses em que o SPI não recebeu aplicações de defensivo. Desta forma, levando-se em consideração apenas a interação predador/presa, entende-se que o controle biológico natural contribui na regulação da densidade populacional de *P. oleivora* no SPO. Provavelmente isso se deve ao fato de que no SPI também utiliza defensivos para o controle de pragas, e a população de inimigos naturais, se apresentou com uma densidade que inviabilizou o controle do aumento populacional de *P. oleivora*.

Essa discrepância sazonal na densidade de *P. oleivora* em SPI justifica o fato desse sistema ter apresentado uma abundância significativamente superior a SPC, com uma população de 12.624 ácaros no SPI contra 3.380 no SPC. Contudo, avaliando-se ao longo do tempo a densidade populacional desse acarino, nos dois sistemas (SPC e SPI), observou-se que a sua densidade populacional foi semelhante (Figura 3).

Não obstante o SPC e o SPI utilizarem defensivos para suprimir a população de eriofídeos e o SPO ter apresentado densidade populacional superior, a diferença entre as densidades do SPC e SPI foram baixas em relação à densidade do SPO ao longo do tempo; com exceção dos períodos de junho-julho/03 (baixa precipitação pluvial) e de março-abril/04 (22 mm), os quais são favoráveis ao desenvolvimento de *P. oleivora* (OLIVEIRA et al., 1991). Sendo assim, acredita-se que a presença dos ácaros predadores, os quais se apresentaram em alta densidade populacional no SPO nesses intervalos temporais (Figura 4), não superaram a capacidade inerente do incremento populacional de *P. oleivora* (Figura 3). Essas informações são concordantes com resultados de Sabelis (1996).

Quanto à distribuição da densidade populacional da família Phytoseiidae (Figura 4), os fitoseídeos apresentaram maior abundância ao longo do tempo no SPO em relação aos SPC e MIP. Essa superioridade sugere que esse sistema favoreceu a reprodução destes em virtude do SPO não adotar de defensivos.

Na comparação entre o SPI e o SPC, este último apresentou uma superioridade na diferença entre o NMAF de fitoseídeos, atingindo um pico de 0,5 NMAF em abril/03. Sua superioridade foi registrada nos intervalos sazonais de baixa pluviosidade e temperaturas mais amenas, condições climáticas favoráveis à espécie *Iphiseiodes zuluagai* (SATO et al., 1994; REIS et al., 2000), a qual obteve maior ocorrência no SPC quando comparado ao SPI.

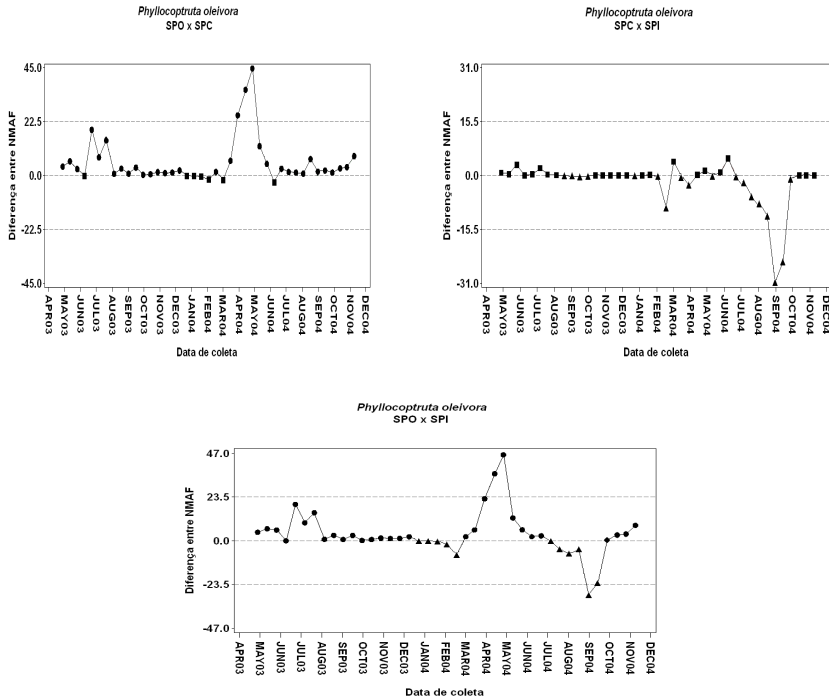


Figura 3. Diferenças observadas entre as densidades de *P.oleivora* nos Sistemas de Produção, Convencional, Integrada e Orgânica.

O intervalo de menor abundância absoluta de fitoseídeos no SPO foi de outubro/03 a fevereiro/04 e novembro/04, coincidente as altas taxas pluviométricas e térmicas (Figura 5), parâmetros meteorológicos esses desfavoráveis ao desenvolvimento da espécie *I. zuluagai*, (SATO et al., 1994; REIS et al., 2000), influenciando dessa forma na densidade populacional de fitoseídeos no SPO, devido a *I. zuluagai* ser a espécie predominante nesse sistema, proporcionando assim com que o SPI e o SPC

apresentassem pontos de superioridade na densidade populacional de fitoseídeos nesses intervalos temporais (Figura 4).

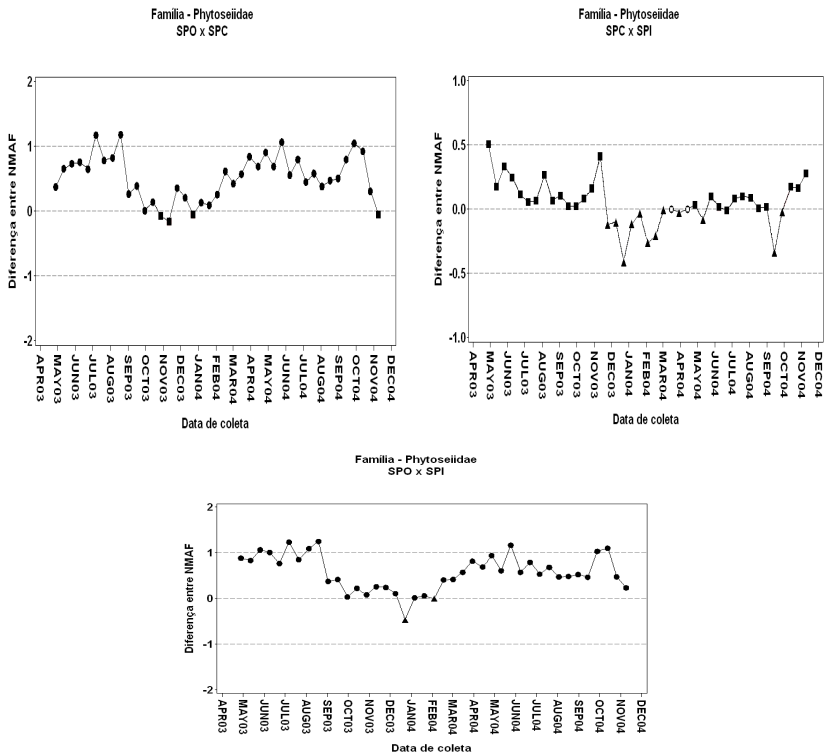


Figura 4. Diferenças observadas entre as densidades de ácaros da Família Phytoseiidae nos Sistemas de Produção, Convencional, Integrada e Orgânica.

Por outro lado, à densidade populacional de *B. phoenicis*, se mostrou praticamente ausente nos SPC e SPI com uma maior ocorrência no SPC (Figura 6). Sua diminuta densidade nesses sistemas se sucedeu devido às intervenções fitossanitárias realizadas nos dois sistemas.

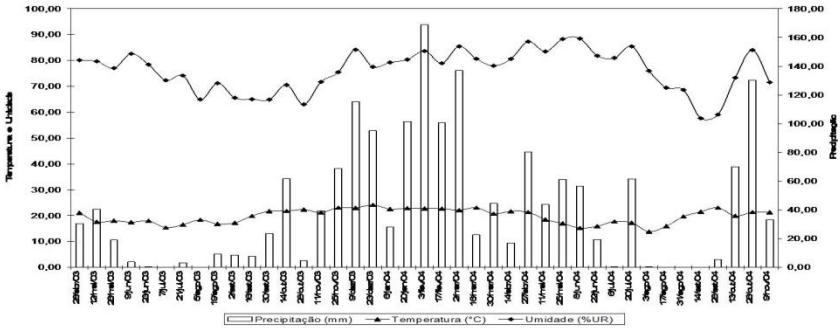


Figura 5. Parâmetros meteorológicos quinzenais de Temperatura média, Precipitação e Umidade Relativa do Ar, no período de 28/04/2003 a 09/11/2004.

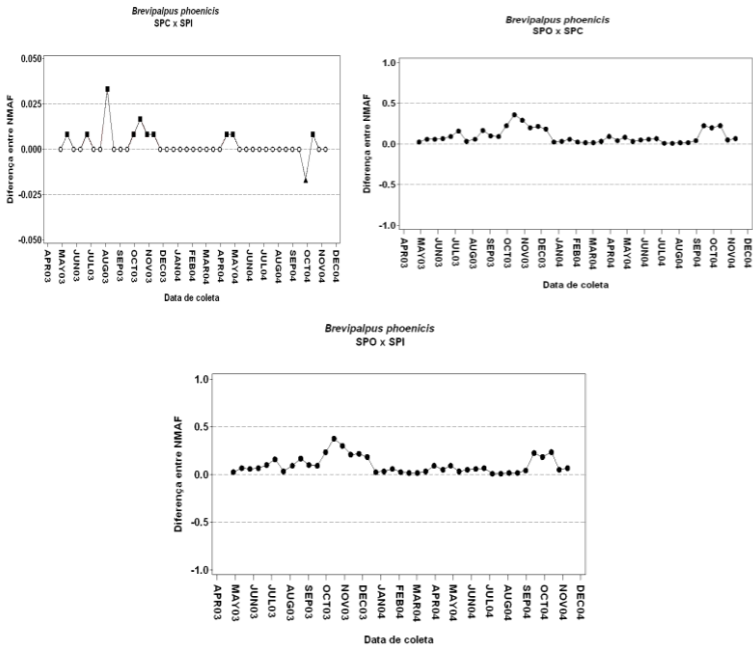


Figura 6. Diferenças observadas entre densidades de ácaros da Família Tenuipalpidae nos sistemas de produção, Convencional, Integrada e Orgânica.

Em contrapartida, no SPO a ocorrência de *B. phoenicis* foi freqüente ao longo de todo o estudo e, substancialmente superior ao SPC e SPI, ainda que em baixa população, atingindo um NMAF de no máximo 0,36 (Figura 6). Sua população no SPO pode ser atribuída ao fato do referido sistema poder apresentar, com maior intensidade, variáveis que favoreceram a sua presença como: isenção de aplicações fitossanitárias e sítios de refúgio, e conseqüentemente de multiplicação, adventos de sintomas da doença verrugose, ainda que de pouca ocorrência no SPO, e de lesões nas folhas oriundos do ataque de *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) (SATO; RAGA, 1998; RODRIGUES; BONATO, 2000; RODRIGUES et al., 2001); assim como a alta incidência da doença leprose do citros, da qual *B. phoenicis* é vetor (RODRIGUES et al., 2001, 2003).

Embora o SPO apresente uma densidade populacional superior aos demais sistemas de produção, quando analisamos a densidade de *P. oleivora* vemos que a mesma se encontra em um nível populacional aceitável. Tendo como premonição, que uma folha cítrica possua 25 cm² de área superficial e, que a máxima densidade populacional observada por *P. oleivora*, em uma única planta, em abril/04, foi de 176 ácaros/folha, o que corresponde cerca de 7 ácaros/cm², pode-se dizer que o acarino se manteve em uma densidade populacional abaixo do nível de dano econômico de 70 a 80 ácaros/cm² adotados por Gravena (1984). Conseqüentemente abaixo do limite de controle de 10% das folhas, ou frutos, com 20 ou mais ácaros/cm², segundo Gravena (2002). Sendo assim pode-se dizer que não obstante ao SPO

desenvolver uma densidade populacional de eriofídeos superior aos demais sistemas, este se manteve em uma densidade populacional abaixo do limite máximo permitido para se gerar dano econômico.

Contudo, ao avaliar o segundo ácaro fitófago de importância econômica (*B. phoenicis*), verificou-se que sua baixa população no SPO foi suficiente para que se disseminasse a doença leprose do citros, da qual *B. phoenicis* é vetor (RODRIGUES et al., 2001, 2003). Portanto, ainda que o SPO consiga manter o acarino em baixa população, não conseguiu remediar a possibilidade de se instalar a doença em pomares, apresentando assim, no presente estudo, ser vulnerável na condução da produção citrícola quanto a disseminação da doença leprose do citros.

Quanto aos SPC e SPI, a densidade populacional dos ácaros não diferiu entre si, e o SPI necessitou de um número de aplicações fitossanitárias inferior ao SPC, onde SPI obteve sete aplicações contra 12 efetuadas pelo SPC, com um indicador de racionalização, da frequência das intervenções químicas, de 41,7% a favor do SPI. Esses valores realçam a importância do Manejo Integrado de Pragas de forma periódica e criteriosa, efetuado pelo SPI, e não contemplado com os mesmos predicativos pelo SPC.

CONCLUSÕES

A densidade populacional dos ácaros fitófagos *P. oleivora* e *B. phoenicis*, e dos predadores da família Phytoseiidae, são superiores no Sistema de Produção Orgânica em relação aos Sistemas de Produção Convencional e Integrada. O sistema de Manejo integrado exigiu 42% menor de frequência de intervenções químicas que o Convencional.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPMA/Embrapa. Ao Dr. Jeferson L. Carvalho Mineiro pelo auxílio na identificação e confirmação dos ácaros predadores. Ao Sr. André G.F.Archangelo pela compilação dos dados. A Orlando Grangelli, Marianne Dobré Fatareli e ao grupo Sete Lagoas S/A que cederam suas propriedades. A CAPES pela concessão da bolsa, para o primeiro autor.

REFERÊNCIAS

AMRINE JR., J. W.; MANSON, D. C. M. Preparation, mounting and descriptive study of eriophyoid mites. In: LINDQUIST, E.E.; SABELIS, M.W.; BRUIN J. (Ed.). Eriophyoid mites: their biology, natural enemies and control. Amsterdam: Elsevier, 1996. p.383-396.

BENET, F. M. Producción integrada de frutales en la Comunidad de Cataluña. Disponível em: <<http://www.eumedia.es/articulos/vr/hortofrut/110frutales.htm>>. Acesso em: 2006.

CHANT, D. A.; McMURTRY, J. A. Illustrated keys and diagnosis for the gener and subgenera of the Phytoseiidae of the world (Acari: Mesostigmata). Indira Publishing House, 220p, 2007.

FLECHTMANN, C. H. W. Ácaros de importância agrícola. 6. ed. São Paulo: Nobel, 1989.

GRAVENA, S. Manejo integrado das pragas dos citros. Laranja, Cordeirópolis, n.5, p.323-362, 1984.

GRAVENA, S. Manual prático de inspeção de pragas dos citros. Jaboticabal: FUNEP, 2002.

MANLY, B. F. J. Randomization and Monte Carlo methods in biology. London: Chapman & Hall, 1991.

MARQUES, E.; MORAES, G. J. Eficiência de ácaros da família Phytoseiidae como predadores de ácaro dos citros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 12, 1991, Recife. Resumos... Recife: SEB, 1991. v.1, p. 29.

McMURTRY, J. A.; CROFT, B. A. Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. Annual Review of Entomology, Palo Alto, v. 42, p. 291-321, 1997.

MORAES, G. J. de; McMURTRY, J. A.; DENMARK, H. A. et al. A revised catalog of the family Phytoseiidae. Zootaxa, n. 434, p.1-494, 2004.

OLIVEIRA, C. A. L.; SALA, I.; SANTOS, J. E. dos. Ácaro da ferrugem dos citros: Resultados de 61 ensaios de campo visando seu controle 1985 – 1990. Jaboticabal: FUNEP, 1991.

OLIVEIRA, W. P. Flutuação e densidade populacional de ácaros (Acari) em três sistemas de produção de citrus Piracicaba, 2007. 143p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiros. Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/91/91131/tde14052007-145657/>.

REIS, P. R.; CHIAVEGATO, L. G.; ALVES, E. B. et al. Ácaros da família Phytoseiidae associados aos citros no município de Lavras, sul de Minas Gerais. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, Londrina, v. 29, p. 95-10, 2000.

RODRIGUES, J. C. V.; BONATO, O. Population dynamics of *Brevipalpus phoenicis* on different citrus varieties in Brazil: I – Influence of citrus leaf miner injuries. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ENTOMOLOGY, 21, 2000, Foz do Iguaçu, PR. Abstracts... Londrina: Embrapa Soja, 2000. v.1, p.16.

RODRIGUES, J. C. V.; CHILDERS, C. C.; KITAJIMA, E. W. et al. Uma estratégia para o controle da leprose dos citros. Laranja, Cordeirópolis, v.22, n.2, p. 411-423, 2001.

RODRIGUES, J. C. V.; KITAJIMA, E. W.; CHILDERS, C.C. et al. Citrus leprosis virus vectored by *Brevipalpus phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae) on citrus in Brazil. Experimental and Applied Acarology, London, v. 30, p. 161-179, 2003.

SABELIS, M. W. Phytoseiidae. In: LINDQUIST, E.E.; SABELIS, M.W.; BRUIN, J. (Ed.). Eriophyids: their biology, natural enemies and control. Amsterdam: Elsevier, 1996. p. 427-456.

SAS INSTITUTE, Inc. SAS/STAT user's Guide, Version 6. 4.ed. Cary, NC: SAS Institute Inc., 1989. v.2, 846p.

SATO, M. E.; RAGA, A. Ácaro da leprose. *O Biológico*, São Paulo, v.60, n.1, p.61-69, jan./jun., 1998.

SATO, M. E.; RAGA, A.; CERÁVOLO, L. C. et al. Ácaros predadores em pomar cítrico de Presidente Prudente, Estado de São Paulo. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, Londrina, v. 23, p. 435-441, 1994.

SETZER, J. Atlas climático e ecológico do Estado de São Paulo. São Paulo: CESP, 1966.

YAMAMOTO, P. T.; BASSANEZI, R. B. Seletividade de produtos fitossanitários aos inimigos naturais de pragas dos citros. *Laranja*, Cordeirópolis, v. 24, p. 355-382, 2003.

YANINEK, J. S.; MORAES, G. J. A synopsis of classical biological control of mites in agriculture. In: DUSBABECK, F.; BUKVA, V. (Ed.). *Modern acarology*. Prague: SPB Academic Publishing, 1991. p. 133-149.

EFEITO DO HERBICIDA GLIFOSATO SOBRE MARCADORES BIOQUÍMICOS EM BRÂNQUIAS DE CARPA (*Cyprinus carpio*)

Sandro Moreira Tuerlinckx⁵; Daniela Araújo²; Norma Ternes Ebert²; Andréia Loviane³

¹ Méd. Vet. M.Sc. Laboratório de Bioquímica e Toxicologia – Instituto de Pesquisas Ambientais e Energia (IPAE)/CCR/URCAMP, Bagé-RS, e-mail: sandromtuer@gmail.com; ² Acadêmicas do Curso de Ciências Biológicas – CCECA/URCAMP, Bagé-RS; ³ Química Dr^a. Coordenadora do Instituto de Pesquisas Ambientais e Energia (IPAE)/CCR/URCAMP, Bagé-RS

RESUMO: Glifosato é um herbicida pós-emergente, sistêmico e não-seletivo usado tanto em áreas agrícolas como não-agrícolas. A poluição do ambiente aquático por pesticidas, leva a alterações em atividades metabólicas e do estado fisiológico acarretando em modificações dos constituintes bioquímicos em organismos aquáticos. O estudo das respostas bioquímicas em animais aquáticos compreende uma vigorosa área de investigação dentro da ecotoxicologia por uma série de razões, mas principalmente pelo anseio na utilização de biomarcadores altamente sensíveis em programas de biomonitoramento. Foi estudado o efeito da exposição a concentrações sub-letais do herbicida a base de glifosato (Roundup), sobre a atividade enzimática e a lipoperoxidação em brânquias de carpas *Cyprinus carpio*. Este estudo foi realizado durante um período de exposição de 96 horas, com uma concentração de 2,5 e 5mg L⁻¹ de glifosato. Não houve alteração na atividade das enzimas alanina aminotransferase e aspartato aminotransferase, bem como, não houve dano peroxidativo em brânquias de carpas. No entanto, foi observado elevação na atividade da enzima fosfatase alcalina nas brânquias dos peixes expostos a concentrações sub-letais do glifosato (Roundup) ($P < 0,05$). Os resultados indicam que a exposição de forma aguda a doses sub-letais do herbicida ocasionam efeitos adversos sobre a atividade da fosfatase alcalina em brânquias de peixes. Estes dados sugerem que a avaliação da atividade da fosfatase alcalina pode ser usada como biomarcador da exposição ao herbicida glifosato em peixes.

Palavras-chave: Glifosato, aminotransferases, fosfatase alcalina, lipoperoxidação, carpas.

EFFECT OF GLYPHOSATE HERBICIDE ON BIOCHEMICAL MARKERS IN GILLS OF CARP (*Cyprinus carpio*)

ABSTRACT: Glyphosate is a post-emergent, systemic and non-selective herbicide used in both agricultural and non-agricultural areas. Pollution of aquatic environment by pesticides,

EFEITO DO HERBICIDA GLIFOSATO SOBRE MARCADORES BIOQUÍMICOS EM BRÂNQUIAS DE
CARPA (*Cyprinus carpio*)
TUERLINCKX et al.

bring changes in metabolic activities and alters physiological state thereby changing the biochemical constituents of aquatic organisms. The study of biochemical responses in aquatic animals comprises a vigorous area of inquiry within ecotoxicology for a number of reasons, but principally for the desire for highly sensitive biomarkers useful in biomonitoring programs. The effect of exposure to sub-lethal concentration of the commercial glyphosate herbicide Roundup, on enzyme activities and lipid peroxidation in gills of the carp, *Cyprinus carpio* was studied. The sub-lethal exposure study was done for 96 h at 2,5 and 5mg/L of glyphosate. Both alanine aminotransferase and aspartate aminotransferase activity was unchanged, as well as, had not peroxidative damage in gills of carp. However, there was a increased in alkaline phosphatase activity in gills of the exposed fish to sub-lethal concentration of glyphosate (Roundup) ($P < 0,05$). The results indicated that short-term exposure to glyphosate (Roundup) at sub-lethal concentration had adverse effects in alkaline phosphatase activity in gills of the fish. These data suggest that the measure of alkaline phosphatase activity could be used as biomarker of glyphosate herbicides exposure in fish.

Keywords: Glyphosate, aminotransferases, alkaline phosphatase, lipid peroxidation, carp.

INTRODUÇÃO

O comércio mundial de pesticidas cresce a cada ano. Embora, muitas mudanças e inovações surjam conforme as necessidades do mercado, entre elas o advento das culturas transgênicas, o uso de herbicidas ainda é destacado, visto que a maioria destas inovações não impede o florescimento de ervas daninhas no campo. Atualmente, o herbicida glifosato [N-(fosfonometil) glicina], tem sua comercialização incrementada, representando 60% do mercado mundial de herbicidas, contabilizando um total de US\$ 1,2 bilhão/ano, com vendas do produto (AMARANTE JÚNIOR et al. 2002; SCRIBNER et al. 2003).

Desde que foi introduzido no mercado, o uso de glifosato se tornou prática freqüente. Em geral, glifosato é vendido em concentrações de 48%

(m v⁻¹), e as doses aplicadas são em torno de 5L ha⁻¹. É um herbicida não seletivo, pós-emergente, indicado no controle de ervas daninhas anuais e perenes, monocotiledôneas ou dicotiledôneas, em diversas culturas agrícolas e também para o controle de plantas aquáticas (AMARANTE JÚNIOR et al., 2002).

Pertence ao grupo químico dos derivados da glicina, tem fórmula molecular C₃H₈NO₅P (m. m. = 169,1g mol⁻¹) e, na forma de sal de isopropilamina, apresenta-se acrescido do grupo (CH₃)₂ CHNH₃ (m. m. = 228,2g mol⁻¹) (SMITH e OEHME, 1992; AMARANTE JÚNIOR et al., 2002), possuindo solubilidade em água de 15.700mg L⁻¹ e sua meia-vida nos solos é em torno de 30-90 dias (RODRIGUES e ALMEIDA, 1995).

Agroquímicos que apresentam elevada solubilidade em água tendem em ser carregados superficialmente no solo por águas de chuva ou de irrigação, podendo atingir águas superficiais (DORES e DE-LAMONICA-FREIRE, 1999). De fato, estudos demonstram que o herbicida glifosato possui alto potencial de contaminação de águas superficiais, tanto dissolvido (DORES e DE-LAMONICA-FREIRE, 2001) como associado ao sedimento (BRITO et al., 2001; DORES e DE-LAMONICA-FREIRE, 2001), persistindo por até 60 dias neste ambiente (DA SILVA et al., 2003).

Níveis letais de glifosato para peixes são geralmente mais elevados que as concentrações do herbicida encontradas no ambiente aquático. A 96h LC₅₀ (concentração letal capaz de causar mortalidade em 50% da população exposta durante um período de 96 horas) para o glifosato de grau técnico

varia de 97mg L⁻¹ a 140mg L⁻¹ dependo da espécie de peixe (FOLMAR et al., 1979).

Neskovic et al. (1996) observaram que para a espécie *Cyprinus carpio* a 96hLC₅₀ foi ainda mais elevada, em torno de 620mg L⁻¹. No entanto, formulações comerciais do herbicida são potencialmente mais tóxicas que o produto de grau técnico. De fato, a 96hLC₅₀ encontrada para Roundup e outros herbicidas formulados à base de glifosato varia de 8 a 50mg L⁻¹ (FOLMAR et al., 1979; HILDEBRAND et al., 1982; MITCHELL et al., 1987; SERVIZI et al., 1987; MORGAN e KICENIUK, 1992). O aumento na toxicidade de formulações operacionais se deve a presença de surfactantes (FOLMAR et al., 1979).

Embora baixas concentrações de poluentes possam não promover alterações visíveis em ambientes aquáticos, a simples interação destes, com organismos vivos, pode desencadear uma série de perturbações biológicas. Para a detecção de tais perturbações, faz-se uso dos chamados biomarcadores. Uma das vantagens de se utilizarem os biomarcadores é a possibilidade de detectar precocemente os efeitos deletérios de poluentes, antes de serem evidenciadas alterações em níveis de organização biológica superiores (PEDROZO 2004).

Marcadores bioquímicos e fisiológicos têm sido usados com sucesso para a avaliação do risco ecotoxicológico de poluentes ambientais. Uma variedade de enzimas e metabólitos são utilizados com o intuito de monitorar alterações orgânicas em seres vivos expostos a agentes

contaminantes (HACON 2004). Neste sentido, algumas dessas pesquisas têm sido conduzidas para monitorar o impacto do herbicida glifosato em peixes (GLUSKZAC et al., 2006; GLUSKZAC et al., 2007; LANGIANO e MARTINEZ, 2008; LUSHCHAK et al., 2009; KREUTZ et al., 2010; SALBEGO et al., 2010).

Gill et al. (1990), proporam a avaliação da atividade de aminotransferases e da fosfatase alcalina como parte de um monitoramento da qualidade da água. Estes autores demonstraram que alterações na atividade dessas enzimas em diferentes tecidos de peixes podem ser utilizadas para indicar a exposição ao mercúrio.

Adham (2002) também demonstrou que as enzimas aminotransferases podem ser empregadas como biomarcadoras em trabalhos de biomonitoramento em lagos contaminados por uma variedade de metais pesados.

Alterações na atividade de aminotransferases e fosfatase alcalina têm sido demonstradas não somente para a exposição a metais pesados, mas também para animais expostos a pesticidas. De fato, Neskovic et al. (1993) estudando a toxicidade aguda e sub-aguda de atrazina em carpas, verificaram que a atividade dessas enzimas pode ser afetada no soro e em diferentes tecidos desses animais.

Philip e Rajasree (1996) observaram que, tanto a enzima alanina aminotransferase como a aspartato aminotransferase, sofrem alterações de atividade em brânquia, cérebro, fígado e músculo de carpas expostas a

concentrações sub-letais do inseticida cipermetrina. Além disso, a toxicidade deste inseticida também foi verificada para *Labeo rohita*, ficando demonstrado que a atividade da fosfatase alcalina no cérebro deste peixe é alterada após a exposição a doses sub-letais durante 45 dias (DAS e MUKHERJEE, 2003).

Begum e Vijayaraghavan (1996) e Begum (2004) também relataram alterações na atividade das enzimas alanina aminotransferase e aspartato aminotransferase em músculo e fígado de peixes *Clarias batrachus* (Linn) expostos aos pesticidas dimethoato e carbofuran.

Recentemente, Crestani et al. (2006), propuseram que a atividade das aminotransferases em fígado de jundiá *Rhamdia quelen* pode ser utilizada como indicador da toxicidade pelo herbicida clomazone.

Estudos conduzidos por Neskovic et al. (1996) demonstraram que o herbicida glifosato induz alterações na atividade de aminotransferases e fosfatase alcalina em soro, fígado, coração e rins de carpas (*Cyprinus carpio*) expostas a doses sub-letais (5mg L^{-1} e 10mg L^{-1}) durante 14 dias.

A determinação da peroxidação lipídica também tem sido utilizada com bastante eficiência como biomarcador em animais aquáticos expostos a poluentes ambientais (MONSERRAT et al., 2003; PINHO et al., 2003).

Hai et al. (1997), demonstraram que o inseticida organofosforado dichlorvos induz alterações no sistema antioxidante e produz lipoperoxidação em tecidos dos peixes *Cyprinus carpio* e *Ictalurus nebulosus* expostos a concentrações sub-letais do pesticida.

Lipoperoxidação também foi observada por Üner et al. (2001), avaliando o efeito do inseticida piretróide cipermetrina em fígado e rim de *Cyprinus carpio* e *Oreochromis niloticus*. Assim como, Martinez-Tabache et al. (2004) que verificaram em brânquias de trutas arco-íris *Oncorhynchus mikiss* expostas aos herbicidas paraquat e 2,4-D e Sevglier et al., (2004) que relataram em fígado de *Oreochromis niloticus* exposta a concentrações sub-letais do acaricida etoxazole.

Recentemente, Gluszcak et al. (2007); Lushchak et al. (2009); Modesto e Martinez (2010a, 2010b); Ferreira et al. (2010) demonstraram que a exposição ao herbicida glifosato induz estresse oxidativo e lipoperoxidação em diversas espécies de peixes.

Considerando-se a ampla e crescente utilização de herbicidas formulados a base de glifosato, a possibilidade de contaminação de águas superficiais e causar intoxicação em organismos aquáticos, torna-se importante a avaliação da lipoperoxidação e de enzimas, com a finalidade de prever alterações biológicas e seus possíveis usos como marcadores bioquímicos em peixes expostos a este agroquímico.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização dos ensaios foi utilizado o herbicida Roundup Original à base de glifosato [N-(fosfonometil) glicina], manufaturado pela Monsanto (St. Louis, MO). Os peixes da espécie *Cyprinus carpio* foram

adquiridos de um fornecedor da cidade de Bagé – Rio Grande do Sul, sendo mantidos em aquários adaptados (500L) sob sistema estático, utilizando-se água natural, como água de manutenção. A água nos aquários foi constantemente aerada, regulado o pH e mantida sob temperatura de $20 \pm 2^\circ\text{C}$. Para alimentação dos peixes, utilizou-se ração específica (42% de proteína), fornecendo-se o alimento uma vez ao dia. As fezes e resíduos alimentares foram removidos diariamente por sucção. Os peixes foram aclimatados em condições laboratoriais por 15 dias antes do início dos experimentos. Para os testes foram utilizados espécimes de lotes homogêneos, em idade e tamanho ($8,34 \pm 1,85\text{g}$ e $8,67 \pm 0,6\text{cm}$ para o grupo controle; $9,57 \pm 3,33\text{g}$ e $8,81 \pm 1,19\text{cm}$ para o grupo glifosato), previamente aclimatados aos aquários (pH 6,5, dureza total 150mg CaCO_3 , temperatura $20^\circ\text{C} \pm 1$, ciclo de luz 12h:12h claro/escuro – foto-período natural).

Após o período de aclimação, os peixes foram divididos em 3 grupos de 8 animais e foram colocados em aquários de 40L, continuamente aerados. Dois grupos foram expostos a concentrações respectivas de $2,5\text{mg L}^{-1}$ e 5mg L^{-1} do produto formulado a base de glifosato (Roundup-Monsanto) durante 96 horas. As exposições foram realizadas em sistema estático sem substituição das soluções, sendo incluído um tratamento-testemunha, sem adição do herbicida. As condições da água foram as mesmas do período de aclimação. A escolha da concentração utilizada foi baseada em dados da literatura e em experimentos prévios realizados em

nosso laboratório, onde foi verificado que concentrações de 5mg L⁻¹ e 10mg L⁻¹, produziram respectivamente 0% e 100% de mortalidade durante uma exposição de 96 horas.

Para a preparação tecidual, os peixes foram mortos por decapitação e efetuada a separação de parte do tecido branquial para os ensaios bioquímicos. Os tecidos destinados as análises enzimáticas foram pesados, colocados em gelo e homogeneizados em solução gelada de sacarose (250mM) na proporção de 1:9 (peso:volume). O homogeneizado foi centrifugado a 4000g durante 20 minutos. O sobrenadante obtido (S1) foi utilizado para análise das atividades enzimáticas e de proteínas.

Para a determinação de peróxidos lipídicos, parte das brânquias foram pesadas e homogeneizadas em metanol absoluto gelado (5°C) (HPLC/UV) na proporção de 1:9 (peso:volume). O homogeneizado foi centrifugado a 1000 x g durante 5 minutos, o sobrenadante foi utilizado para a determinação de lipoperoxidação. O ensaio utilizado para a determinação da peroxidação de lipídios foi o ensaio FOX. O ensaio FOX está baseado na oxidação do Fe (II) por lipídios peroxidados em pH ácido na presença de um pigmento complexador de Fe (III), o laranja de xilenol. A formação deste complexo pode ser quantificada por espectrofotometria, pelo aumento da absorção a 550nm. Este ensaio foi determinado de acordo com Hermes-Lima et al. (1995), com algumas modificações sugeridas por Monserrat et al. (2003). O meio de reação continha 0,25mM de FeSO₄; 25mM de H₂SO₄; 0,1mM de laranja de xilenol; a amostra do extrato metanólico de tecido

(40µl) e água deionizada para completar o volume final de 2mL. O Branco foi preparado pela substituição do extrato tecidual por metanol. Além disso, foi preparado um Branco da amostra, sem a presença de FeSO₄, contendo os demais reagentes e extrato de tecido, conforme Monserrat et al. (2003). A reação desenvolveu-se durante 4 horas em temperatura ambiente, realizando-se as leituras em 550nm ao final deste período. Após, adicionou-se cumene hidroperóxido (CHP) a uma concentração final de 5nmol e, realizou-se uma nova leitura. As leituras foram realizadas em um espectrofotômetro Femto 700S *plus* no Instituto de Pesquisas Ambientais e Energia (IPAE – URCAMP). Os níveis de hidroperóxidos lipídicos foram expressos como equivalentes de cumene hidroperóxido, conforme Monserrat et al. (2003).

A atividade da enzima aspartato aminotransferase (AST) foi determinada através da metodologia descrita por Reitman e Frankel (1957). A mistura da incubação continha 0,25mL de substrato TGO (ácido alfacetoglutárico 2mmol L⁻¹ e ácido L-aspartico 99mmol L⁻¹ em tampão fosfato 67mmol L⁻¹ pH 7,4) e a fonte de enzimas. Após a incubação a 37°C por 60 minutos, a reação foi interrompida pela adição de 0,25mL da solução contendo 2,4 dinitrofenilhidrazina 1,0mmol L⁻¹ e ácido clorídrico 1,0mmol L⁻¹. A coloração foi desenvolvida pela adição de 2,5mL de NaOH 10mmol L⁻¹ e a leitura da absorvância da hidrazona produzida foi realizada a 505nm. A atividade da enzima alanina aminotransferase (ALT) foi determinada através da metodologia descrita por Reitman e Frankel (1957). A mistura da

incubação continha 0,25mL de substrato TGP (ácido alfacetoglutárico 2mmol L⁻¹ e L-alanina 100mmol L⁻¹ em tampão fosfato 67mmol L⁻¹ pH 7,4) e a fonte de enzimas. Após a incubação a 37°C por 30 minutos, a reação foi interrompida pela adição de 0,25mL da solução contendo 2,4 dinitrofenilhidrazina 1,0mmol L⁻¹ e ácido clorídrico 1,0mmol L⁻¹. A coloração foi desenvolvida pela adição de 2,5mL de NaOH 10mol L⁻¹ e a leitura da absorvância da hidrazona produzida foi realizada a 505nm.

Para a avaliação da atividade da enzima fosfatase alcalina (ALP) foi utilizado o método de Roy (1970) modificado. O meio de reação continha 0,05mL do substrato timolftaleína fosfato 22mmol L⁻¹, solução tampão 300mmol L⁻¹ pH 10,1 e a fonte de enzimas. Após a incubação a 37°C por 10 minutos, a reação foi interrompida com a adição de carbonato de sódio 94mmol L⁻¹ e hidróxido de sódio 250mmol L⁻¹. O produto formado foi medido espectrofotometricamente em 590nm. As leituras das atividades enzimáticas foram realizadas em um espectrofotômetro Femto 700S *plus* no IPAE – URCAMP. Todos os testes enzimáticos foram realizados utilizando-se Kits da LABTEST DIAGNÓSTICA S. A., Lagoa Santa, MG. A determinação do conteúdo protéico das amostras foi medida de acordo com o método de Biureto (LABTEST DIAGNÓSTICA S. A., Lagoa Santa, MG).

Os dados foram verificados pela análise de variância, seguido do teste Duncan quando necessário, utilizando-se o programa SPSS 10.0 para Windows.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas figuras 1-3 estão apresentados os resultados referentes aos estudos das alterações enzimáticas decorrentes do herbicida glifosato (Roundup) em brânquias de carpas expostas as concentrações de 2,5 e 5mg L⁻¹ durante 96 horas. Os valores nas figuras 1-3 correspondem às médias de 8 análises ± desvio padrão. Não foram observadas alterações significativas nas atividades das enzimas aspartato aminotransferase e alanina aminotransferase proveniente de brânquias de *Cyprinus carpio* durante o período de exposição (Figuras 1 e 2). No entanto, a enzima fosfatase alcalina apresentou aumento significativo de sua atividade, em relação ao grupo controle, em brânquias de carpas expostas a concentração de 55mg L⁻¹ do herbicida durante o período experimental (Figura 3).

A aspartato aminotransferase e a alanina aminotransferase são enzimas presentes em uma grande variedade de organismos. Estas não somente funcionam como enzimas envolvidas no metabolismo de aminoácidos, como também servem como indicadoras de condições fisiológicas ou estruturais alteradas. Estas enzimas desempenham um papel importante em condições de estresse ocasionado por agentes químicos, e têm sido objeto de estudos devido à alteração de suas atividades em organismos aquáticos sob exposição aguda ou crônica a agroquímicos (ROJIK et al., 1983; NESKOVIC et al., 1993; BEGUM e

VIJAYARAGHAVAN 1996; PHILIP e RAJASREE 1996; BEGUM 2004; CRESTANI et al., 2006).

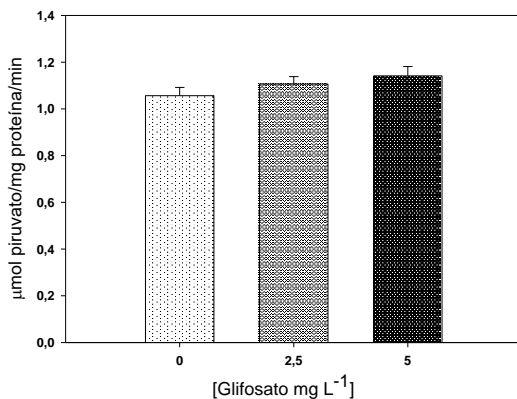


Figura 1. Atividade da enzima aspartato aminotransferase em brânquias de carpas nos grupos experimentais. Valores são mostrados como média e \pm erro padrão (n = 8).

Embora as aminotransferases sejam induzidas por vários compostos tanto em condições de exposição aguda como crônica isto não se manifesta para todos os agentes químicos. De fato, tais efeitos variam e dependem do composto, sua concentração, o tempo de exposição e do tecido do organismo estudado em questão (GILL et al., 1990; NESKOVIC et al., 1993; JONSSON et al., 2002).

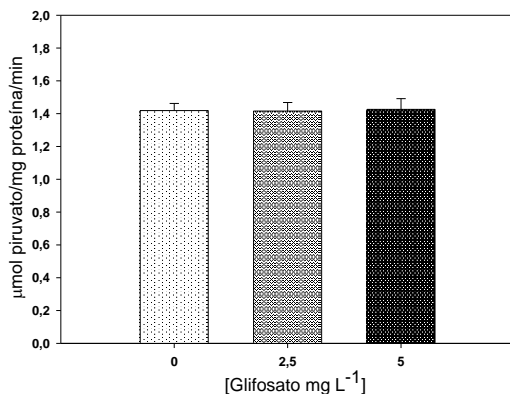


Figura 2. Atividade da enzima alanina aminotransferase em brânquias de carpas nos grupos experimentais. Valores são mostrados como média e \pm erro padrão (n = 8).

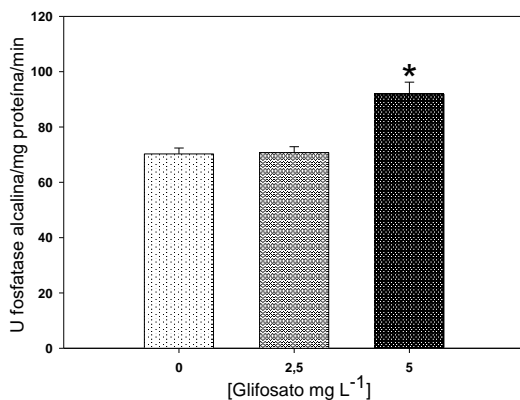


Figura 3. Atividade da enzima fosfatase alcalina em brânquias de carpas (n = 8) nos grupos experimentais. Valores são mostrados como média e \pm erro padrão (n = 8). * $P < 0,05$.

A ausência de alterações na atividade das aminotransferases observadas neste estudo sugere que a medida das mesmas não seria útil

como indicadoras da poluição aquática pelo glifosato. No entanto, estudos conduzidos por Neskovic et al. (1996) utilizando o glifosato de grau técnico sem a presença de surfactantes demonstraram que este composto induz aumento na atividade das aminotransferases de fígado, rim, coração e soro de carpas (*Cyprinus carpio*) expostas a concentrações sub-letais do herbicida durante 14 dias.

Jiraungkoorskul et al. (2003) também relataram elevações na atividade de transaminases plasmáticas em tilápias (*Oreochromis niloticus*) expostas a concentração de 15mg L⁻¹ durante 3 meses a formulação comercial de glifosato (Roundup), no entanto estes autores não observaram alterações significativas na atividade enzimática sob uma concentração de 5mg L⁻¹.

Provavelmente, a medida da atividade das aminotransferases seja mais eficaz em estudos de toxicidade crônica e sub-crônica do que em ensaios agudos.

Embora o ensaio conduzido neste estudo seja limitado a uma avaliação de somente 96 horas da exposição de carpas ao glifosato (Roundup), os dados obtidos, com relação a atividade da enzima fosfatase alcalina estão de acordo com os encontrados por Neskovic et al. (1996) e Jiraungkoorskul et al. (2003).

Análises histopatológicas demonstram que tanto o composto glifosato de grau técnico como sua formulação comercial (Roundup) induzem alterações estruturais em brânquias de peixes expostos a concentrações sub-

letais do herbicida (NESKOVIC et al., 1996; JIRAUNGKOORSKUL et al., 2003).

Somando-se a isso, a observação de que a fosfatase alcalina de brânquias de carpas sofre elevação significativa na sua atividade quando expostas a doses sub-letais, sugere que a medida da atividade desta enzima no tecido da espécie testada poderia ser usada como um biomarcador associado à contaminação aquática por herbicidas a base de glifosato.

Na figura 4 estão mostrados os resultados referentes ao estudo da lipoperoxidação decorrentes do herbicida glifosato (Roundup) em brânquias de carpas expostas a concentrações respectivas de 2,5mg L⁻¹ e 5mg L⁻¹ durante 96 horas. Os valores na figuras 4 correspondem às médias de 8 análises ± desvio padrão. Não foram observadas alterações significativas nas análises de peroxidação lipídica em de brânquias de *Cyprinus carpio* durante o período de exposição.

Diversos estudos têm demonstrado que várias classes de agroquímicos induzem lipoperoxidação em tecidos de peixes (HAI et al., 1997; ÜNER et al., 2001; MARTINEZ-TABACHE et al., 2004; SEVGLIER et al., 2004; GLUSKZAC et al., 2007).

Gluskzac et al. (2007) observaram lipoperoxidação em músculo de jundiás expostos a concentrações sub-letais (0,2mg L⁻¹ e 0,4mg L⁻¹) do herbicida glifosato durante um período de 96 horas, no entanto, esta mesma observação não pode ser confirmada no cérebro deste peixe.

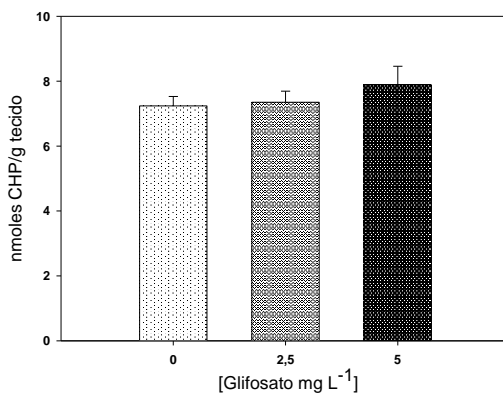


Figura 4. Conteúdo de peróxidos lipídicos em brânquias de *Cyprinus carpio* do grupo controle e expostas ao glifosato (2,5 e 5 mg L⁻¹) durante um período de 96 horas. Os dados são expressos como média e \pm erro padrão.

No presente estudo, não foi observado risco do herbicida glifosato (Roundup) nas concentrações testadas durante 96 horas de exposição induzir lipoperoxidação em brânquias de carpas. Este fato possivelmente tenha ocorrido devido ao sistema enzimático antioxidante sofrer uma ativação, o que acarretaria na eliminação das espécies reativas de oxigênio formadas pela exposição ao herbicida, impedindo que estas causassem maiores danos à membrana celular do tecido branquial.

Embora não tenham sido avaliadas as atividades das enzimas antioxidantes, a observação acima pode ser sustentada pelos achados de Oruc et al. (2004) e Zhang et al. (2005), que demonstraram que a elevação na atividade do sistema enzimático antioxidante evitou um efeito lipoperoxidativo em peixes expostos aos agroquímicos 2,4-D e azinfósmetil.

CONCLUSÕES

Não foram observadas diferenças significativas na lipoperoxidação e na atividade das enzimas aspartato aminotransferase e alanina aminotransferase em brânquias de carpas expostas a concentrações sub-letais ($2,5\text{mg L}^{-1}$ 5mg L^{-1}) da formulação comercial de glifosato (Roundup) durante 96 horas. Por outro lado, a atividade da enzima fosfatase alcalina apresentou-se significativamente elevada, em relação ao grupo controle, em brânquias de carpas expostas a concentração sub-letal de 5mg L^{-1} da formulação comercial de glifosato (Roundup) durante 96 horas, sugerindo que esta enzima possa ser utilizada em estudos de toxicologia aquática como biomarcadora da exposição a herbicidas a base de glifosato. No entanto, pesquisas adicionais devem ser conduzidas, avaliando-se o efeito de diferentes concentrações do herbicida glifosato (Roundup), bem como diferentes períodos de exposição dos peixes ao agroquímico. Novos estudos também devem ser realizados para verificar se as atividades das aminotransferases, fosfatase alcalina e os testes de lipoperoxidação em diferentes tecidos de carpas possam ser usados como biomarcadores em ensaios de toxicidade aguda e crônica.

AGRADECIMENTOS

À PROPPEX – URCAMP, pelo apoio financeiro que propiciou a realização deste estudo e ao Dr. João Batista Teixeira da Rocha – Departamento de Química - UFSM, por gentilmente ceder o reagente cumene hidroperóxido para os ensaios de lipoperoxidação.

REFERÊNCIAS

ADHAM, K. G. Sublethal effects of aquatic pollution in Lake Maryût on the African sharptooth catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1982). **Journal of Applied Ichthyology**. 2002.18: 87-94.

AMARANTE JÚNIOR, O. P.; SANTOS, T. C. R.; BRITO, N. M. et al. Glifosato: Propriedades, toxicidade, usos e legislação. **Química Nova**. Vol.25, n.4, 2002. p.589-593.

BEGUM, G. Carbofuran insecticide induced biochemical alterations in liver and muscle tissues of the fish *Clarias batrachus* (linn) and recovery response. **Aquatic Toxicology**. 2004. 66:83-92.

BEGUM, G.; VIJAYARAGHAVAN, S. Alterations in protein metabolism of muscle tissue in the fish *Clarias batrachus* (linn) by commercial grade dimethoate. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**. 1996. 57:223-228.

BRITO, N. M.; AMARANTE JÚNIOR, O. P.; ABAKERLI, R. et al. Risco de contaminação de águas por pesticidas aplicados em plantações de eucaliptos e coqueiros: análise preliminar. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**. 2001. 11: 93-104.

CRESTANI, M.; MENEZES, C.; GLUSCZAK, L. et al. Effects of Clomazone Herbicide on hematological and some parameters of protein and carbohydrate metabolism of silver catfish *Rhamdia quelen*. **Ecotoxicology and Environmental Safety**. 2006. 65, 48-55.

DA SILVA, M. D.; PERALBA, M. C. R.; MATTOS, M. L. T. Determinação de glifosato e ácido aminometilfosfônico em águas superficiais do arroio passo do pilão. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**. 2003. 13: 19-28.

DAS, B. K.; MUKHERJEE, S. C. Toxicity of cipermethrin in *Labeo rohita* fingerlings: biochemical, enzymatic and haematological consequences. **Comparative Biochemistry and Physiology**. 2003. Part C 134: 109-121.

DORES, E. F. G. C.; DE-LAMONICA-FREIRE, E. M. Contaminação do ambiente aquático por pesticidas: vias de contaminação e dinâmica dos pesticidas no ambiente aquático. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**. Curitiba, v.9, p. 1-18. 1999.

DORES, E. F. G. C.; DE-LAMONICA-FREIRE, E. M. Contaminação do ambiente aquático por pesticidas. Estudo de caso: águas usadas para consumo humano em Primavera do Leste, Mato Grosso – Análise preliminar. **Química Nova**. Vol.24, no1, 27-36. 2001.

FERREIRA, D.; DA MOTTA, A. C.; KREUTZ, L. C. et al. Assessment of oxidative stress in *Rhamdia quelen* exposed to agrichemicals. **Chemosphere**. 2010. May;79(9):914-21.

FOLMAR, L. C.; SANDERS, H. O.; JULIN, A. M. Toxicity of the herbicide glyphosate and several of its formulations to fish and aquatic invertebrates. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**. 1979. 8: 269-278.

GILL, T. S.; TEWARI, H.; PANDE, J. Use of the fish enzyme system in monitoring water quality: effects of mercury on tissue enzymes. **Comparative Biochemistry and Physiology**. 1990. C.;97(2):287-92.

GLUSZAKC, L.; DOS SANTOS, M. D.; CRESTANI M. et al. Effect of glyphosate herbicide on acetylcholinesterase activity and metabolic and hematological parameters in piava (*Leporinus obtusidens*). **Ecotoxicology and Environmental Safety**. 2006. 65(2): 237-241.

GLUSZAKC, L.; DOS SANTOS, M. D., MORAES, B. S. et al. Acute effects of glyphosate herbicide on metabolic and enzymatic parameters of silver catfish (*Rhamdia quelen*). **Comparative Biochemistry and Physiology, Part C**. 2007. (146):519-524.

GROSSBARD, E.; ATKINSON, D.; HACON, S. S. Avaliação e gestão do risco ecotoxicológico à saúde humana. In: AZEVEDO FA, CHASIN AAM. **As Bases Toxicológicas da Ecotoxicologia**. 2004. Capítulo 8: 245-322.

HACON, S. S. Avaliação e gestão do risco ecotoxicológico à saúde humana. In: AZEVEDO FA, CHASIN AAM. **As Bases Toxicológicas da Ecotoxicologia**. 2004. Capítulo 8: 245-322.

HAI, D. Q.; VARGAS, S. I.; MATKOVICS, B. Organophosphate effects on antioxidant system of carp (*Cyprinus carpio*) and catfish (*Ictalurus nebulosus*). **Comparative Biochemistry and Physiology Part C**. 1997. 117: 83-88.

HERMES-LIMA, M.; WILLMORE, W. G.; STOREY, K. B. Quantification of lipid peroxidation in tissue extracts based on Fe(III) xylenol orange complex formation. **Free Radical Biology & Medicine**. Vol. 19, n. 3, pp. 271-280. 1995.

HILDEBRAND, L. D.; SULLIVAN, D. S.; SULLIVAN, T. P. Experimental studies of rainbow trout populations exposed to field

applications of roundup herbicide. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**. 1982. 11: 93-98.

JIRAUNGKOORSKUL, W.; UPATHAM, E. S.; KRUATRACHUE, M. et al. Biochemical and histopathological effects of glyphosate herbicide on Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Environmental Toxicology** 2003. Aug;18(4):260-7.

JONSSON, C. M.; FERRACINI, V. L.; PARAÍBA, L. C. et al. Alterações bioquímicas e acúmulo em pacus (*Metynnis argenteus*) expostos ao paclobutrazol. **Scientia Agrícola**. v.59, n.3, p. 441-446. 2002.

KREUTZ, L. C.; GIL BARCELLOS, L. J.; DE FARIA VALLE, S. et al. Altered hematological and immunological parameters in silver catfish (*Rhamdia quelen*) following short term exposure to sublethal concentration of glyphosate. **Fish Shellfish Immunology**. 2010.

LANGIANO, V. C.; MARTINEZ, C. B. R. Toxicity and effects of a glyphosate-based herbicide on the Neotropical fish *Prochilodus lineatus*. **Comparative Biochemistry and Physiology, Part C**. 2008. 147:222-231.

LUSHCHAK, O. V.; KUBRAK, O. I.; STOREY, J. M. et al. Low toxic herbicide Roundup induces mild oxidative stress in goldfish tissues. **Chemosphere**. 2009. Aug; 76(7):932-7.

MERTÍNEZ-TABCHE, L.; MADRIGAL-BUJAIAR, E.; NEGRETE, T. Genotoxicity and lipidperoxidation produced by paraquat and 2,4-dichlorophenoxyacetic acid in the gills of rainbow trout (*Oncorhynchus mikiss*). **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, 2004. 73: 146-152.

MITCHELL, D. G.; CHAPMAN, P. M.; LONG, T. J. Seawater challenge testing of coho salmon smolts following exposure to roundup herbicide. **Environmental Toxicology and Chemistry**, 1987. 6: 875-878.

MODESTO, K. A.; MARTINEZ, C. B. Effects of Roundup Transorb on fish: hematology, antioxidant defenses and acetylcholinesterase activity. **Chemosphere**. 2010a. Oct;81(6):781-7.

MODESTO, K. A.; MARTINEZ, C. B. Roundup causes oxidative stress in liver and inhibits acetylcholinesterase in muscle and brain of the fish *Prochilodus lineatus*. **Chemosphere**. 2010b. Jan;78(3):294-9.

MONSERRAT, J. M.; GERATACIANO, L. A.; PINHO, G. L. L., Determination of lipid peroxides in invertebrates tissues using the Fe (III) xylenol orange complex formation. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**. 2003. 45:177-183.

MORGAN, M. J.; KICENIUK, J. W. Response of rainbow trout to a month exposure to Vision, a glyphosate herbicide. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**. 1992. 48: 772-780.

NESKOVIC, N. K.; POLEKSIC, V.; ELEZOVIC, I. et al. Acute and subacute toxicity of atrazine to carp (*Cyprinus carpio* L.) **Ecotoxicology and Environmental Safety**. 1993. 25:173-182.

NESKOVIC, N. K.; POLEKSIC, V.; ELEZOVIC, I. et al. Biochemical and histopathological effects of glyphosate on carp, *Cyprinus carpio* L. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**. 1996. Feb;56(2):295-302.

ORUC, E.; SEVGILER, Y.; UNER N. Tissue-specific oxidative stress responses in fish exposed to 2,4-D and azinphosmethyl. **Comparative Biochemistry and Physiology C**. 2004. 137:43-51.

PEDROZO, M. F. M. Toxicovigilância (monitorização) da exposição de populações a agentes tóxicos. In: AZEVEDO FA, CHASIN AAM. **As Bases Toxicológicas da Ecotoxicologia**. 2004. Capítulo 6: 167-220.

PHILIP, G. H.; RAJASREE, B. H. Action of cypermethrin on tissue transamination during nitrogen metabolism in *Cyprinus carpio*. **Ecotoxicology and Environmental Safety**. 1999. 43(2):213-221.

PINHO, G. L. L.; MOURA DA ROSA, C.; YUNES, J. S. et al. Toxic effects of microcystins in the hepatopancreas of the estuarine crab *Chasmagnathus granulatus* (Decapoda, Grapsidae). **Comparative Biochemistry and Physiology Part C**. 2003. 135: 459-468.

REITMAN, S.; FRANKEL, S. Colorimetric method for the determination of serum glutamic oxaloacetic and glutamic-pyruvic transaminases. **American Journal of Clinical Pathology**. 28:56. 1957.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. Londrina, IAPAR. 675p. 1995.

ROY, A. V. **Clinical Chemistry**. 16:431. 1970.

SALBEGO, J.; PRETTO, A.; GIODA, C. R. et al. Herbicide formulation with glyphosate affects growth, acetylcholinesterase activity, and metabolic and hematological parameters in piava (*Leporinus obtusidens*). **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**. 2010. Apr;58(3):740-5.

SCRIBNER, E. A.; BATTAGLIN, W. A.; DIETZE J. E. et al. Reconnaissance data for glyphosate, other selected herbicides, their degradation products, and antibiotics in 51 streams in nine Midwestern States,. **USGS Open-file Report 03-217**. Lawrence, Kansas, 19p. 2003.

SERVIZI, J. A.; GORDON, R. W.; MARTENS, D. W. Acute toxicity of Garlon 4 and Roundup herbicides to salmon *Daphnia* and trout. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**. 1987. 39: 15-22.

SEVGILER, Y.; ÖZCAN ORUÇ, E. O.; UNER N. Evaluation of etoxazole toxicity in the liver of *Oreochromis niloticus*. **Pesticide Biochemistry and Physiology**. 2004. 78: 1-8.

SMITH, E. A.; OEHME, F. W. The biological activity of glyphosate to plants and animals: A literature review. **Veterinary and Human Toxicology**. 1992. 34 (6): 531-543.

ÜNER, N.; ÖZCAN ORUÇ, E. O.; CANLI, M. et al. Effects of cypermethrin on antioxidant enzyme activities and lipid peroxidation in liver and kidney of the freshwater fish, *Oreochromis niloticus* and *Cyprinus carpio* (L.). **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**. 2001. 67:657-664.

ZHANG J. F.; LIU H.; SUN Y. Y. et al. Responses of the antioxidant defenses of the Goldfish *Carassius auratus*, exposed to 2,4-dichlorophenol. **Environmental Toxicology and Pharmacology**. 2005. 19: 185-190.

ESTUDO PRELIMINAR DA FAUNA EDÁFICA EM DOIS ECOSSITEMAS NO MUNICÍPIO DE MORRO REDONDO, RS, BRASIL

Tânia Beatriz Gamboa Araújo Morselli¹; Paula Tomkowski², Claudia Machado da Silva²;
Ana Paula Thiel²; Tângela Denise Perleberg²; Antônio José Elias Amorim de Menezes²;
Ana Beatriz Gonçalves Vaz²

¹ Prof.ª Dr.ª Departamento de Solos/Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/Universidade Federal de Pelotas.
Campus Universitário, s/nº, Capão do Leão, RS, CEP 966010-900. e-mail: tamor@uol.com.br; ² Mestrandos e
Doutorandos do curso de Pós-Graduação em PPSPAF/FAEM

RESUMO: O solo é o habitat natural para uma grande variedade de organismos, tanto microorganismos quanto animais invertebrados. Estes organismos são altamente sensíveis a alterações ambientais e por isso vem sendo utilizados como indicador da qualidade do solo. O presente trabalho teve o objetivo de verificar a abundância e a diversidade da fauna edáfica entre dois sistemas: Sistema de Produção Diversificada (SPD), representado por um pomar e, Sistema de Mata Nativa (SMN). O experimento foi realizado nos meses de março e abril de 2007, em uma propriedade rural no Município de Morro Redondo, Rio Grande do Sul, Brasil. Na captura dos organismos, utilizou-se 24 armadilhas do tipo “Tretzel” em cada Sistema estudado (avaliação da fauna edáfica na superfície do solo), distribuídas aleatoriamente em zigue-zague e, para a coleta do solo, utilizou-se o “Extrator de Tullgren” (avaliação da fauna edáfica que vive no interior do solo). Em cada sistema, para quantificar a diversidade da coleta da fauna edáfica, submeteu-se os dados obtidos aos índices de diversidade de Shannon (H) e dominância de Simpson (Is). A análise dos resultados (abundância, H e Is) demonstrou uma diferença insignificante em relação à abundância e diversidade de indivíduos encontrados nos dois sistemas (SPD e SMN), explicado pela proximidade das duas áreas, pelo manejo adequado e abundância de cobertura presente no SPD, que proporcionaram uma maior atividade e diversidade da fauna edáfica no local, visto que a diversidade das espécies da fauna é proporcionalmente maior na mata nativa do que em áreas cultivadas. Os organismos que se destacaram em quantidade foram os colêmbolos e ácaros em ambos os sistemas, revelando o nível de qualidade ambiental do solo.

Palavras chaves: Fauna edáfica, bioindicadores, ecossistemas.

PRELIMINARY STUDY OF SOIL ORGANISMS IN TWO ECOLOGIC SYSTEMS IN THE MORRO REDONDO, RS, BRAZIL

microorganisms how much animal invertebrates. These organisms are highly sensible the ambient alterations and therefore it comes being used as indicating of the quality of the ground. The present work had the objective to verify the abundance and the diversity of the soil organisms between two systems: Production Diversify System (SPD), represented for an organic and native food system (SMN). The experiment was carried through in the months of March and April of 2007, in a farmer in the Morro Redondo city, Rio Grande do Sul, Brazil. In the capture of the organisms, one used 24 traps of the pitfall “Tretzel” in each studied system (evaluation of the soil organisms in the surface of the ground), distributed randomly in zigzag and, for the collection of the ground, the “Tullgren Extractor” was used (evaluation of the soil organisms that lives in the interior of the ground). In each system, to quantify the diversity of the collection of the soil organisms, one submitted the data gotten to the indices of diversity of Shannon (h) and dominance of Simpson (Is). The analysis of the results (abundance, H and Is) demonstrated to an insignificant difference in relation to the abundance and diversity of individuals found in the two systems (SPD and SMN), explained for the proximity of the two areas, for the adequate handling and abundance of present covering in the SPD, that had provided to a bigger activity and diversity of the soil organisms in the place, since the diversity of the species of the organisms is proportionally bigger in the native bush of what in cultivated areas. The organisms that if had detached in amount had been the collembola and mites in both systems, disclosing the level of ambient quality of the ground.

Keywords: Soil organisms, bio-indicators, ecosystems.

INTRODUÇÃO

Existe uma ampla diversidade de organismos que compõem a fauna edáfica, estimando-se que 95% destes sejam constituídos por ácaros e colêmbolos, sendo suas populações muito sensíveis a alterações do ambiente. Em decorrência dessas características, essa mesofauna tem sido utilizada como indicadora de impactos ambientais em agroecossistemas (MELO e LIGO, 1999).

As características de um solo, bem como sua qualidade, são determinadas, em grande parte, pelos organismos nele presentes. A

modificações na fauna edáfica do solo, reduzindo a diversidade de espécies. As práticas agrícolas podem modificar a composição e a diversidade dos organismos edáficos em diferentes graus de intensidade, em função de mudanças de habitat, fornecimento de alimentos, criação de micro-ambientes e competição intra e inter específica (ASSAD, 1997).

O tipo de uso do solo modifica as propriedades físico-químicas e a biota edáfica. Estas modificações geralmente ocorrem ao nível de diversidade e densidades populacionais, características que têm sido utilizadas como indicadores das condições do solo (CURRY et al., 1995; COLEMAN e HENDRIX, 2000).

Entre os sistemas produtivos sustentáveis pode-se considerar que o plantio direto, no qual o solo não é revolvido, cria condições mais favoráveis ao crescimento dos organismos edáficos, que participam ativamente dos processos de decomposição da matéria orgânica e mineralização dos nutrientes, influenciando a estabilidade, a fertilidade e a estruturação do solo (BERTOL et al., 2004).

Reconhecendo a importância da fauna edáfica como parte integrante dos ecossistemas e sabendo-se da necessidade de maiores informações sobre as condições de uso e manejo do solo no que se refere à manutenção ou recuperação de seus níveis de qualidade, é imprescindível avaliar a diversidade da fauna edáfica presente nas matas nativas e em sistemas de

determinantes para caracterizar as áreas estudadas.

Este trabalho teve como objetivo verificar a abundância e diversidade da fauna edáfica de um sistema de produção diversificada e de um sistema de mata nativa no Município de Morro Redondo, sul do Rio Grande do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado durante os meses de março e abril de 2007, em uma propriedade rural no Município de Morro Redondo, Rio Grande do Sul, situada entre 31°34'20.3"S e 52°37'25.1"W, a 163m de altitude. O solo no local é do tipo Argissolo Amarelo Distrófico Câmbico com afloramentos de rocha e, no geral, quimicamente fértil (CUNHA e SILVEIRA, 1996; EMBRAPA, 1999), com as características químicas apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Atributos físicos e químicos do solo nos dois sistemas estudados (SMN = Sistema de Mata Nativa e SPD = Sistema de Produção Diversificado), Morro Redondo, RS, 2007.

Sistemas estudados	Argila	MO	pH água	K	P	Al	Ca + Mg
	----- % -----			-----mg dm ⁻³ -----		-----cmol _c dm ⁻³ -----	
Mata	19	5,9	5,2	152	12,3	0,2	17,1
Campo	16	2,2	5,2	98	24,5	0,2	5,3

Segundo a classificação de Köeppen, o clima do local é do tipo Cfa, temperado úmido com chuvas bem distribuídas durante o ano. Dados

Agroclimatológica de Pelotas (Figura 1). Estes mostraram que durante o período de coleta o regime pluviométrico oscilou em torno da média de 10mm, normal para o período, apresentando picos com precipitação elevada na terceira e quarta coletas. A temperatura manteve-se praticamente constante durante o período de coleta, com média de 27°C, acima do normal para esta época do ano.

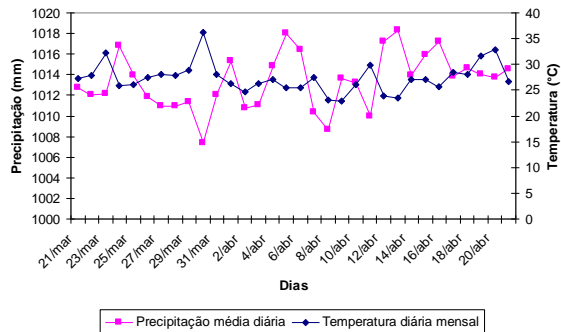


Figura 1. Média diária de temperaturas e precipitação, registradas pela Estação Agroclimatológica de Pelotas, em Capão do Leão, RS, Brasil, no período de 21 de março de 2007 a 21 de abril de 2007.

As avaliações da fauna edáfica foram realizadas em duas áreas próximas entre si, nas mesmas condições de solo e relevo, com aproximadamente 1hectare cada: uma com mata nativa (Sistema de Mata Nativa = SMN) e outra área com pomar e culturas diversificadas (Sistema

acentuada e formações rochosas.

A formação florestal na qual foi realizado o estudo, segundo Teixeira et al. (1986), pertence à Floresta Estacional Semidecidual Submontana. O segundo ecossistema escolhido foi uma área de pomar situada ao lado da mata. Esta área vem sendo manejada durante 15 anos com o cultivo orgânico de diversas árvores frutíferas entre as quais se destacam laranjeiras, bergamoteiras, macieiras, caquizeiros e pereiras. Eventualmente ocorre rotação de cultivos entre as fileiras das frutíferas, com abóbora, batatinha, morango, entre outros. A cobertura vegetal não é removida totalmente, realizando-se um roçado para controlar o avanço de algumas plantas invasoras, deixando-se a cobertura no local. Ocorre, uma vez ao ano, um incremento de matéria orgânica a partir de cama de aviário, proveniente da criação de frangos da propriedade. Esta área se encontra protegida de ventos fortes pela mata que fica ao lado.

Para a avaliação da fauna edáfica com comportamento ecológico epigeico, relacionado com a superfície do solo, foi utilizado a metodologia de “Armadilhas de Tretzel” e para avaliar a fauna edáfica que vive no interior do solo utilizou-se o “Extrator de Tullgren”, ambas descritas por Bachelier (1978). O experimento teve duração de quatro semanas, sendo que a cada semana foram colocadas seis armadilhas de Tretzel aleatoriamente na forma de zigue-zague e também feitas coletas de solo utilizando-se o anel de

quatro semanas em cada sistema.

Posteriormente os frascos de vidro contendo 200mL de formol a 2,5% contendo os organismos capturados através das armadilhas foram levados ao Laboratório de Biologia do Solo da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS para proceder à contagem dos mesmos. As amostras de solo coletadas com o anéis de metal com volume conhecido foram armazenadas em sacos plásticos e levadas ao laboratório para serem dispostas na peneira do extrator de Tullgren, onde permaneceram por 48 horas e foram posteriormente submetidas a contagem com auxílio de lupa estereoscópica.

As amostras de solo para análise dos atributos químicos (Tabela 1) foram coletadas nas profundidades de 0-20cm, usando-se uma pá-de-corte. Foram retiradas 24 amostras de solo compostas em cada sistema, próximos aos pontos onde foram instaladas as armadilhas. As análises foram realizadas no Laboratório de Análise de Solos da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel – UFPEL.

A partir do resultado do número de organismos da fauna edáfica capturados em cada armadilha, foram obtidos os índices de diversidade de Shannon (H), dominância de Simpson (Is), abundância e as médias dos organismos nos sistemas estudados. O índice de diversidade de Shannon foi obtido pela relação ($H = -\sum \pi_i \log \pi_i$), onde: $\pi_i = n_i/N$; n_i = densidade de cada grupo, N = número total de grupos. O índice de dominância de

número indivíduos do grupo “i”, $N =$ somatório da densidade de todos os grupos. O teste de médias foi realizado utilizando DUNCAN 5% com DIC (Delineamento Inteiramente Casualizado) através do Sistema de Análise Estatística SANEST (ZONTA, 1984).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observando a abundância da fauna edáfica (Tabela 2), verifica-se que esta não mostrou diferença estatística ($P < 0,05$) entre os SPD e SMN. Os Índices de Diversidade de Shannon (H) e dominância de Simpson (Is) não apresentaram diferença significativa entre os dois sistemas (Tabela 3). Este resultado pode ser explicado devido ao fato do SPD estar implantado faz muitos anos e não ter sofrido grandes impactos decorrentes de práticas agrícolas como aração, gradeação, queimadas, entre outros, os quais prejudicam as populações da fauna do solo. Desta forma pôde-se observar uma proximidade da abundância e diversidade da fauna do solo nos dois sistemas.

Tabela 2. Médias do número de organismos do (SPD) e do (SMN), Morro Redondo, RS, 2007.

Sistemas	Médias dos organismos	5%
Sistema de Produção Diversificado (SPD)	36.312500	a ¹
Sistema de Mata Nativa (SMN)	32.640625	a

¹Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado.

Tabela 3. Índices de diversidade de Shannon, dominância de Simpson e abundância da fauna edáfica em cada um dos sistemas estudados (SPD = sistema de produção diferenciado; SMN = sistema de mata nativa), Morro Redondo, RS, 2007.

Sistemas	H	Is	Abundância
SPD	1,32	2,96	4858
SMN	1,33	2,84	4165

A abundância de indivíduos da fauna edáfica, avaliada pelas armadilhas, variou de 4165 indivíduos no Sistema de Mata Nativa (SMN) a 4858 no Sistema de Produção Diversificado (SPD). Em termos de diversidade biológica, foram obtidos com as armadilhas de 7 a 14 grupos taxonômicos, apresentando uma pequena variação entre os dois sistemas (Tabela 3 e 5).

Embora a fauna edáfica nos dois sistemas tenha se mostrado aproximada em termos de abundância (Tabela 4), constatou-se um maior número de organismos no SPD o que pode estar relacionado à rotação de culturas e a um maior aporte de resíduos orgânicos provenientes da adição de esterco de frango neste sistema, bem como restos de cultura e roçado deixados sobre o solo, resultando em maior abundância da fauna edáfica.

Com relação a diversidade de grupos, esta foi maior no SMN (Tabela 5). Isto se deve ao fato deste ecossistema estar em equilíbrio e não sofrer interferências. Segundo Warren e Zou (2002), a diversidade vegetal oferece diferentes recursos alimentares que influenciam na quantidade e qualidade da serrapilheira ingerida pela fauna do solo, controlando assim o índice de

abundância dos organismos em um local. Portanto, as intervenções na cobertura vegetal promovem alterações na abundância e diversidade da Fauna Edáfica (AZEVEDO et al., 2000), o que justifica uma menor diversidade no SPD.

A maior abundância de organismos epigeicos (que vivem na superfície do solo) no SPD em relação aos organismos encontrados no interior de solo no mesmo sistema também pode ser atribuída ao incremento de matéria orgânica (Tabela 5). No SMN pode-se observar que isto não ocorreu, visto que ambos apresentam praticamente a mesma abundância de organismos nos fatores fauna de superfície e fauna de interior de solo.

Os organismos encontrados em maior abundância em ambos os sistemas estão representados pelos ácaros, colêmbolos e formigas (Tabela 4). Sendo que ocorreu maior abundância de ácaros no SMN em relação ao SPD, enquanto o número de colêmbolos aparece em maior quantidade no SPD do que no SMN. Esta maior concentração de colêmbolos no SPD pode estar relacionada à maior concentração de matéria orgânica nas proximidades da superfície, visto que estes organismos são preferencialmente epigeicos. Estima-se que 95% dos microartrópodos de solo sejam constituídos por Acari e Collembola (SEASTEDT, 1984) e suas populações são consideradas como bastante sensíveis a alterações do ambiente. Em decorrência dessas características essa mesofauna tem sido utilizada como indicadora de impactos ambientais em agroecossistemas.

ESTUDO PRELIMINAR DA FAUNA EDÁFICA EM DOIS ECOSISTEMAS NO MUNICÍPIO DE MORRO
REDONDO, RS, BRASIL
MORSELLI et al.

Tabela 4. Abundância de organismos da fauna edáfica coletados nos Sistemas de Produção Diversificados e Sistema de Mata Nativa. Morro Redondo, RS, 2007.

Organismos	Sistema de Produção Diversificado (SPD)	Sistema de Mata Nativa (SMN)
Ácari	766	1808
Collembola	2506	1640
Thysanuro	02	07
Crustáceo	00	68
Hymenoptera	977	360
Araneae	40	53
Díptero	69	84
Coleóptero	77	27
Quilópode	04	03
Lagarta	01	16
Camoatim	07	07
Scorpionida	01	02
Oligochaeta	00	03
Isopoda	377	62
Symphyplenoos	24	07
Dipluro	07	18
Total	4858	4165

apresenta uma maior atividade no sistema de plantio direto em relação ao convencional, pois áreas trabalhadas sob sistema de plantio direto apresentam melhores condições para a atividade biológica do solo, pela oferta constante de matéria orgânica (energia e nutrientes), conserva a umidade e por ser um solo melhor estruturado tem boas condições de aeração, proporcionando um ambiente propício à vida do solo.

As formigas foram encontradas em abundância no SPD, o que pode ser explicado pela reduzida presença de vegetação nativa. Áreas degradadas bem como ambientes com baixa biodiversidade tendem a ter alta dominância de espécies e baixo índice de diversidade (ODUM, 1989). O crustáceo (camarão) foi encontrado apenas no SMN devido ao fato desses animais estarem relacionados à diversidade da serrapilheira.

Tabela 5. Abundância fauna edáfica encontrada na superfície e interior do solo e número de grupos, coletada nos Sistema de Produção Diversificada (SPD) e Sistema de Mata Nativa (SMN), Morro Redondo, RS, 2007.

Sistemas	Fauna edáfica de superfície (epigeica)	Fauna edáfica de interior de solo	Nº de grupos fauna edáfica de superfície	Nº de grupos fauna edáfica de interior de solo
SPD	3276	1387	11	7
SMN	2080	2098	14	11

CONCLUSÕES

número de colêmbolos, formigas e tatu-bola.

No Sistema de Mata Nativa os ácaros são os organismos mais representativos.

A abundância da fauna edáfica é pouco alterada pelo Sistema de Produção Diversificada.

O manejo com práticas agrícolas menos agressivas ao meio ambiente durante muitos anos permite atingir uma abundância considerável de organismos edáficos.

O menor revolvimento do solo, as mudanças menos drásticas da temperatura e umidade do solo e a manutenção da cobertura vegetal, favorecem o incremento de matéria orgânica favorecendo a proliferação de organismos no solo.

A diferente composição da comunidade de organismos do solo é, portanto, o reflexo do manejo do mesmo.

AGRADECIMENTO

Ao Técnico Sérgio Luiz Brisolara da Rosa do Departamento de Solos da Universidade Federal de Pelotas, pelo apoio e colaboração prestada na execução deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ESTUDO PRELIMINAR DA FAUNA EDÁFICA EM DOIS ECOSISTEMAS NO MUNICÍPIO DE MORRO
REDONDO, RS, BRASIL
MORSELLI et al.

eus. **biologia dos solos dos cerrados**. Planaltina: EMBRAPA/CPAC,
1997. p. 363-443.

AZEVEDO, V. F. de.; LIMA, D. de; CORREIA, M. E. F. et al. **Fauna do solo em diferentes sistemas de plantio e manejo no Planalto Médio do Rio Grande do Sul** . In: FERTIBIO, 2000, Santa Maria/RS: UFSM. 2000. CD-ROM.

BACHELIER, G. La faune dès sols: **Son écologie et son action**. Paris, ORSTOM, 1978. 391p.

BERTOL, I.; ALBUQUERQUE, J. A.; LEITE, D. et al. Propriedades físicas do solo sob preparo convencional e semeadura direta em rotação e sucessão de culturas, comparadas às do campo nativo. **Revista Brasileira de ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, 2004.

COLEMAN, D. C.; HENDRIX, P. F. **Invertebrates as webmasters in Ecosystems**. London, CABI Publishing, 2000. 336p.

CUNHA, N. G. da; SILVEIRA, R. J. da C. **Estudo dos solos do município de Pelotas**. Pelotas: EMBRAPA/CPACT, Ed. UFPel. 1996. 54p.

CURRY, J. P.;BYRNE, D.; BOYLE, K. E. The earthworms population of a winter cereal field and its effects on soiland nitrogen turnover. **Biology and Fertility of Soils**, v.19, 1995.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação. 1999. 412p

MELO, L. A. S.; LIGO, M. A. V. **Amostragem de solo e uso de “litterbags” na avaliação populacional de microartrópodos edáficos**.

ESTUDO PRELIMINAR DA FAUNA EDÁFICA EM DOIS ECOSISTEMAS NO MUNICÍPIO DE MORRO
REDONDO, RS, BRASIL
MORSELLI et al.

<http://www.cnpma.embrapa.br> Acesso em: 03 jun.2007/.

ODUM, E. P. **Ecologia**. 3.ed. La Habana, Cuba: Edición Revolucionaria, 1989. 639p.

SCHIERHOLZ, T. Dinâmica biológica de fragmentos florestais. **Ciência Hoje**, v.12, n.17, 1991.

SEASTEDT, T. R. The role of microarthropods in decomposition and mineralization processes. **Annual Review of Entomology**, v.29, 1984.

TEIXEIRA, M. B.; COURA NETO, A. B.; PASTORE, U. et al. **Vegetação: as regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos, estudo fitogeográfico**. In: Levantamento de recursos naturais. Rio de Janeiro: IBGE, v.33, 1986.

WARREWN, M. W.; ZOU, X. Soil macrofauna and litter nutrients in three tropical tree plantations on a disturbed site in Puerto Rico. **Forest Ecology and Management**, v. 170, 2002.

ZONTA, E. P.; MACHADO, A. A. **SANEST** – Sistema de Análise Estatística para Microcomputadores. Registrado na Secretaria Especial de Informática sob nº 066060-categoria A. Pelotas, RS: Universidade Federal de Pelotas. 1984.

EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO INICIAL DE PLÂNTULAS *Anadenanthera pavonina* L.

Edna Ursulino Alves¹; Leonaldo Alves de Andrade¹; Anarlete Ursulino Alves²; Edson de Almeida Cardoso³; Edilma Pereira Gonçalves⁴; Evio Alves Galindo³; Severino do Ramo Nascimento dos Santos³; Cosmo Rufino de Lima³

¹Professores do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, C.P. 02, CEP: 58397-000 Areia-PB, e-mail: ednaursulino@cca.ufpb.br; ²Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB; ³Alunos do Curso de Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB; ⁴Bolsista PRODOC-CAPEs no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB

RESUMO: *Anadenanthera pavonina* L. é uma Fabaceae de porte arbóreo, originária da Ásia tropical, sendo bastante utilizada para reflorestamentos, como planta ornamental e como fornecedora de madeira de boa qualidade. Além disto, pode ser útil em tratamentos de infecções pulmonares e oftalmia crônica. Com o objetivo de avaliar a influência de diferentes substratos na germinação e vigor de sementes de *A. pavonina* foi conduzido um experimento em casa de vegetação pertencente ao Laboratório de Ecologia Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba. Foram comparados os substratos areia lavada (T₁); areia lavada + vermiculita na proporção de 1:1 (T₂), 3:1 (T₃) e 1:3 (T₄); terra vegetal (T₅), terra vegetal + areia lavada na proporção de 1:1 (T₆), 3:1 (T₇) e 1:3 (T₈), terra vegetal + vermiculita na proporção de 1:1 (T₉), 3:1 (T₁₀) e 1:3 (T₁₁), vermiculita (T₁₂), Bioclone® (T₁₃), Bioplant® (T₁₄) e Plugmix® (T₁₅). O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com 15 tratamentos (substratos) e quatro repetições de 25 sementes. A avaliação do efeito foi feita através da determinação de: porcentagem de germinação, primeira contagem, índice de velocidade, tempo médio e frequência relativa de germinação, comprimento e massa seca da raiz e parte aérea das plântulas. Diante dos resultados, constatou-se que o substrato vermiculita é adequado para condução de testes de germinação e vigor com sementes de *A. pavonina*.

Palavras-chave: tento, qualidade de sementes, espécie exótica, propagação.

EMERGENCY AND INITIAL GROWTH OF SEEDLING *Adenanthera pavonina* L.

ABSTRACT: *Anadenanthera pavonina* L. is a woody leguminosous, native from tropical Asia. It's commonly used in recomposition programs of degraded areas, as an ornamental plant, and for wood production. In addition, it can be useful in pulmonary affections and chronic opthalmic. To evaluate the effect of different substrates on germination and vigor seeds of *Anadenanthera pavonina* L it was carried out experiments in a greenhouse belong to Laboratory of Vegetable Ecology of Agrarian Sciences Center (Federal University of

Paraíba). The substrata evaluated were washed sand (T₁); washed sand + vermiculite in the proportion of 1:1 (T₂), 3:1 (T₃) and 1:3 (T₄); vegetable earth (T₅), vegetable earth + washed sand in the proportion of 1:1 (T₆), 3:1 (T₇) and 1:3 (T₈), vegetable earth + vermiculite in the proportion of 1:1 (T₉), 3:1 (T₁₀) and 1:3 (T₁₁), vermiculite (T₁₂), Bioclone® (T₁₃), Bioplant® (T₁₄) and Plugmix® (T₁₅). Which were arranged in a completely randomized design fifteen treatments (substrata) and four replications of 25 seeds. To find the best substrata was evaluated through rate and emergence percentage, first count, medium time and relative frequency of emergency, length and dry mass of the root and aerial part of the seedlings. It was verified that the commercial substratum vermiculite is adapted for conduction of germination tests and vigor with *A. pavonina* seeds.

Keywords: tento, seeds quality, exotic species, propagation.

INTRODUÇÃO

A espécie *Anadenanthera pavonina* L., popularmente conhecida como tento, carolina ou olho-de-dragão, pertence à família *Fabaceae*, sub-família *Mimosoideae*. É uma planta de porte arbóreo, nativa da Ásia tropical com altura entre 15 a 20 metros, sendo utilizada em reflorestamentos, como planta ornamental e forrageira na Tailândia (AKKASAENG, 1989). O cozimento das sementes e da madeira permite seu uso no tratamento de infecções pulmonares, podendo, também, o produto ser aplicado externamente no tratamento da oftalmia crônica (BABURAJ e GUNASEKARAN, 1993). É uma espécie de crescimento rápido servindo como bom dossel para plantas herbáceas, arbustivas e trepadeiras que não toleram altas intensidades luminosas (BASU e CHAKRAVERTY, 1986). O cerne desta árvore, de coloração vermelha é usado como um substituto da madeira do sândalo-vermelho (*Pterocarpus sandalinus* L.), muito utilizado em construções (BABURAJ e GUNASEKARAN, 1993).

Informações sobre sementes florestais, especialmente no que diz respeito à padronização e ao aperfeiçoamento de métodos de análise têm sido motivo de estudo por parte de pesquisadores e analistas de sementes, em função da falta de prescrições para a condução de testes de germinação (OLIVEIRA et al., 1989), uma vez que a diversidade de espécies arbóreas ocasiona, naturalmente, uma grande diversidade de sementes que variam bastante em seus aspectos morfológicos e fisiológicos, dificultando assim, as atividades de coleta e beneficiamento de sementes, bem como a produção de mudas. Entretanto, pouca atenção vem sendo dada a essas espécies (CARVALHO et al., 1980), o que pode ser atribuído à falta de interesse dos viveiristas e às dificuldades na obtenção de suas sementes (NASSIF e PEREZ, 1997).

As atividades metabólicas da semente e que culminam com a efetiva retomada de crescimento pelo eixo embrionário se aceleram à medida que a semente, posta no substrato apropriado, absorve água, por isso, num teste de germinação, o substrato deve permanecer uniformemente úmido, a fim de suprir as sementes da quantidade de água necessária ao processo germinativo (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

Deve-se salientar que em geral, o excesso de umidade provoca decréscimos na germinação, pois impede a penetração de oxigênio e reduz todo o processo metabólico resultante, além de aumentar a incidência de fungos, levando à redução no vigor (PEREZ et al., 1999). Para Martins et al. (1999), uma germinação rápida e uniforme das sementes, seguida por

imediate emergência das plântulas são características altamente desejáveis, pois quanto maior o tempo que as plântulas permanecerem nos estádios iniciais de desenvolvimento e demorarem a emergir no solo, mais vulnerável estarão às condições adversas do meio.

Dados referentes ao tipo de substrato são fundamentais no processo germinativo e estabelecimento da muda. Popinigis (1985), Albuquerque et al. (1998) e Nogueira et al. (2003) relataram que o substrato apresenta grande influência na germinação, uma vez que fatores como estrutura, aeração, capacidade de retenção de água e grau de contaminação por patógenos podem variar segundo o material utilizado. O substrato deve manter uma proporção adequada entre a disponibilidade hídrica e aeração, o qual não deve ser umedecido em excesso para evitar que uma película de água envolva a semente, restringindo a penetração de oxigênio (SCALON et al., 1993).

A composição do substrato é um fator que desempenha papel importante na germinação e no desenvolvimento da planta, exercendo influência na arquitetura do sistema radicular e no estado nutricional das plantas (CARVALHO FILHO et al., 2002). Souza et al. (1995) afirmam que dentre as características físicas, as propriedades de aeração e retenção de umidade são as mais importantes num substrato, que deve ser suficientemente poroso para permitir a difusão de oxigênio para as raízes.

Na escolha do material para substrato, deve ser levado em consideração o tamanho da semente, sua exigência com relação à umidade,

sensibilidade ou não à luz e ainda, a facilidade que este oferece para o desenvolvimento e avaliação das plântulas (POPINIGIS, 1985; FIGLIOLIA et al., 1993), uma vez que o substrato constitui o suporte físico no qual a semente é colocada e tem a função de manter as condições adequadas para a germinação e o desenvolvimento das plântulas (FIGLIOLIA et al., 1993).

O bom substrato deve manter a proporção adequada entre a disponibilidade de água e aeração, não devendo ser umedecido em excesso para evitar que a película de água envolva completamente a semente, restringindo a entrada e absorção de oxigênio (VILLAGOMEZ et al., 1979). Sendo assim, Brasil (2009) enfocou que a escolha do tipo de substrato deve ser feita em função das exigências da semente em relação ao seu tamanho e formato.

Quanto à influência do substrato na emergência e crescimento inicial de plântulas, Alves et al. (2008) verificaram que os substratos areia e vermiculita foram responsáveis pelos melhores desempenhos, sendo recomendados para condução de testes de emergência de plântulas de *Erythrina velutina* Willd. Para *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Toledo, solos arenosos propiciaram a maior porcentagem de emergência de plântulas (BOCCHESE et al., 2008).

Os substratos areia e vermiculita, isolados ou em combinação foram mais eficientes que os substratos comerciais plantmax® e bioplant® na promoção da porcentagem e da velocidade de emergência de plântulas de *Rollinia mucosa* (Jacq.) Baill (FERREIRA et al., 2010). Para *Peltophorum*

dubium (Spreng.) Taubert, Alves et al. (2011) constataram que o substrato areia lavada + vermiculita na proporção de 3:1 foi responsável pelos maiores percentuais de emergência de plântulas.

Tendo em vista as poucas informações da biologia da maioria das espécies florestais e, frente à possibilidade de múltiplos usos econômicos e ecológicos da *Anadenanthera pavonina* L., o presente trabalho objetivou avaliar a influência de diferentes substratos na germinação e vigor de sementes desta espécie em condições de casa-de-vegetação.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em casa de vegetação do viveiro de Ecologia Vegetal do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, em Areia-PB a 6°58'12''S e 35°42'15''W. A região encontra-se numa altitude de 574,62m, com temperatura média anual entre 23-24°C e precipitação de 1.400mm.

As sementes de *A. pavonina* foram coletadas diretamente do chão, embaixo de dez árvores matrizes no município de Areia, no mês de março, que coincide com a época de deiscência dos frutos. Após a coleta, estas foram acondicionadas em embalagem de papel e permaneceram no Laboratório de Análise de Sementes, sob condições naturais, até a instalação do experimento. No início do experimento determinou-se o teor de água das

sementes pelo método padrão da estufa a $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas, conforme metodologia de BRASIL (2009).

Depois de submetidas à escarificação manual com lixa d'água na região oposta aquela da emissão da radícula, as sementes foram semeadas em bandejas plásticas perfuradas no fundo, com dimensões de 29 x 22 x 10cm de comprimento, largura e profundidade, respectivamente, entre os seguintes substratos: areia lavada (T₁); areia lavada + vermiculita na proporção de 1:1 (T₂), 3:1 (T₃) e 1:3 (T₄); terra vegetal (T₅), terra vegetal + areia lavada na proporção de 1:1 (T₆), 3:1 (T₇) e 1:3 (T₈), terra vegetal + vermiculita na proporção de 1:1 (T₉), 3:1 (T₁₀) e 1:3 (T₁₁), vermiculita (T₁₂), Bioclone® (T₁₃), Bioplant® (T₁₄) e Plugmix® (T₁₅). Durante a condução do experimento as bandejas permaneceram em bancadas de alvenaria, em casa de vegetação, sob condições ambientais não controladas. O umedecimento diário constou de regas manuais com regadores até o início da drenagem natural. Para avaliação do efeito dos tratamentos determinou-se as seguintes características:

Emergência - foram utilizadas 100 sementes por tratamento, divididas em quatro repetições de 25. As contagens do número de sementes germinadas iniciaram-se aos sete e estenderam-se até os 16 dias após a semeadura, considerando-se como critério de avaliação, as plântulas que apresentavam os cotilédones acima do solo, com os resultados expressos em porcentagem; **primeira contagem de emergência** - correspondente à porcentagem acumulada de plântulas normais, com valores registrados no

nono dia após o início do teste; **índice de velocidade de emergência (IVE)** - realizou-se contagens diárias das plântulas normais emersas durante 16 dias, cujo índice foi calculado conforme a fórmula proposta por Maguire (1962); **tempo médio e frequência relativa de emergência** - avaliados de acordo a fórmula proposta por Labouriau e Valadares (1976); **comprimento de plântulas** - aos 16 dias após a sementeira, as plântulas normais foram retiradas das bandejas, os cotilédones removidos e medidos o comprimento da raiz principal e da parte aérea com o auxílio de uma régua graduada em centímetros, calculando-se o comprimento médio por plântula, em cada repetição e **massa seca de plântulas** - após a contagem final no teste de germinação, as plântulas anteriormente medidas foram submetidas, a secagem em estufa regulada a 65°C até atingirem peso constante, cujos resultados foram expressos em g plântula⁻¹.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso e os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Scott e Knott, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos resultados da figura 1 verifica-se que houve diferença significativa entre os substratos utilizados, onde se constatou que o Bioclone® (T₁₃) e Bioplant® (T₁₄) proporcionaram as menores porcentagens de emergência, enquanto os demais substratos utilizados

propiciaram um percentual de germinação acima de 90%. O teor de água das sementes por ocasião da colheita e também no momento de realização dos testes foi de 9%. Assim, percebe-se que esses substratos não forneceram as condições ideais de umidade e oxigenação, de forma que as sementes não puderam expressar o seu máximo vigor.

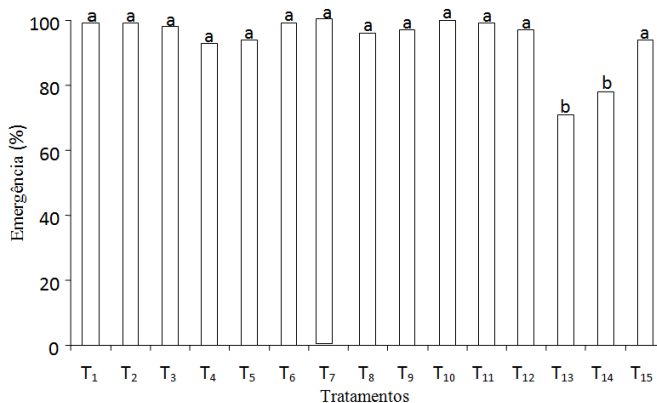


Figura 1. Emergência de plântulas de *A. pavonina* em função de diferentes substratos. (areia lavada (T₁); areia lavada + vermiculita na proporção de 1:1 (T₂), 3:1 (T₃) e 1:3 (T₄); terra vegetal (T₅), terra vegetal + areia lavada na proporção de 1:1 (T₆), 3:1 (T₇) e 1:3 (T₈), terra vegetal + vermiculita na proporção de 1:1 (T₉), 3:1 (T₁₀) e 1:3 (T₁₁), vermiculita (T₁₂), Bioclone® (T₁₃), Bioplant® (T₁₄) e Plugmix® (T₁₅). CV (%) - 4,04.

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Scott e Knott.

A eficiência do substrato areia em aumentar a porcentagem de germinação de sementes de *Hancornia speciosa* Gomes foi relatada por Nogueira et al. (2003). Em contrapartida, Andrade et al. (2000) constataram que os substratos solo e vermiculita foram responsáveis por elevados

percentuais de germinação em sementes de *Genipa americana* L., enquanto Moniz-Brito e Ayala-Osuña (2005) também verificaram que o substrato terra vegetal + vermiculita proporcionou um aumento significativo na porcentagem de emergência de plântulas de *Ziziphus joazeiro* Mart., em relação a outros substratos utilizados (terra vegetal pura, terra vegetal + areia, e terra vegetal + serragem).

Os substratos testados nesse estudo influenciaram sensivelmente a germinação das sementes de *A. pavonina*, conforme constatada pela análise dos resultados. Além da capacidade de retenção dos substratos é provável que as características intrínsecas que regulam o fluxo de água das sementes possam ter influenciado os resultados. A variação na disponibilidade de água dos substratos, fator comum nesse tipo de trabalho causa frequentemente prejuízos à germinação das sementes, provocando diferenças entre as médias (PETERSON e COOPER, 1979). Dos substratos testados, apenas o Bioclone® e Bioplant® mostraram-se desfavoráveis para a germinação das sementes.

Quanto a primeira contagem de emergência (Figura 2), os maiores valores foram obtidos com as sementes semeadas no substrato vermiculita (T₁₂) e os menores com aquelas semeadas em Bioplant® (T₁₄), seguidas por aquelas do Plugmix® (T₁₅).

As propriedades físico-químicas da vermiculita possibilitam uma alta capacidade de retenção de água e condições ideais de aeração, o que a torna um substrato adequado para a utilização em ensaios de germinação

(ANDRADE et al., 1999). Andrade et al. (2000) verificaram, na germinação de sementes de *Genipa americana* L. em vermiculita, que substratos constituídos por partículas maiores apresentam maior espaço vazio, menor densidade aparente (ou menor grau de compactação), maior arejamento e, portanto, maiores facilidades para a emergência das plântulas.

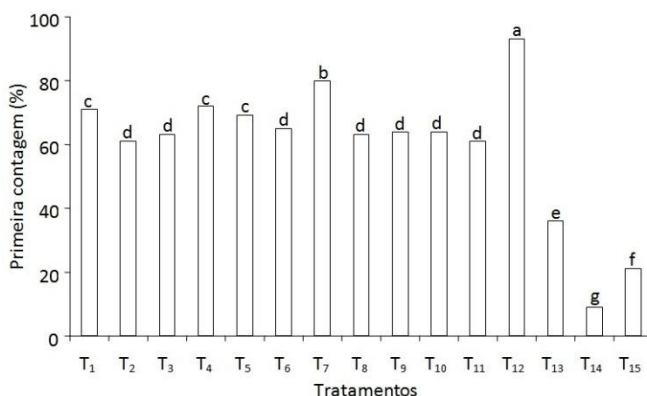


Figura 2. Primeira contagem de emergência de plântulas de *A. pavonina*, em função de diferentes substratos. (areia lavada (T₁); areia lavada + vermiculita na proporção de 1:1 (T₂), 3:1 (T₃) e 1:3 (T₄); terra vegetal (T₅), terra vegetal + areia lavada na proporção de 1:1 (T₆), 3:1 (T₇) e 1:3 (T₈), terra vegetal + vermiculita na proporção de 1:1 (T₉), 3:1 (T₁₀) e 1:3 (T₁₁), vermiculita (T₁₂), Bioclone® (T₁₃), Bioplant® (T₁₄) e Plugmix® (T₁₅)). CV (%) - 8,77.

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Scott e Knott.

Trabalhos como os realizados por Melo et al. (2004) com sementes *Hymenaea intermedia* var. *adenotricha* (Ducke) Lee e Lang e por Ramos et

al. (2003) com *Zeyhera tuberculosa* (Vell.) Bur., também demonstram a eficácia da vermiculita na uniformidade de germinação e emergência de plântulas.

Com relação ao índice de velocidade de germinação, mais uma vez, as sementes germinadas em vermiculita (T₁₂) foram responsáveis pelos maiores valores. Os menores índices foram registrados com as sementes do Bioplant® (T₁₄), seguidas por aquelas do Bioclone® (T₁₃) e Plugmix® (T₁₅). Em testes realizados em laboratório com sementes de *Adenanthera pavonina*, Fanti e Perez (1999) observaram que os substratos papel, algodão e vermiculita propiciaram maior índice de velocidade de germinação (Figura 3).

Comportamento semelhante foi constatado por Andrade et al. (2006) quando encontraram os maiores valores de velocidade de emergência de plântulas de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. Ex Benth quando utilizaram o substrato sobre vermiculita.

Ao avaliar o comportamento germinativo de sementes de *Euterpe edulis* Mart. em diferentes substratos, Aguiar (1990) observou que, em condições de casa de vegetação, o substrato vermiculita apresentou superioridade em relação ao substrato terra vegetal. Andrade et al. (1999), trabalhando com palmitero, também constataram que a velocidade de emergência das plântulas foi maior em substrato contendo vermiculita. Comportamento semelhante foi verificado Nogueira et al. (2003) em sementes de *Hancornia speciosa* Gomes.

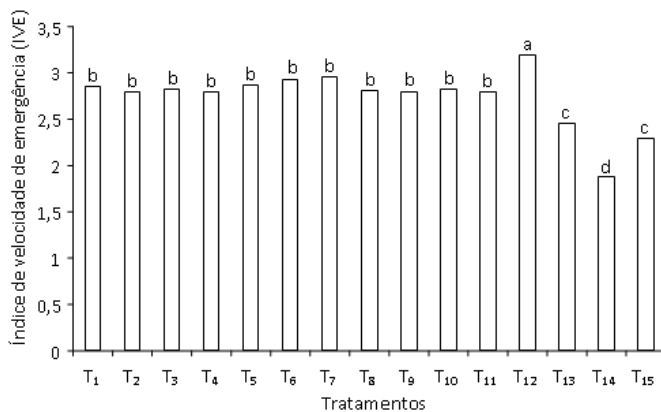


Figura 3. Valores médios de índice de velocidade de emergência de plântulas de *A. pavonina*, em função de diferentes substratos. (areia lavada (T₁); areia lavada + vermiculita na proporção de 1:1 (T₂), 3:1 (T₃) e 1:3 (T₄); terra vegetal (T₅), terra vegetal + areia lavada na proporção de 1:1 (T₆), 3:1 (T₇) e 1:3 (T₈), terra vegetal + vermiculita na proporção de 1:1 (T₉), 3:1 (T₁₀) e 1:3 (T₁₁), vermiculita (T₁₂), Bioclone® (T₁₃), Bioplant® (T₁₄) e Plugmix® (T₁₅)). CV (%) - 5,30.

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Scott e Knott.

Resultados diferentes foram obtidos por Moniz-Brito e Ayala-Osuña (2005) quando constataram que a utilização dos substratos terra vegetal + vermiculita, bem como terra vegetal + serragem promoveu uma maior velocidade de emergência de plântulas de *Ziziphus joazeiro* Mart.

Analisando-se os dados da figura 4, observa-se que as plântulas originadas das sementes semeadas em terra vegetal + areia lavada 1:1 tratamento (T₆), terra vegetal + vermiculita 1:3 (T₁₁) e Bioclone® (T₁₃) encontravam-se com raízes mais compridas. Em contrapartida, o maior

comprimento da parte aérea (Figura 5) foi obtido para as plântulas dos substratos terra vegetal (T₅), terra vegetal + areia lavada 1:3 (T₈) e terra vegetal + vermiculita 3:1 (T₁₀). Moniz-Brito e Ayala-Osuña (2005) obtiveram resultados semelhantes quando verificaram que a utilização dos substratos terra vegetal + vermiculita promoveu um maior comprimento da parte aérea e do sistema radicular de plântulas de *Ziziphus joazeiro* Mart.

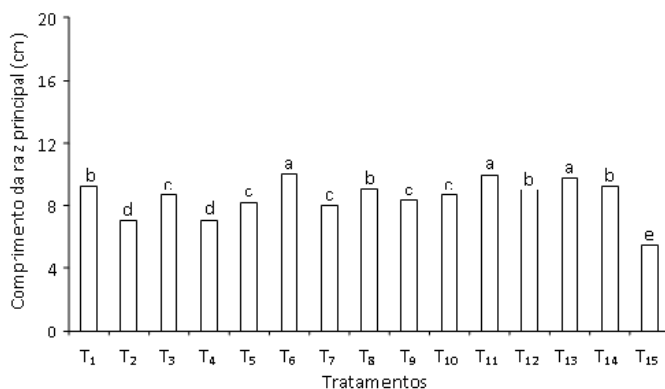


Figura 4. Valores médios de comprimento da raiz principal de plântulas de *A. pavonina*, oriundas de sementes semeadas em diferentes substratos. (areia lavada (T₁); areia lavada + vermiculita na proporção de 1:1 (T₂), 3:1 (T₃) e 1:3 (T₄); terra vegetal (T₅), terra vegetal + areia lavada na proporção de 1:1 (T₆), 3:1 (T₇) e 1:3 (T₈), terra vegetal + vermiculita na proporção de 1:1 (T₉), 3:1 (T₁₀) e 1:3 (T₁₁), vermiculita (T₁₂), Bioclone® (T₁₃), Bioplant® (T₁₄) e Plugmix® (T₁₅)). CV (%) - 5,33.

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Scott e Knott.

Apesar de Souza et al. (1995), terem relatado que o substrato solo + areia apresenta tendência à compactação, comprometendo assim o suprimento hídrico, o arejamento e, conseqüentemente, o crescimento vegetativo, na presente pesquisa, o referido substrato proporcionou um bom desenvolvimento das plântulas de *A. pavonina*, manifestado por maiores comprimentos da raiz principal e da parte aérea.

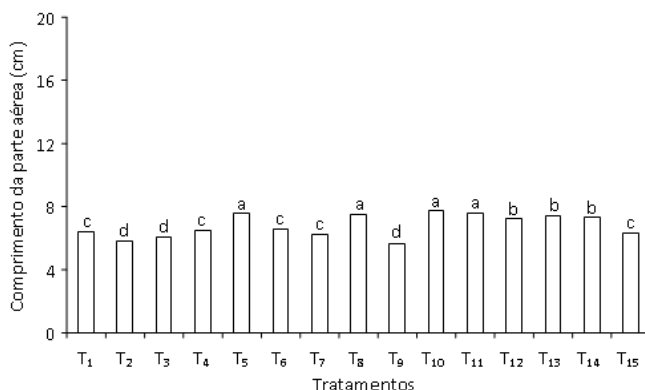


Figura 5. Valores médios de comprimento da parte aérea de plântulas de *A. pavonina*, oriundas de sementes semeadas em diferentes substratos. (areia lavada (T₁); areia lavada + vermiculita na proporção de 1:1 (T₂), 3:1 (T₃) e 1:3 (T₄); terra vegetal (T₅), terra vegetal + areia lavada na proporção de 1:1 (T₆), 3:1 (T₇) e 1:3 (T₈), terra vegetal + vermiculita na proporção de 1:1 (T₉), 3:1 (T₁₀) e 1:3 (T₁₁), vermiculita (T₁₂), Bioclone® (T₁₃), Bioplant® (T₁₄) e Plugmix® (T₁₅)). CV (%) - 3,29.

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Scott e Knott.

Ocorreram diferenças significativas entre os resultados obtidos para massa seca das raízes de plântulas de *A. pavonina* oriundas de sementes semeadas em diferentes substratos, onde os menores valores foram obtidos com o substrato Plugmix® (T₁₅), o que o torna menos indicado para o teste de germinação dessas sementes, uma vez que não favoreceu o desenvolvimento do sistema radicular das plântulas (Figura 6).

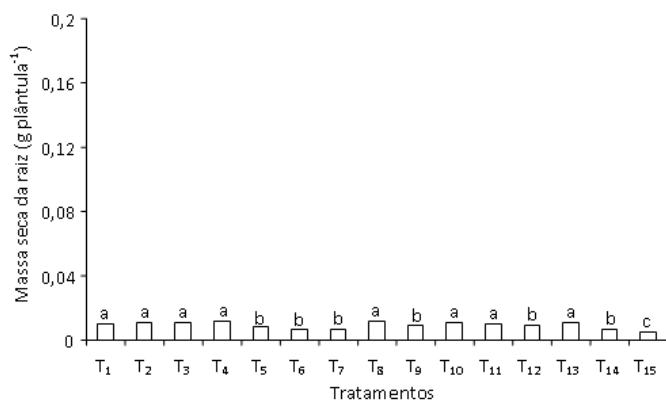


Figura 6. Valores médios de massa seca das raízes de plântulas de *A. pavonina*, oriundas de sementes semeadas em diferentes substratos. (areia lavada (T₁); areia lavada + vermiculita na proporção de 1:1 (T₂), 3:1 (T₃) e 1:3 (T₄); terra vegetal (T₅), terra vegetal + areia lavada na proporção de 1:1 (T₆), 3:1 (T₇) e 1:3 (T₈), terra vegetal + vermiculita na proporção de 1:1 (T₉), 3:1 (T₁₀) e 1:3 (T₁₁), vermiculita (T₁₂), Bioclone® (T₁₃), Bioplant® (T₁₄) e Plugmix® (T₁₅)). CV (%) - 14,35.

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Scott e Knott.

Para a massa seca da parte aérea constatou-se que os maiores valores foram obtidos com as plântulas do substrato areia lavada (T₁). Os substratos areia lavada + vermiculita na proporção de 1:1 (T₂) e Bioclone® (T₁₃) provavelmente mantiveram os menores teores de umidade, bem como uma aeração deficiente o que acabou afetando negativamente o desenvolvimento das plântulas (Figura 7).

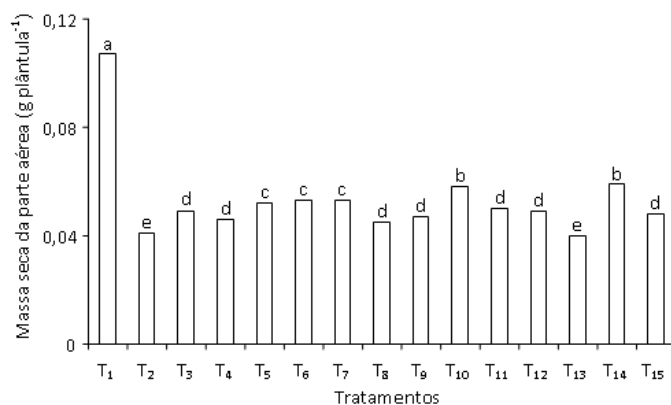


Figura 7. Valores médios de massa seca da parte aérea de plântulas de *A. pavonina*, oriundas de sementes semeadas em diferentes substratos. (areia lavada (T₁); areia lavada + vermiculita na proporção de 1:1 (T₂), 3:1 (T₃) e 1:3 (T₄); terra vegetal (T₅), terra vegetal + areia lavada na proporção de 1:1 (T₆), 3:1 (T₇) e 1:3 (T₈), terra vegetal + vermiculita na proporção de 1:1 (T₉), 3:1 (T₁₀) e 1:3 (T₁₁), vermiculita (T₁₂), Bioclone® (T₁₃), Bioplant® (T₁₄) e Plugmix® (T₁₅)). CV (%) - 7,82.

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Scott e Knott.

Ao trabalhar com *Ziziphus joazeiro* Mart., Moniz-Brito e Ayala-Osuña (2005) verificaram que o substrato terra vegetal + vermiculita propiciou um maior valor de massa seca incorporado em parte aérea e do sistema radicular das plântulas.

De acordo com os dados da figura 8, constatou-se que as sementes do substrato vermiculita (T₁₂) exibiram frequência relativa de germinação superior a 58% no sétimo dia após a semeadura, significando uma uniformidade de germinação satisfatória. Comportamento semelhante foi relatado por Moniz-Brito e Ayala-Osuña (2005) quando trabalharam com *Ziziphus joazeiro* Mart., e verificaram que a utilização da vermiculita permitiu uniformizar, abreviar e aumentar a germinação de suas sementes. Os autores acrescentaram ainda que com o referido substrato, a emergência ocorreu entre 18 e 58 dias após a semeadura, enquanto no controle o processo se iniciou aos 28 dias.

Os substratos areia lavada + vermiculita 1:3 (T₄) e terra vegetal + vermiculita 1:1 (T₉) também demonstraram certa sincronização no processo germinativo, uma vez que a frequência relativa foi acima de 40% no oitavo dia de incubação, enquanto os demais tratamentos foram responsáveis por uma germinação desuniforme.

De uma forma geral, o deslocamento da linha poligonal para a direita ou esquerda do tempo médio, evidencia um atraso no processo germinativo, em consequência da redução do vigor das sementes. Assim, os substratos Bioplant® (T₁₄) e Plugmix® (T₁₅) prejudicaram a germinação e o

desenvolvimento inicial das plântulas de *A. pavonina*, mostrando-se os menos indicados para condução de testes de germinação com sementes da referida espécie.

CONCLUSÃO

O substrato vermiculita é adequado para condução de testes de emergência com sementes de *A. pavonina* em condições de casa de vegetação.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, F. F. A. Efeito de diferentes substratos e condições ambientais na germinação de sementes de *Euterpe edulis* Mart. e *Geonoma schottiana* Mart. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v.4, n.2, p.1-7, 1990.

AKKASAENG, R. Evaluation of trees and shrubs for forage and fuelwood in Northeast Thailand. **International Tree Crops Journal**, India, v.5, n.4, p.209-220, 1989.

ALBUQUERQUE, M. C. F.; RODRIGUES, T. J. D.; MINOHARA, L. et al. Influência da temperatura e do substrato na germinação de sementes de saguaraji (*Colubrina glandulosa* Perk. - Rhamnaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.2, p.108-111, 1998.

ALVES, E. U.; ANDRADE, L. A.; BARROS, H. H. A. et al. Substratos para testes de emergência de plântulas e vigor de sementes de *Erythrina*

velutina Willd., Fabaceae. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.29, n.1, p.69-82, 2008.

ALVES, E. U.; ANDRADE, L. A.; BRUNO, R. L. A. et al. Emergência e crescimento inicial de plântulas de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taubert sob diferentes substratos. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.42, n.2, p.439-447, 2011.

ANDRADE, A. C. S.; LOUREIRO, A. D. O.; SOUZA, F. N. et al. Reavaliação do efeito do substrato e da temperatura na germinação de sementes de palmitreiro (*Euterpe edulis* Mart). **Revista Árvore**, Viçosa, v.23, n.3, p.279-283, 1999.

ANDRADE, A. C. S.; PEREIRA, T. S.; FERNANDES, M. J.; et al. Substrato, temperatura de germinação e desenvolvimento pós-seminal de sementes de *Dalbergia nigra*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.3, p.517-523, 2006.

ANDRADE, A. C. S.; SOUZA, A. F.; RAMOS, F. N. et al. Germinação de sementes de jenipapo: temperatura, substrato e morfologia do desenvolvimento pós-seminal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.3, p.609-615, 2000.

BABURAJ, S.; GUNASEKARAN, K. In vitro propagation of a tree legume *Adenanthera pavonina*. **Indian Botanical Contactor**, India, v.10, p.1-3, 1993.

BASU, D.; CHAKRAVERTY, R. K. Dormancy, viability and germination of *Adenanthera pavonina* L seeds. **Acta Botanica Indica**, India, v.14, n.1, p.68-72, 1986.

BOCCHESI, R. A.; OLIVEIRA, A. K. M.; MELOTTO, A. M. et al. Efeito de diferentes tipos de solos na germinação de sementes de *Tabebuia heptaphylla*, em casa telada. **Cerne**, Lavras, v.14, n.1, p.62-67, 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.

CARVALHO FILHO, J. L. S.; ARRIGONI-BLANK, M. F.; BLANK, A. F. et al. Produção de mudas de *Cassia grandis* L. em diferentes ambientes, recipientes e misturas de substratos. **Revista Ceres**, Viçosa, v.40, n.284, p.341-352, 2002.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. Germinação de sementes. In: CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. p.128-166.

CARVALHO, N. M.; SOUZA FILHO, J. F.; GRAZIANO, T. T. et al. Maturação fisiológica de sementes de amendoim-do-campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.2, n.2, p.23-28, 1980.

FERREIRA, M. G. R.; SANTOS, M. R. A.; SILVA, E. O. et al. Emergência e crescimento inicial de plântulas de biribá (*Rollinia mucosa* (Jacq.) Baill) (Annonaceae) em diferentes substratos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.31, n.2, p.373-380, 2010.

FIGLIOLIA, M. B.; OLIVEIRA, E. C.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Análise de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.M.C.; FIGLIOLIA, M.B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES. 1993. p.137-174.

LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. B. On the germination of seeds of *Calotropis procera*. **Anais da Academia de Ciências**, Rio de Janeiro, v.48, p.174-186, 1976.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination - aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.176-177, 1962.

MARTINS, C. C.; NAKAGAWA, J.; BOVI, M. L. A. Tolerância à dessecação de sementes de palmiteiro (*Euterpe espirosantensis* Fernandes). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.22, n.3, p.391-396, 1999.

MELO, M. G. G., MENDONÇA, M. S.; MENDES, A. M. S. Análise morfológica de sementes, germinação e plântulas de jatobá (*Hymenaea intermedia* Ducke var. *adenotricha* (Ducke) Lee & Lang.) (Leguminosae - Caesalpinioideae). **Acta Amazônica**, Manaus, v.34, n.1, p.9-14, 2004.

MONIZ-BRITO, K. L.; AYALA-OSUÑA, J. T. Influência de diferentes substratos na germinação de sementes de *Ziziphus joazeiro* Mart., Rhamnaceae. **Sitientibus Série Ciências Biológicas**, Feira de Santana, v.5, n.2, p.63-67, 2005.

NASSIF, S. M. L.; PEREZ, S. C. J. G. A. Germinação de sementes de amendoim-do-campo (*Pterogyne nitens* Tul.): influência dos tratamentos para superar a dormência e profundidade de sementeira. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.19, n.2, p.171-178, 1997.

NOGUEIRA, R. J. M. C.; ALBUQUERQUE, M. B.; SILVA JUNIOR, J. F. Efeito do substrato na emergência, crescimento e comportamento estomático em plântulas de mangabeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.1, p.15-18, 2003.

OLIVEIRA, E. C.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. Proposta para a padronização de metodologias em análise de sementes florestais. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.11, n.1/2/3, p.1-42, 1989.

PEREZ, S. C. J. G. A.; FANTI, S. C.; CASALI, C. A. Influência do armazenamento, substrato, envelhecimento precoce e profundidade de sementeira na germinação de canafístula. **Bragantia**, Campinas, v.58, n.1, p.57-68, 1999.

PETERSON, J. R.; COOPER, P. G. Some considerations of water in the germination test. **Seed Science and Technology**, Wageningen, v.7, n.3, p.329-340, 1979.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.

RAMOS, N. P.; MENDONÇA, E. A. F.; PAULA, R. C. Germinação de sementes de *Zeyhera tuberculosa* (Vell.) Bur. (ipê- felpudo). **Revista de Agricultura Tropical**, Cuiabá, v.7, n.1, p.41-52, 2003.

SCALON, S. P. Q.; ALVARENGA, A. A.; DAVIDE, A. C. Influência do substrato, temperatura, umidade e armazenamento sobre a germinação de sementes de pau-pereira (*Platycyamus regnelli* Benth). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.15, n.1, p.143-146, 1993.

SOUZA, A. F., SOUZA, A. D. O.; ANDRADE, A. C. S. et al. Germinação e desenvolvimento pós-seminal de *Genipa americana*. **Informativo ABRATES**, Brasília, v.5, n.2, p.195, 1995.

VILLAGOMEZ, Y.; VILLASENOR, R.; SALINAS, J. R. **Lineamiento para el funcionamiento de un laboratorio de semillas**. Mexico: INIF, 1979. 23p. (Boletín divulgativo, 48).

EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO INICIAL DE PLÂNTULAS *Anadenanthera pavonina* L.
ALVES et al.

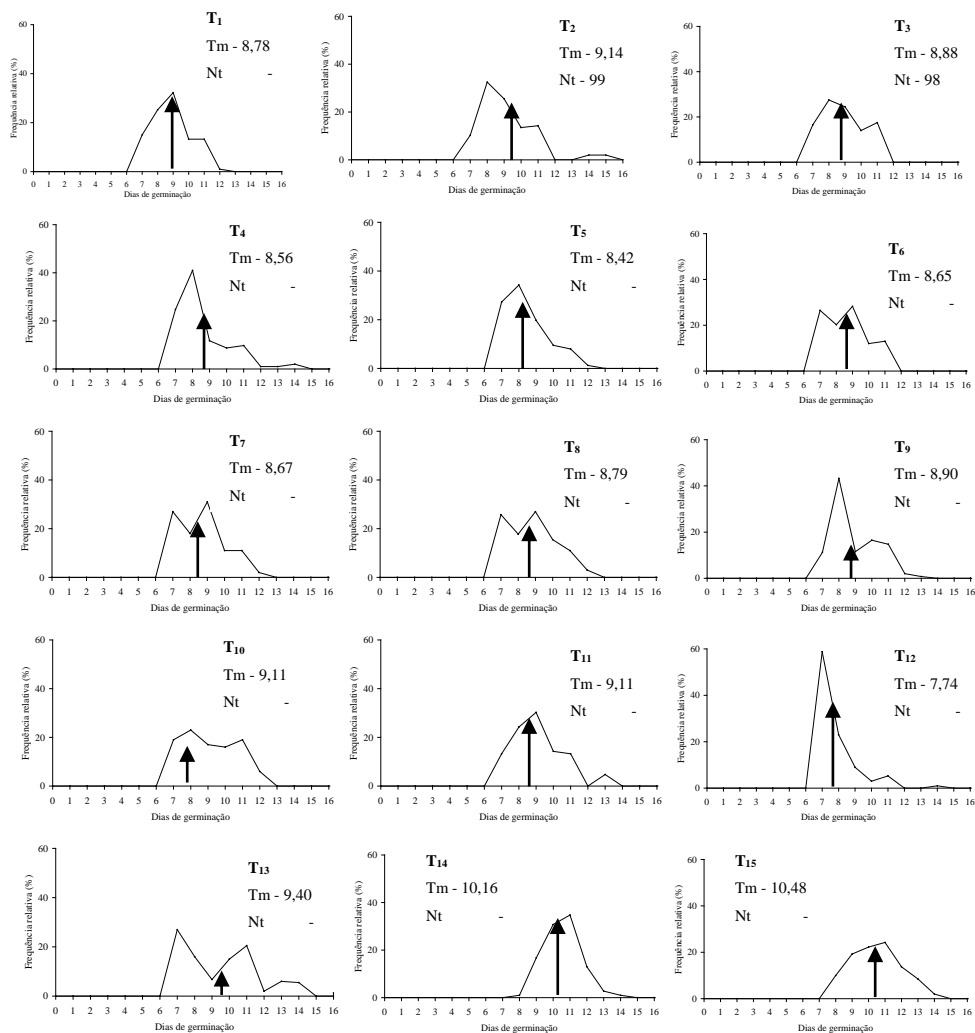


Figura 8. Frequência relativa de emergência de plântulas de *A. pavonina* oriundas de sementes submetidas a diferentes substratos. (Nt = número total de sementes germinadas e Tm = tempo médio de germinação em dias).

ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS EM TRÊS CICLOS DE SELEÇÃO ENTRE E DENTRO DE PROGÊNIES DE MEIOS-IRMÃOS NA VARIEDADE DE MILHO SÃO FRANCISCO

Hélio Wilson Lemos de Carvalho¹; Cinthia Souza Rodrigues²; Camila Rodrigues Castro²

¹ Pesquisador, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Caixa Postal 44, CEP 49025-040 Aracaju, SE, e-mail: helio@cpatc.embrapa.br; ² Estagiárias, Embrapa Tabuleiros Costeiros/ UFS, Aracaju, SE

RESUMO: Após a realização de diversos ciclos de seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos na variedade de milho São Francisco, a referida variedade detém uma quantidade apreciável de variabilidade genética, o que seu potencial em responder à seleção com vistas ao aumento da produtividade de espigas, com o desenvolver de novos ciclos de seleção. Por essa razão, submeteu-se essa variedade aos ciclos XVI, XVII e XVIII de seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos, no Nordeste brasileiro, no período de 2002 a 2004, visando obter estimativas de parâmetros genéticos, para posterior verificação do comportamento da variabilidade genética. Avaliaram-se, em cada ciclo, 196 progênies de meios-irmãos, em blocos ao acaso, com duas repetições, realizando-se as recombinações das progênies selecionadas dentro do mesmo ano agrícola, de modo a se obter um ciclo/ano. As magnitudes dos parâmetros genéticos evidenciaram que a variedade São Francisco possui variabilidade genética ao final do ciclo XVIII de seleção, a qual fornece perspectivas de aumentos subseqüentes de produção de espigas, o que associado ao seu rendimento apresentado, faz essa variedade alternativa importante para a agricultura regional.

Palavras-chave: *Zea mays* L., melhoramento intrapopulacional, progressos genéticos.

GENETIC PARAMETERS ESTIMATES IN THREE SELECTION CYCLES AMONG AND WITHIN HALF SIB FAMILIES IN THE MAIZE VARIETY SAN FRANCISCO

ABSTRACT: After several selection cycles among and within half sib families in the maize variety San Francisco it was observed an appreciable amount of genetic variability to continue with new selection cycles looking for increasing ear productivity. In this way were carried out the selection cycles XVI, XVII and XVIII in the Brazilian Northeast region, in the period from 2002 to 2004. The objectives were to obtain genetic parameters estimates in order to verify the genetic variability. From each selection cycle were evaluated 196 half sib families using the experimental random block with two replications.

ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS EM TRÊS CICLOS DE SELEÇÃO ENTRE E DENTRO DE PROGÊNIES DE MEIOS-IRMÃOS NA VARIEDADE DE MILHO SÃO FRANCISCO
CARVALHO et al.

The selected families were recombined in the same agricultural year obtaining a cycle/year. The genetic parameters estimates evidenced that the San Francisco maize variety showed genetic variability at the end of the selection cycle XVIII. This evidence shows that it is possible to get genetic gains in increasing ear production and shows the importance of this variety for the regional agriculture.

Keywords: *Zea mays* L., intrapopulational improvement, genetic gain.

INTRODUÇÃO

Diversos ciclos de seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos foram praticados na variedade de milho São Francisco, no Nordeste brasileiro (CARVALHO et al.; 2003a), visando obter estimativas um material melhor adaptado às condições edafoclimáticas da região e de grande interesse para os agricultores de base familiar. De fato, essa variedade após ser avaliada nas mais variadas condições ambientais dessa ampla região, no decorrer de vários anos agrícolas (CARVALHO et al., 2001 e 2002a), consubstanciando-se em alternativa para a agricultura regional. Sementes dessa variedade têm sido largamente produzida e comercializada no Nordeste brasileiro e sua aceitação tem sido plena, por parte dos pequenos e médios proprietários rurais.

Dada a alta variabilidade genética presente nessa variedade (CARVALHO et al., 2003a), novos ciclos de seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos foram praticados nesse material, procurando melhorar cada vez mais a sua adaptação no Nordeste brasileiro.

O método de seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos vem sendo utilizado com sucesso, sendo uma de suas grandes vantagens a

possibilidade de estimação da variância genética aditiva, que é um componente de grande importância, por ser a principal causa de semelhança entre parentes e, conseqüentemente, o responsável pela resposta da população à seleção. Segundo Packer (1988), essa variância quantifica o relacionamento entre o comportamento da unidade de seleção melhorada, além de constituir-se num indicativo de facilidade de identificação de genótipos superiores.

Hallauer e Miranda Filho (1988), em levantamento efetuado no exterior, envolvendo 99 trabalhos, comprovaram a eficiência desse método de seleção, ressaltando que além de sua praticidade, ele é capaz de manter suficiente variabilidade genética para propiciar progressos no decorrer de ciclos de seleção. No Nordeste brasileiro, esse fato tem sido constatado com diversas variedades de milho, conforme relatam Carvalho et al. (2000a, 2000b e 2003b), cuja seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos vem sendo realizada sem sementes remanescentes (um ciclo por ano), o que, segundo Ramalho (1977), proporcionou ganhos anuais maiores do que com o uso de sementes remanescentes (um ciclo a cada dois anos). Essa vantagem é tanto maior quanto maior for à intensidade de seleção entre progênies e maior for à magnitude da variância genética aditiva (RAMALHO, 1977).

O objetivo deste trabalho foi obter estimativas de parâmetros genéticos na variedade de milho São Francisco, a fim de verificar o

espigas, no decorrer de ciclos de seleção.

MATERIAL E MÉTODOS

Após a conclusão do ciclo XV de seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos, com a variedade de milho São Francisco, obtiveram-se, de um campo de recombinação, 196 progênies de meios-irmãos, obedecendo-se aos critérios de competitividade, acamamento e quebramento do colmo, alturas de planta e de inserção da primeira espiga e coloração de grãos. Essas progênies deram seqüência ao programa de melhoramento em execução com essa variedade, no Nordeste brasileiro, desenvolvendo-se os ciclos XVI, em 2002 e o ciclo XVII, em 2003, nos municípios de Nossa senhora das Dores e Simão Dias, e o ciclo XVIII, em 2004, em Simão Dias. A variedade de milho de polinização aberta São Francisco apresenta porte baixo das plantas e de inserção da primeira espiga, ciclo precoce, tolerância ao acamamento e quebramento do colmo, bom empalhamento e grãos semi-dentados com coloração amarelo-laranja.

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com duas repetições das 196 progênies. As parcelas constaram de uma fileira de 5,0m de comprimento, espaçadas de 0,80m e, 0,40m entre covas dentro das fileiras. Foram mantidas duas plantas/cova, após o desbaste. A variedade testemunha BR 106 foi colocada sistematicamente dentro de cada bloco, sendo repetida 14 vezes por bloco. As adubações realizadas nesses ensaios

Após a realização dos ensaios, foi praticada uma intensidade de seleção de 10% entre progênies. As progênies selecionadas foram recombinadas em lotes isolados por despendoamento, e foram selecionadas 196 novas progênies, correspondendo a uma intensidade de seleção de 10% dentro de progênies, no mesmo ano agrícola.

Na colheita foi tomado o peso de espigas de progênie, o qual foi ajustado para 15 % de umidade. Não foi feita a correção para o estande em razão de as parcelas mostrarem número final de plantas bem próximo de ideal. Realizou-se, inicialmente, a análise de variância por local, obedecendo ao modelo em blocos ao acaso. Posteriormente, procedeu-se análise de variância conjunta, obedecendo ao critério de homogeneidade dos quadrados médios residuais. Os quadrados médios das análises de variância conjuntas foram ajustados para o nível de indivíduos, obtendo-se, assim, todas as estimativas nesse nível e expressas em (g/planta)², conforme Vencovsky (1978). As estimativas da variância aditiva (σ^2_A), da variância fenotípica nas próprias plantas (σ^2_F) e entre médias de progênies ($\sigma^2_{F'}$), dos coeficientes de herdabilidade no sentido restrito nas médias de progênies (h^2_m) e de plantas (h^2) foram obtidas pelas seguintes expressões (VENCOVSKY e BARRIGA, 1992).

$$(\sigma^2_A) = 4 (\sigma^2_p)$$

$$(\sigma^2_F) = \sigma^2_p + \sigma^2_{pxl} + \sigma^2_c + \sigma^2_d,$$

$$(\sigma^2_{F'}) = \sigma^2_p + \sigma^2_e/r + \sigma^2_d/nr,$$

$$h^2 = \sigma_A^2 / \sigma_F^2.$$

O índice de variação b foi determinado pela relação CV_g/CV_e , em que CV_g = coeficiente de variação genotípico, e o CV_e é o coeficiente ambiental. O progresso esperado, quando se utiliza a seleção entre e dentro de progênis de meios-irmãos, dentro do mesmo ano agrícola foi estimado pela fórmula: $G_s = K_1 \cdot \sigma_p^2 / (\sigma_F^2) + K_2 \cdot (3/8) \cdot \sigma_A^2 / \sigma_d^2$, em que, K_1 : diferencial de seleção estandardizado, que depende da intensidade de seleção entre progênis = 10% (1,755); K_2 : diferencial de seleção estandardizado, que depende da intensidade de seleção dentro de progênis = 10% (1,755); σ_d : desvio-padrão fenotípico dentro de progênis de meios-irmãos . Para cálculo dos ganhos considerou-se $\sigma_d^2 = 10\sigma_e^2$ (GARDNER, 1961).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram detectadas diferenças significativas ($p < 0,01$) entre as progênis avaliadas nos três ciclos de seleção (Tabela 1), o que revela a presença de variabilidade genética entre elas.

A interação progênis x ambientes, significativa nos ciclos XVI e XVII, revela o comportamento diferenciado entre as progênis desses ciclos, em face das oscilações ambientais. Os coeficientes de variação obtidos em todos esses ciclos de seleção conferiram boa precisão aos ensaios, conforme critérios adotados por Scapim et al. (1995).

ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS EM TRÊS CICLOS DE SELEÇÃO ENTRE E DENTRO
DE PROGÊNIES DE MEIOS-IRMÃOS NA VARIEDADE DE MILHO SÃO FRANCISCO
CARVALHO et al.

Tabela 1. Quadrados médios das análises de variância conjunta de pesos de espigas, em (g planta⁻¹)², médias de produtividades (g planta⁻¹) e coeficientes de variação (%), nos ciclos XVI, XVII e XVIII da variedade de milho São Francisco, no Nordeste brasileiro, de 2002 a 2004.

Fonte de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios		
		Ciclo XVI	Ciclo XVII	Ciclo XVIII
Progênies	195	967,08**	507,71**	1060,40**
Progênies x locais	195	650,57**	379,60**	-
Erro médio	390	294,80	232,83	-
Erro	195	-	-	476,15
Média		107,45	116,15	135,47
C.V.(%)		15,98	13,14	16,12

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

As produtividades médias obtidas com as 196 progênies foram de 6.098kg ha⁻¹, no ciclo XVI, 6.725kg ha⁻¹, no ciclo XVII e 6.980kg ha⁻¹, no ciclo XVIII (Tabela 2). As progênies selecionadas produziram, respectivamente, 7.602kg ha⁻¹, 7.891kg ha⁻¹ e 9.244kg ha⁻¹, respectivamente, nos ciclos XVI, XVII e XVIII. Esses valores atestam o alto potencial para a produtividade de espigas da variedade São Francisco. As progênies avaliadas produziram 10%, 14% e 17% a mais que a variedade testemunha BR 10, respectivamente, nos ciclos XVI, XVII e XVIII. Nos respectivos ciclos de seleção, as progênies selecionadas superaram a variedade testemunha em 37%, 34% e 54%.

As estimativas dos parâmetros genéticos encontradas nos ciclos XVI e XVII foram obtidas na média de dois ambientes e, portanto, não foram influenciadas pela interação progênies x ambientes (Tabela 3). Hallauer e

Miranda Filho (1988) ressaltam que a avaliação de progênies em mais de um ambiente melhora a eficiência do processo seletivo e permite a obtenção de estimativas mais consistentes dos componentes da variância. No ciclo XVIII detectou-se acréscimo de variabilidade e os valores mais altos das estimativas dos parâmetros genéticos encontradas nesse ciclo de seleção estão, provavelmente, influenciadas pela interação progênies x ambientes, por terem sido obtidas em um só ambiente. Webel e Lonquist (1967) enfatizam que a queda inicial da variabilidade genética pode ser atribuída à redução das grandes diferenças entre as progênies de meios-irmãos na população inicial e na fixação de grande parte de genes maiores como resultado da seleção inicial. Moll e Stuber (1974), citados por Bigoto (1988), verificaram que alguns trabalhos reportados na literatura não apresentaram queda significativa na variabilidade genética. Concordando com essas afirmações, Hallauer e Miranda Filho (1981) relatam resultados obtidos em seis programas de melhoramento de seleção nos Estados Unidos, nos quais, não ocorreram diminuição da variância genética aditiva com o avanço dos ciclos de seleção. Incrementos na variabilidade no decorrer de ciclos de seleção podem ser causados pela liberação da variabilidade latente presente nos blocos poligênicos (WEBEL e LONQUIST, 1967). Os dados do presente trabalho corroboram a sugestão apresentada, pois, para que progressos contínuos tenham sido obtidos dos ciclos XVI, XVII e XVIII de seleção, nova variabilidade utilizável deve ter sido utilizada.

ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS EM TRÊS CICLOS DE SELEÇÃO ENTRE E DENTRO
DE PROGÊNIES DE MEIOS-IRMÃOS NA VARIEDADE DE MILHO SÃO FRANCISCO
CARVALHO et al.

Tabela 2. Produtividade média da testemunha BR 106 e das progênies de milho avaliadas e selecionadas da variedade São Francisco nos ciclos de seleção XVI, XVII e XVIII, porcentagens médias das progênies avaliadas e selecionadas em relação à testemunha. Nordeste brasileiro, 2002 a 2004.

Ciclo	Material	Produtividade média (kg ha ⁻¹)	Porcentagem em relação à testemunha
XVI	BR 106	5540	100
	Progênies avaliadas	6098	110
	Progênies selecionadas	7602	137
	Progênie menos produtiva	3788	68
	Progênie mais produtiva	8330	150
XVII	BR 106	5893	100
	Progênies avaliadas	6725	114
	Progênies selecionadas	7891	134
	Progênie menos produtiva	5112	87
	Progênie mais produtiva	8431	143
XVIII	BR 106	5981	100
	Progênies avaliadas	6980	117
	Progênies selecionadas	9244	154
	Progênie menos produtiva	4637	77
	Progênie mais produtiva	10969	183

As magnitudes das estimativas da variância genética aditiva obtidas nos ciclos XVI, XVII e XVIII de seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos são concordantes com aqueles com aquelas encontradas por Carvalho et al. (2003a), nos ciclos XIV, XV e XVI, com progênies de meios-irmãos da variedade Sertanejo e, estão no limite superior das relatadas em levantamento realizado por Ramalho et al. (1977) e retratam a variabilidade genética presente nesses ciclos avançados de seleção da

variedade São Francisco. Segundo Paterniani (1968) é do máximo interesse que essa variância permaneça tão alta quanto possível, para permitir progressos substanciais por seleção. Verificou-se, também, que a variação detectada na variância genética entre progênes acompanhou a mostrada na variância genética aditiva. As magnitudes da variância da interação progênes x ambientes (Tabela 3), nos ciclos XVI e XVII mostraram comportamento diferenciado das progênes nos ambientes. Quando se objetiva obter materiais genéticos para um ambiente mais amplo é sabida a necessidade de se efetuar a avaliação das progênes em mais de um ambiente. Hallauer e Miranda Filho, (1988), assinalam que esse componente da variância pode atingir mais de 50% do valor da estimativa da variância genética entre progênes e que a estimativa dos parâmetros genéticos e fenotípicos obtidas em mais de um ambiente são mais consistente.

Tabela 3. Estimativas dos parâmetros genéticos do caracter peso de espigas (g/planta)² da variedade São Francisco. Nordeste brasileiro, 2002 a 2004.

Parâmetros genéticos	Ciclo XVI	Ciclo XVII	Ciclo XVIII
σ_p^2 (g/planta) ²	74,13	32,03	291,92
σ_A^2 (g/planta) ²	296,52	128,12	1167,68
σ_{pxi}^2 (g/planta) ²	187,88	73,38	-
h_m^2	30,66	25,23	55,05
h^2	11,79	6,76	30,55
C.V _g (%)	8,01	4,37	12,61
B	0,50	0,37	0,78
Gs entre (g/planta)	8,36	4,99	22,19
Gs entre (%)	7,78	4,30	16,38
Gs dentro (g/planta)	4,31	2,09	13,52
Gs dentro (%)	4,01	1,80	9,98
Gs total (%)	11,79	6,10	26,36

ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS EM TRÊS CICLOS DE SELEÇÃO ENTRE E DENTRO DE PROGÊNIAS DE MEIOS-IRMÃOS NA VARIEDADE DE MILHO SÃO FRANCISCO
CARVALHO et al.

coeficiente de variação genética; b: índice de variação; Gs: ganhos entre e dentro de progênies de meios-irmãos; Gt: ganho total por ciclo/ano.

Os valores dos coeficientes de herdabilidade no sentido restrito com média de progênies de meios-irmãos (h^2_m) superaram os obtidos nas próprias plantas (h^2), em todos os ciclos de seleção (Tabela 3), evidenciando que a variação genética existente entre indivíduos meios-irmãos é grande em relação à variância fenotípica, o que está de acordo com os relatos de Santos (1988) e Carvalho et al., (2002b, 2003a e 2003b). As magnitudes dos coeficientes de variação genética mostraram que as populações dos ciclos XVI e XVIII apresentaram melhor variabilidade. A finalidade principal do índice b, segundo Vencovsky (1987), é indicar se determinado material, numa dada fase de avaliação, se presta à seleção. De acordo com o autor, uma situação mais favorável para a seleção de progênies de milho é quando a estimativa de b apresenta valor próximo ou superior à unidade. Desconsiderando os valores das estimativas do progresso genético esperado entre e dentro de progênies encontradas no ciclo XVIII, realizado em um só local, por isso inflacionado pela interação progênies x ambientes, as estimativas dos ganhos genéticos esperados entre e dentro de progênies de meios-irmãos foram de 7,78% e 4,01%, totalizando 11,79%, no ciclo XVI e, 4,30% e 1,80%, totalizando 6,10%, no ciclo XVII, o que confirma o potencial genético da variedade São Francisco em responder à seleção para aumento da produtividade de espigas.

CONCLUSÃO

As altas médias de produtividade de espigas e as magnitudes das estimativas dos parâmetros genéticos das progênies revelam que a variedade São Francisco detém suficiente variabilidade genética para permitir ganhos posteriores com vistas ao aumento da produtividade de espigas, com o desenvolver de novos ciclos de seleção e se consubstancia em alternativa importante para a agricultura nordestina.

REFERÊNCIAS

- BIGOTO, C. A. **Estudo da população ESALQ-PB I de milho (*Zea mays* L.) em cinco ciclos de seleção recorrente**. Piracicaba: ESALQ, 1988. 122p. Dissertação de Mestrado.
- CARVALHO, H. W. L. de; LEAL, M. de L. da S.; CARDOSO, M. J. et al. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Nordeste brasileiro no ano agrícola de 1998. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.4, p.637-644, 2001.
- CARVALHO, H. W. L. de; LEAL, M. de L. da S.; CARDOSO, M. J. et al. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no nordeste brasileiro no triênio 1998 a 2000. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.37, n.11, p.1581-1588, nov. 2002.

ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS EM TRÊS CICLOS DE SELEÇÃO ENTRE E DENTRO
DE PROGÊNIES DE MEIOS-IRMÃOS NA VARIEDADE DE MILHO SÃO FRANCISCO
CARVALHO et al.

Estado de Sergipe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.10, p.1399-1405, 2002b.

CARVALHO, H. W. L. de; SANTOS, M. X. dos, LEAL, M. de L. da S. et al. Estimativas dos parâmetros genéticos de variedades de milho BR 5028-São Francisco no Nordeste brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n.8, p. 929-935, 2003a.

CARVALHO, H. W. L. de; LEAL, M. de L. da S.; SANTOS, M. X. et al. Estimativas dos parâmetros genéticos na população de milho CPATC-3 em dois locais de Sergipe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n.1, p. 73-78, 2003b.

CARVALHO, H. W. L. de; LEAL, M. de L. da S.; SANTOS, M. X. Dos. et al. Potencial genético da cultivar de milho BR 5011-Sertanejo nos tabuleiros costeiros do nordeste brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n.6, p.1169-1176, junho, 2000.

GARDNER, C. O. Na evolutionof effects of mass selection and seed irradiation with thermal neutrons on yield of corn. **Crop Science**, Madison, v.1, p.241-245, 1961.

GOMES, M. de S. **Interação genótipos x épocas de plantio em milho (*Zea mays L.*) em dois locais do oeste do Paraná**. Piracicaba, ESALQ, p. 148. 1990 Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).

HALLAUER, A. R. Selection and breeding methods. In: FREY, K. S. (Ed.). **Plant breeding II**: Ames; Iowa State University Press, 1981. p. 3-5.

HALLAUER, A. R.; MIRANDA FILHO, J. B. **Quantitative genetics in maize breeding**. 2. Ed. Ames: Iowa, State University Press, 1988. 468p.

ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS EM TRÊS CICLOS DE SELEÇÃO ENTRE E DENTRO DE PROGÊNIES DE MEIOS-IRMÃOS NA VARIEDADE DE MILHO SÃO FRANCISCO
CARVALHO et al.

Piracicaba: ESALQ, 1968. 92p. Dissertação de Mestrado.

PACKER, D. **Variabilidade genética e endogamia em quatro populações de milho (*Zea mays* L).** Piracicaba: ESALQ, 1998. 100p. Dissertação de Mestrado.

RAMALHO, M. A. P. **Eficiência relativa de alguns processos de seleção intrapopulacional no milho baseados em famílias não endógamas** Piracicaba: ESALQ, 1977. 122p. Dissertação de Mestrado.

SANTOS, M. X. dos.; GUIMARÃES, P. E.; PACHECO, C. A. P.; et al. Melhoramento intrapopulacional no sintético elite NT para solo pobre em nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n. 1, p. 55-61, 1998.

SCAPIM, C. A.; CARVALHO, C. G. P de.; CRUZ, C. D. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v30, n.5, p.683-686, 1995.

VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E. (Ed.). **Melhoramento e produção do milho no Brasil**. Piracicaba: ESALQ, 1978. p.122-201.

VENCOVSKY. R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E; VIEGAS, G. P. **Melhoramento e produção do milho**. 2. Ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 137-214.

VENCOVSKY. R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496p.

WEBEL, O. D.; LONQUIST, J. H. An evaluation of modified ear –to-row selection in a population of corn (*Zea mays* L.). **Crop Science**, Madison, v. 7, p. 651-655, 1967

MELHORAMENTO GENÉTICO DA VARIEDADE DE MILHO CAATINGUEIRO NO NORDESTE BRASILEIRO

Hélio Wilson Lemos de Carvalho¹; Ivênio Rubens de Oliveira¹; Cinthia Souza Rodrigues²; Camila Rodrigues Castro³; Vanessa Marisa Miranda Menezes²

¹ Pesquisadores da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Av. Beira Mar, 3250, C.P. 44, Aracaju, SE, CEP: 49025-040. e-mails: helio@cpatc.embrapa.br; ivenio@cpatc.embrapa.br; ² Bolsista PIBIC / CNPq/Embrapa Tabuleiros Costeiros, Av. Beira Mar, 3250, C. P. 44, Aracaju, SE, CEP: 49025-040; ³ Estagiária Embrapa Tabuleiros Costeiros, Av. Beira Mar, 3250, Jardins, C.P. 44, Aracaju, SE, CEP: 49025-040

RESUMO: No período de 2002 a 2004 foram praticados três ciclos de seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos na variedade superprecoce de milho Caatingueiro, no Nordeste brasileiro, visando obter um material melhor adaptado às condições edafoclimáticas dessa ampla região. Em cada ciclo foram avaliadas 196 progênies de meios-irmãos, em blocos ao acaso, com duas repetições, com recombinação das progênies superiores, dentro do mesmo ano agrícola, de modo a se obter um ciclo/ano. As análises de variância conjuntas mostraram diferenças entre as progênies de cada ciclo, evidenciando-se a presença de variabilidade genética entre elas. As altas magnitudes das estimativas dos parâmetros genéticos, associadas às altas médias de produtividades das progênies e ao ganho genético médio esperado com a seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos, por ciclo de seleção (2,01 %), evidenciam o grande potencial da variedade em responder à seleção, o que permitirá a obtenção de ganhos para a produtividade de espigas com o desenvolver de novos ciclos de seleção.

Palavras-chave: *Zea mays* L., meios-irmãos, ganho genético, melhoramento vegetal.

GENETIC IMPROVEMENT OF THE MAIZE VARIETY CAATINGUEIRO IN THE BRAZILIAN NORTHEAST REGION

ABSTRACT: From 2002 to 2004 were carried out three selection cycles among and within half sib families in the early maize variety Caatingueiro in the Brazilian Northeast region, in order to obtain a variety better adapted to environmental condition of this large region. In each selection cycle they were evaluated 196 half sib families using the experimental randomized bolck design and two repetitions. The best selected families were recombined

in the same agricultural year to obtain one cycle/year. From each selection cycle, the combined analysis of variance showed statistics differences among the families being

MELHORAMENTO GENÉTICO DA VARIEDADE DE MILHO CAATINGUEIRO NO NORDESTE
BRASILEIRO
CARVALHO et al.

maize variety in answering to selection and it will be possible obtaining genetic gains for ear productivity with new selection cycles.

Keywords: *Zea mays* L., half sib families, genetic gain, maize improvement.

INTRODUÇÃO

A variedade de milho Caatingueiro, de porte baixo e de ciclo superprecoce, tem demonstrado boa adaptabilidade e estabilidade de produção quando cultivada em diferentes condições ambientais do Nordeste brasileiro, conforme assinalam Carvalho et al. (2000a e 2002a). Ressalta-se, também, que essa variedade, após ser submetida a três ciclos de seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos no período de 1998 a 2000 (CARVALHO et al., 2002b), demonstrou possuir, além de excelente superprecocidade, boa capacidade produtiva, expressando um ganho ciclo/ano de 14,7%. Tais resultados refletem o seu alto potencial genético para a produtividade em responder à seleção para aumento da produção de espigas, levando os autores a concluírem que substanciais progressos poderão advir com a continuidade do programa de melhoramento com essa variedade.

A utilização de variedades precoces e superprecoces tem sido destacada no Nordeste brasileiro (CARVALHO et al., 2000a e 2002a),

evidenciando-se sua importância nas áreas de semi-árido onde são

MELHORAMENTO GENÉTICO DA VARIEDADE DE MILHO CAATINGUEIRO NO NORDESTE
BRASILEIRO
CARVALHO et al.

melhoradas pode aumentar substancialmente o rendimento do milho, além das sementes dessas variedades serem insumos baratos para os pequenos e médios produtores rurais.

No melhoramento da variedade Caatingueiro tem sido utilizado o método de seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos, pela facilidade de execução e pela eficiência em auferir ganhos genéticos às populações, tendo ainda como vantagem a possibilidade de estimar a variância genética aditiva (PATERNIANI, 1967).

Diversas variedades têm sido desenvolvidas para diferentes áreas do Nordeste brasileiro utilizando-se o método de seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos, conforme mostram Carvalho et al., (2000b, 2000c, 2000d e 2003a), ao obterem, respectivamente, as variedades Assum Preto, Sertanejo, Asa Branca e São Francisco. Em todos esses casos, os autores constataram a eficiência do método de seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos, no melhoramento das variedades estudadas. Enfatizaram ainda que a magnitude da interação genótipos x ambientes, revelou a importância de se realizar os ensaios em mais de um ambiente, para melhorar a eficiência do processo seletivo e obter estimativas mais consistentes dos componentes da variância.

se continuidade ao programa de melhoramento com essa variedade visando obter um material melhor adaptado às condições edafoclimáticas do Nordeste brasileiro.

MATERIAL E MÉTODOS

A variedade de milho de polinização aberta Caatingueiro apresenta plantas de porte baixo, ciclo superprecoce, tolerância ao acamamento e quebramento do colmo, bom empalhamento e grãos semi-duros de coloração amarelo alaranjada. No presente estudo 196 progênes de meios-irmãos dessa variedade foram obtidas de um campo de recombinação no início do ano agrícola de 2002, com base em boas características de altura de planta e de espiga, tolerância ao acamamento e quebramento do colmo, prolificidade, empalhamento, tipo e coloração de grãos e disposição das fileiras na espiga. A seguir, foram realizados os ciclos IV, V e VI de seleção entre e dentro de progênes de meios-irmãos, no período de 2002 a 2004, sendo as avaliações realizadas nos municípios de Nossa Senhora das Dores (inserido em área dos tabuleiros Costeiros) e Simão Dias (inserido em área de Agreste), no estado de Sergipe. Nesses ciclos de seleção as 196 progênes foram avaliadas em blocos ao acaso, com duas repetições, considerando-se

aleatório o efeito de locais e, fixo o efeito de progênies. Cada parcela

MELHORAMENTO GENÉTICO DA VARIEDADE DE MILHO CAATINGUEIRO NO NORDESTE
BRASILEIRO
CARVALHO et al.

desbaste. A variedade testemunha BR 106 foi colocada sistematicamente dentro de cada repetição, sendo repetida 14 vezes, por repetição. Essa variedade foi colocada como testemunha, por se tratar de um material de alto potencial para produtividade recomendada para exploração comercial em todo nordeste brasileiro. As adubações realizadas em cada ensaio obedeceram aos resultados das análises de solo de cada área experimental. As progênies selecionadas foram recombinadas em lotes isolados por despendoamento, tendo sido selecionadas 196 novas progênies, correspondendo a uma intensidade de seleção de 10% dentro de progênies, no mesmo ano agrícola, obtendo-se um ciclo/ano.

Na colheita foi tomado o peso de espigas de progênie, o qual foi ajustado para 15% de umidade. Não foi feita a correção para estande em razão das parcelas mostrarem número final de plantas próximo de ideal. Realizou-se, inicialmente, a análise de variância por local, obedecendo ao modelo em blocos ao acaso. Posteriormente, procedeu-se análise de variância conjunta, obedecendo ao critério de homogeneidade dos quadrados médios residuais. Os quadrados médios das análises de variância conjuntas foram ajustados para o nível de indivíduos, obtendo-se, assim, todas as estimativas nesse nível e expressas em $(g\ planta^{-1})^2$, conforme Vencovsky (1978). As estimativas da variância aditiva (σ^2_A), da variância

fenotípica nas próprias plantas (σ^2_F) e entre médias de progênes (σ^2_F), dos

(MELHORAMENTO GENÉTICO DA VARIEDADE DE MILHO CAATINGUEIRO NO NORDESTE
BRASILEIRO
CARVALHO et al.

(VENCOVSKY e BARRIGA, 1992).

$$(\sigma^2_A) = 4 (\sigma^2_p)$$

$$(\sigma^2_F) = \sigma^2_p + \sigma^2_{pxl} + \sigma^2_e + \sigma^2_d,$$

$$(\sigma^2_F) = \sigma^2_p + \sigma^2_e/r + \sigma^2_d/nr,$$

$$h^2_m = \sigma^2_p / (\sigma^2_F) \text{ e,}$$

$$h^2 = \sigma^2_A / \sigma^2_F.$$

O índice de variação b foi determinado pela relação CVg/Cve, em que CVg = coeficiente de variação genotípico, e o Cve é o coeficiente ambiental.

O progresso esperado, quando se utiliza a seleção entre e dentro de progênes de meios-irmãos, dentro do mês mo ano agrícola, foi estimado pala fórmula:

$$Gs = K_1 \cdot \sigma^2_p / (\sigma^2_F) + K_2 \cdot (3/8) \sigma^2_A / \sigma^2_d, \text{ em que,}$$

K₁: diferencial de seleção estandardizado, que depende da intensidade de seleção entre progênes = 10 % (1,755);

K₂: diferencial de seleção estandardizado, que depende da intensidade de seleção dentro de progênes = 10 % (1,755);

σ_d : desvio-padrão fenotípico dentro de progênes de meios-irmãos.

Para cálculo dos ganhos considerou-se $\sigma^2_d = 10\sigma^2_e$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

MELHORAMENTO GENÉTICO DA VARIEDADE DE MILHO CAATINGUEIRO NO NORDESTE
BRASILEIRO
CARVALHO et al.

progênes, em todos os ciclos de seleção (Tabela 1), o que evidencia a presença de variabilidade genética entre elas, em relação ao peso de espigas. A interação progênie x ambiente, também significativa ($p < 0,01$) nesses ciclos de seleção, revela o comportamento diferenciado entre as progênes de cada ciclo, em face das oscilações ambientais. Os valores dos coeficientes de variação ambientais oscilaram de 11,29 % a 14,30%, indicando boa precisão dos experimentos, conforme critério adotado por Scapim et al. (1995).

Tabela 1. Quadrados médios das análises de variância conjunta de pesos de espigas, em (g planta^{-1})², médias de produtividades (g planta^{-1}) e coeficientes de variação (%), nos ciclos IV, V e VI da população de milho CMS-35, no Nordeste brasileiro, de 2002 a 2004.

Fonte de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios		
		Ciclo IV	Ciclo V	Ciclo VI
Progênes	195	538,52**	410,73**	635,81**
Progênes x locais	195	253,23**	334,12**	301,61**
Erro médio	390	135,35	252,68	202,61
Média		102,91	111,16	112,19
C. V. (%)		11,29	14,30	12,91

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

As produtividades médias obtidas nas progênes avaliadas nos três ciclos de seleção variaram de 6.018kg ha^{-1} a 6.375kg ha^{-1} de espigas, com média de 6.253kg ha^{-1} , atestando o alto potencial produtivo da variedade Caatingueiro (Tabela 2), o que associado a sua superprecocidade, faz dessa

variedade uma excelente alternativa para o sertão nordestino, onde são

MELHORAMENTO GENÉTICO DA VARIEDADE DE MILHO CAATINGUEIRO NO NORDESTE
BRASILEIRO
CARVALHO et al.

comerciais no Estado de Sergipe está em torno de 3.000kg ha⁻¹. As progênies selecionadas superaram a testemunha BR 106 em 9 %, 7 % e 5 %, respectivamente, nos ciclos IV, V e VI.

Tabela 2. Produtividade média da testemunha BR 106 e das progênies de milho avaliadas e selecionadas da população CMS -35 nos ciclos de seleção IV, V e VI, porcentagens médias das progênies avaliadas e selecionadas em relação à testemunha. Nordeste brasileiro, 2002 a 2004.

Ciclo	Material	Produtividade média (kg ha ⁻¹)	Porcentagem em relação à testemunha
IV	BR 106	6580	100
	Progênies avaliadas	6018	91
	Progênies selecionadas	7150	109
	Progênie menos produtiva	4033	61
	Progênie mais produtiva	7698	117
V	BR 106	6896	100
	Progênies avaliadas	6375	93
	Progênies selecionadas	7370	107
	Progênie menos produtiva	4891	71
	Progênie mais produtiva	7984	116
VI	BR 106	6786	100
	Progênies avaliadas	6366	94
	Progênies selecionadas	7118	105
	Progênie menos produtiva	4131	61
	Progênie mais produtiva	8075	119

As estimativas dos parâmetros genéticos encontradas nesses ciclos de seleção (Tabela 3) foram obtidas na média de dois locais, dentro de cada ciclo de seleção, encontrando-se, assim, menos influenciadas pela interação

progênies x locais. Para Hallauer e Miranda Filho (1988) a avaliação de

MELHORAMENTO GENÉTICO DA VARIEDADE DE MILHO CAATINGUEIRO NO NORDESTE
BRASILEIRO
CARVALHO et al.

Tabela 3. Estimativas dos parâmetros genéticos do caráter peso de espigas (g planta^{-1})² da população CMS-35. Nordeste brasileiro, 2002 a 2004.

Parâmetros genéticos	Ciclo IV	Ciclo V	Ciclo VI
σ_p^2 (g/planta) ²	71,32	19,15	83,55
σ_A^2 (g/planta) ²	285,29	76,60	334,20
σ_{pxl}^2 (g/planta) ²	58,84	40,72	49,50
h_m^2	52,97	18,63	52,56
h^2	24,32	3,83	19,93
C. V _g (%)	8,21	3,94	8,14
B	0,73	0,27	0,63
Gs entre (g/planta)	10,79	3,32	11,60
Gs entre (%)	10,48	2,99	10,23
Gs dentro (g/planta)	6,10	1,20	5,86
Gs dentro (%)	5,92	1,08	5,22
Gs total (%)	16,40	4,07	15,55

σ_p^2 : variância genética entre progênies; σ_A^2 : variância genética aditiva; σ_{pxl}^2 : variância da interação progênies x locais; h_m^2 : coeficiente de herdabilidade no sentido restrito considerando as médias de progênies; h^2 : coeficiente de herdabilidade no sentido restrito considerando o indivíduo; C.V_g: coeficiente de variação genético; b: índice de variação; Gs: ganhos entre e dentro de progênies de meios-irmãos; Gs: ganho total por ciclo /ano.

As estimativas da variância genética entre progênies mostraram queda da variabilidade do ciclo IV ao ciclo V e, acréscimo dessa variabilidade do

MELHORAMENTO GENÉTICO DA VARIEDADE DE MILHO CAATINGUEIRO NO NORDESTE
BRASILEIRO
CARVALHO et al.

principalmente, no ciclo inicial de seleção, podem ser atribuídos à redução das grandes diferenças entre as progênies de meios-irmãos na população original e na fixação de grande parte de genes maiores como resultado da seleção inicial (WEBEL e LONQUIST, 1967).

Incremento na variabilidade genética no decorrer de ciclos de seleção tem sido relatado por Segóvia (1976), Sawazaki (1979) e Carvalho et al. (2003a). Para Segóvia (1976), o acréscimo da variabilidade constatado a partir do ciclo IV com a variedade Centralmex deveu-se, provavelmente, ao maior número de progênies selecionadas e recombinadas em cada ciclo; Sawazaki (1979) destacou que os aumentos da variabilidade verificados no ciclo VIRAM de seleção com a variedade IAC - Maia foi causado pela liberação de razoável quantidade de variabilidade potencial. No que se refere aos aumentos ocorridos na variabilidade genética dos ciclos XIV e XVI de seleção, com a variedade Sertanejo, Carvalho et al. (2003a) supõem que os mesmos tenham ocorrido em consequência da liberação de parte da variabilidade genética potencial. Fato semelhante deve ter ocorrido no presente trabalho, com a variedade Caatingueiro, no ciclo VI de seleção.

No melhoramento de populações de polinização aberta, a variância genética aditiva contribui significativamente na resposta à seleção da

população. Os valores das estimativas da variância genética aditiva relatadas no presente trabalho foram concordantes com as estimativas obtidas em

MELHORAMENTO GENÉTICO DA VARIEDADE DE MILHO CAATINGUEIRO NO NORDESTE
BRASILEIRO
CARVALHO et al.

ambientes (CARVALHO et al., 2000b, 2000c, 2000d e 2003b) e ressaltam a grande variabilidade genética presente na variedade Caatingueiro. As estimativas das variâncias das interações progênies x locais (Tabela 3) mostraram a mesma tendência observada nos outros parâmetros genéticos. Quando se pretende obter materiais genéticos para ambientes mais amplos, torna-se necessário efetuar as avaliações desses materiais em mais de um ambiente. Tal procedimento possibilita a obtenção de estimativas mais consistentes dos componentes da variância. A magnitude dessa interação é dependente do tipo de material ensaiado e das condições de ambientes conforme Vencovsky (1987).

Os valores da herdabilidade devem ser computados na base de unidade de seleção que é usada para estimar o progresso esperado. Como a unidade de seleção, no presente estudo, foi a média das progênies, pode se constatar que as magnitudes das estimativas obtidas dos coeficientes de herdabilidade ao nível de média de progênies foram de 52,97%, no ciclo IV, 18,63%, no ciclo V e 52,56%, no ciclo VI, superando os valores expressos para a herdabilidade a nível de plantas individuais (h^2), os quais, foram de 24,32%, no ciclo IV, 3,83%, no ciclo V e, 19,93%, no ciclo VI, evidenciando que a seleção entre progênies de meios-irmãos deve ser mais

eficiente que a seleção individual para o presente caso, concordando com Carvalho et al. (2000c, 2000d, 2003a e 2003b).

MELHORAMENTO GENÉTICO DA VARIEDADE DE MILHO CAATINGUEIRO NO NORDESTE
BRASILEIRO
CARVALHO et al.

retratam situação mais favorável para a seleção também nesses dois ciclos de seleção. Para Vencovsky e Barriga (1992), quando o coeficiente b atinge valor igual ou superior ao da unidade, na experimentação com progênies de meios-irmãos, tem-se situação muito favorável para a seleção.

Os ganhos estimados com a seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos foram de 16,40%, no ciclo IV, 4,07 %, no ciclo V e 15,55%, no ciclo VI, com média de 12,01%, por ciclo de seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos.

Ressalta-se que na realização deste trabalho, um ciclo de seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos com sementes remanescentes foi completado em um ano, em razão das progênies serem avaliadas na época do inverno, e a recombinação ser realizada no período seco, com irrigação. Vários trabalhos têm relatados ganhos genéticos esperados com a seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos, sendo, porém, um ciclo completado em dois anos (WEBEL e LONQUIST, 1967; PATERNIANI, 1968). Os resultados encontrados no presente trabalho, além de serem concordantes com os encontrados pelos autores acima mencionados, são superiores, quando são feitas comparações de um ano para dois anos.

CONCLUSÃO

MELHORAMENTO GENÉTICO DA VARIEDADE DE MILHO CAATINGUEIRO NO NORDESTE
BRASILEIRO
CARVALHO et al.

a variedade Caatingueiro possui alta variabilidade genética, o que dá perspectivas de ganhos subseqüentes para produtividade de espigas com o desenvolver de novos ciclos de seleção.

REFERÊNCIAS

BIGOTO, C. A. **Estudo da população ESALQ-PB I de milho (*Zea mays* L.) em cinco ciclos de seleção recorrente.** Piracicaba : ESALQ, 1988. 122p. Dissertação de Mestrado.

CARVALHO, H. W. L. de; SANTOS, M. X. dos; LEAL, M. de L. da S. et al. Melhoramento genético da cultivar de milho BR 5033-Asa Branca no Nordeste brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.7, p. 1417-1425, julho, 2000d.

CARVALHO, H. W. L. de; LEAL, M. de L. da S.; SANTOS, M. X. dos et al. Potencial genético da cultivar de milho BR 5011-Sertanejo nos tabuleiros costeiros do nordeste brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n.6, p. 1169-1176, junho, 2000c.

CARVALHO, H. W. L. de; LEAL, M. de L. da S.; GUIMARÃES, P.E. de O. et al. Três ciclos de seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos na população de milho CMS-52. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.8, p. 1621-1628, agosto, 2000b.

CARVALHO, H. W. L. de; LEAL, M. de L. da S.; SANTOS, M. X. dos. Estimativas de parâmetros genéticos na população de milho CMS 35 no

Estado de Sergipe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília. v.37. n.10.
MELHORAMENTO GENÉTICO DA VARIEDADE DE MILHO CAATINGUEIRO NO NORDESTE
BRASILEIRO
CARVALHO et al.

CARVALHO, H. W. L. de; LEAL, M. de L. da S.; SANTOS, M. X. dos et al. Estimativas dos parâmetros genéticos na população de milho CPATC-3 em dois locais de Sergipe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n.1, p. 73-78, 2003b.

CARVALHO, H. W. L. de; SANTOS, M. X. dos, LEAL, M. de L. da S. et al. Estimativas dos parâmetros genéticos de variedades de milho BR 5028-São Francisco no Nordeste brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n.8, p. 929-935, 2003a.

HALLAUER, A. R.; MIRANDA FILHO, J. B. **Quantitative genetics in maize breeding**. 2. Ed. Ames: Iowa, State University Press, 1988. 468p.

PATERNIANI, E. **Avaliação de métodos de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos no melhoramento de milho (*Zea mays* L.)**. Piracicaba: ESALQ, 1968. 92p. Dissertação de Mestrado.

SAWAZAKI, E. **Treze ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos para a produção de grãos no milho IAC Maia**. Piracicaba: ESALQ, 1979. 99p. Dissertação de Mestrado.

SCAPIM, C. A.; CARVALHO, C. G. P de.; CRUZ, C. D. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n.5, p. 683-686, 1995.

SEGOVIA, R. T. **Seis ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos no milho (*Zea mays* L.) Centralmex**. Piracicaba: ESALQ, 1976. 98p. Tese de Doutorado.

VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E. (Ed.). **Melhoramento e produção do milho no Brasil**. Piracicaba: ESALQ, 1978. p. 122-201.

MELHORAMENTO GENÉTICO DA VARIEDADE DE MILHO CAATINGUEIRO NO NORDESTE
BRASILEIRO
CARVALHO et al.

monomorfismo. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496p.

WEBEL, O. D.; LONQUIST, J. H. In the evaluation of modified ear-to-row selection in a population of corn (*Zea mays* L.). **Crop Science**, Madison, v. 7, p. 651-655, 1967.

SELETIVIDADE DE HERBICIDAS APLICADOS EM PÓS-EMERGÊNCIA A GENÓTIPOS DE EUCALIPTO

Dirceu Agostinetto¹; Camila Peligrininotti²; Taísa Dal Magro²; José Mateus Betemps da Silva; Randal Brandolf³; Cláudia Oliveira³

¹ Eng. Agr., Prof. Adjunto FAEM/UFPEL, Bolsista em produtividade CNPq. Campus Universitário s/n, C.P. 354 CEP96015-200, Pelotas, RS. e-mail: dirceu_agostinetto@ufpel.tche.br; ² Eng^a. Agr^a., Discente do programa de Pós-graduação em Fitossanidade FAEM/UFPEL, Pelotas-RS; ³ Acadêmico da graduação FAEM/UFPEL, Pelotas-RS

RESUMO: O trabalho objetivou quantificar a seletividade de herbicidas aplicados em pós-emergência a genótipos de eucalipto. Foi realizado experimento em casa-de-vegetação, pertencente a Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, no Município de Capão do Leão, Rio Grande do Sul, no período de setembro a novembro de 2006. O delineamento experimental utilizado foi completamente casualizado, com quatro repetições. Os tratamentos foram arranjos em esquema fatorial, onde o fator A testou genótipos de eucalipto (*E. globulus*, *E. saligna*, *E. dunnii* e os clones C219H e PH295H) e o fator B comparou herbicidas e duas testemunhas, sendo uma limpa e outra infestada. Os herbicidas diclosulam, cyhalofop butyl, sethoxydim, isoxaflutole, oxyfluorfen, trifluralin e pendimethalin constituem-se em alternativa de uso para controle de plantas daninhas nos genótipos *Eucalyptus dunnii*, *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus globulus*. O *E. globulus* apresentou maior tolerância aos herbicidas utilizados. Palavras-chave: *Eucalyptus spp.*, controle químico, tolerância.

HERBICIDES SELECTIVITY APPLIED IN POST-EMERGENCE OF GENOTYPES EUCALYPTUS

ABSTRACT: This research objectives was quantify the herbicides selectivity applied in post-emergency of eucalyptus. The experiment in green house was worked from September to November 2006, in University of Pelotas – Capão do Leão, Rio Grande do Sul. The experimental design was complete randomized, with four repetitions. Treatments were arranged in factorial system, where factor A tested eucalyptus genotypes (*E. globulus*, *E. saligna*, *E. dunnii* and clones C219H and PH295H) and factor B compared herbicides and two witness, being a clean and another infested. The herbicides diclosulam, cyhalofop-butyl, sethoxydim, isoxaflutole, oxyfluorfen, trifluralin and pendimethalin, were selectivity to genotypes *E. dunnii*, *E. saligna* e *E. globulus*. The *E. globulus* has more tolerance to herbicides.

Keywords: *Eucalyptus spp.*, chemical control, tolerance.

INTRODUÇÃO

O Brasil possui 6,5 milhões de hectares (ha) de florestas plantadas, sendo 4,7 milhões de ha com eucalipto e 1,8 milhão de ha com pinus (ABRAF, 2011). Em 2010, o valor bruto de produção florestal estimado para o setor de florestas plantadas correspondeu a R\$ 51,8 bilhões.

O Estado do Rio Grande do Sul (RS), que tradicionalmente concentra sua atividade econômica em culturas agrícolas anuais, iniciou um programa de cultivo de eucalipto, como fonte de suprimento na fabricação de celulose e possível fortalecimento da indústria madeireira. Atualmente o Estado possui área plantada com pinus e eucalipto de 173 e 268 mil ha, respectivamente (ABRAF, 2011).

A atividade mais onerosa, no primeiro ano de implantação para *Eucalyptus grandis*, foi com o controle de plantas daninhas (TOLEDO et al., 1996). Os autores observaram, que o controle de capim-brachiaria na entrelinha do cultivo com quatro capinas manuais representou 30,7% dos custos totais da implantação, enquanto que, o controle químico com glyphosate em três aplicações, representou 17,3% dos custos de implantação.

O uso de herbicidas, de aplicação em pré e pós-emergência, tornou-se expressivo em áreas de florestamento, em razão de sua alta eficiência no controle de plantas daninhas e do grande rendimento operacional, além de,

em muitos casos, ser mais econômico que outros métodos de controle. No entanto, sua eficiência depende das características físico-químicas do solo e dos herbicidas, das condições climáticas, das espécies daninhas presentes e das características morfofisiológicas da cultura e das plantas daninhas (SILVA et al., 2000). O controle de plantas daninhas é necessário devido aos prejuízos ao crescimento, causados pela competição por luz, nutrientes e água, além de exercerem interferência de natureza alelopática, aumentar riscos de incêndio e dificultar os demais tratamentos silviculturais (PITELLI, 1987).

O conhecimento da tolerância de uma espécie a determinado herbicida é de grande importância na escolha do produto, bem como o modo de aplicação e a dose a ser recomendada. Alguns fatores que influenciam essa tolerância estão relacionados a absorção, translocação e/ou, metabolização do herbicida na planta (SILVA et al., 1994).

Em trabalho testando a tolerância de espécies de *Eucalyptus* spp. a diferentes herbicidas, foi verificado que os herbicidas clethodim, haloxyfop-metil e trifluralin, não causaram nenhuma fitotoxicidade às plantas de eucalipto. Com relação ao herbicida oxyfluorfen as espécies *E. grandis* e *E. saligna* foram as mais tolerantes, *E. camaldulensis* foi intermediária e *E. citriodora* a mais sensível. Contudo, as três primeiras espécies recuperaram-se do sintoma de fitotoxicidade, viabilizando o uso do herbicida em pré e em pós-plantio (SILVA et al., 1994).

O objetivo deste experimento foi quantificar a seletividade de herbicidas, pertencentes a seis mecanismos de ação, à genótipos de eucalipto.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de setembro a novembro de 2006, em delineamento completamente casualizado, com quatro repetições. Os tratamentos foram arrançados em esquema fatorial (5 x 20), onde o fator A testou genótipos de eucalipto (*E. globulus*, *E. saligna*, *E. dunnii* e os clones C219H e PH295H) e o fator B comparou herbicidas (Tabela 1) e duas testemunhas, sendo uma limpa e outra infestada. Cada unidade experimental foi composta por um vaso com capacidade de oito litros, preenchidos com solo, onde foram transplantadas duas plantas de eucalipto, em idêntico estágio de desenvolvimento.

As doses dos herbicidas utilizadas foram baseadas na média da dose comercial recomendada para culturas agrícolas. Para efeito de comparação para os demais herbicidas foi utilizado o isoxaflutole como padrão. O solo utilizado é classificado como Planossolo hidromórfico eutrófico solódico, pertencente à unidade de mapeamento Pelotas (EMBRAPA, 1999).

Os tratamentos foram aplicados 10 dias após o transplante da cultura (DATC), utilizando-se pulverizador costal de precisão, pressurizado à CO₂ e

calibrado para aplicar volume de calda de 150L ha⁻¹, equipado com barra de quatro bicos de jato plano em leque, série 110-02, espaçados 50cm.

Tabela 1. Herbicidas utilizados para aplicação na cultura do eucalipto, FAEM/UFPEL, Capão do Leão/RS, 2006.

Mecanismo de ação	Grupo químico	Ingrediente ativo	Marca comercial	Dose (kg ha ⁻¹)	i.a.
Inibidores da ALS	Sulfoniluréia	iodosulfuron-methyl	Hussar	0,004	
	Sulfoniluréia	nicosulfuron	Sanson	0,06	
	Imidazolinona	imazapyr	Arsenal	0,25	
	Imidazolinona	imazethapyr	Pivot	0,1	
	Pirimidiniloxibenzóico	bispyribac-sodium	Nominee	0,045	
Inibidores da ACCase	Sulfonanilida	diclosulam	Spider	0,028	
	Ariloxifenoxipropiônico	cyhalofop butyl	Clincher	0,248	
Inibidores da Protóx	Ciclohexanodiona	sethoxydim	Poast	0,275	
	éter difenílico	oxyfluorfen	Goal Br	0,84	
Inibidores de Carotenóides	éter difenílico	fomesafen	Flex	0,25	
	Isoxazolidinona	clomazone	Gamit	1,0	
Inibidores do FS II	Isoxazol	isoxaflutole	Provence	0,075	
	Triazinas	ametryn	Herpipak	2,0	
	Triazinas	atrazine	Gesaprim	2,3	
	Uréia	tebuthiuron	Butiron	1,0	
Inibidores da Tubulina	Uréia	diuron+hexazinone	Hexaron	1,17	+
				0,33	
Inibidores da Tubulina	Dinitroanilina	trifluralin	Premierlim	2,1	
	Dinitroanilina	pendimethalin	Herbadox	1,25	

A variável fitotoxicidade às plantas de eucalipto foi quantificada por avaliação visual, aos 10, 20 e 30 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT), utilizando-se escala percentual, onde zero (0) e cem (100) corresponderam à ausência de injúria e morte das plantas, respectivamente.

Aos 30 DAT foram realizadas avaliações da estatura de plantas da cultura, pela utilização de régua; do diâmetro do caule da cultura a 10cm do solo, com auxílio de paquímetro eletrônico digital (Starret® 727); e, da matéria seca da parte aérea das plantas, pela pesagem das duas plantas após serem secas em estufa a 60°C por 72 horas.

Os dados obtidos foram analisados quanto a sua homocedasticidade e, posteriormente submetidos à análise de variância ($p \leq 0,05$). Os efeitos de genótipos e herbicidas foram avaliados pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis fitotoxicidade à cultura, em todas as épocas de avaliação, matéria seca da parte aérea e estatura de plantas, apresentaram interação dos fatores testados (Tabelas 1, 2, 3, 4, 5 e 6).

Na avaliação aos 10 DAT os herbicidas diclosulam, sethoxydim, trifluralin e pendimethalin causaram baixas fitotoxicidades aos genótipos de eucalipto, não diferindo das testemunhas, e do herbicida isoxaflutole utilizado como padrão (Tabela 2). Já, os herbicidas imazapyr, ametryn, tebuthiuron e diuron+hexazinone apresentaram fitotoxicidades médias, aos genótipos, de 81,0; 69,0; 59,0; e, 64,2 %, respectivamente, enquanto o herbicida padrão apresentou 5,8%.

Nas avaliações realizadas aos 20 e 30 DAT os herbicidas diclosulam, cyhalofop butyl, sethoxydim, oxyfluorfen, isoxaflutole, trifluralin e

pendimethalin, apresentaram fitotoxicidades de 9,0; 11,0; 6,5; 16,9; 7,0; 17,7; e, 16,0%, respectivamente, aos genótipos *E. dunni*, *E. saligna* e *E. globulus*, não diferindo das testemunhas (Tabelas 3 e 4). Para os genótipos PH295H e C219H, em geral, constatou-se que aqueles herbicidas elevaram o efeito fitotóxico, diferindo das testemunhas. De modo similar ao observado na avaliação aos 10 DAT, os herbicidas imazapyr, ametryn, tebuthiuron e diuron+hexazinone foram os que apresentaram maior fitotoxicidade aos genótipos, na ordem de 97,0; 94,6; 99,3; e, 99,8%, enquanto, o herbicida padrão apresentou fitotoxicidade média nas duas últimas avaliações de 8,2%. Em geral, os genótipos *E. dunni*, *E. saligna* e o *E. globulus* apresentaram maior tolerância aos herbicidas que os genótipos PH295H e C219H.

Corroborando como os resultados, diferentes doses dos herbicidas isoxaflutole, oxyfluorfen, e a mistura de sethoxydim+diclosulam apresentaram 0,3; 3,6; e, 7,4% de fitotoxicidade, nos genótipos *E. saligna* e *E. globulus* (AGOSTINETTO, 2010).

A baixa fitotoxicidade causada pelo herbicida diclosulam pode ter ocorrido devido a sua metabolização pelas plantas de eucalipto. Para sethoxydim e cyhalofop butyl, o efeito provavelmente decorreu, devido a esses herbicidas serem classificados como inibidores da ACCase e esta enzima, nas magnoliopsidas, apresenta-se formada por três subunidades, sendo duas compostas por genes nucleares e uma composta por gene cloroplástico, o que a torna insensível à ação dos herbicidas com este

mecanismo de ação (VIDAL e MEROTTO JR., 2001). Para o herbicida isoxaflutole a baixa fitotoxicidade ocorreu devido à seletividade deste produto a cultura, a qual tem capacidade de metabolizar rapidamente o herbicida para dicetonitrila e, principalmente este, para ácido benzóico, que não possui qualquer ação herbicida (KRUSE, 2001).

Para os herbicidas trifluralin e pendimethalin, os quais são herbicidas inibidores da polimerização da tubulina, a baixa fitotoxicidade, respectivamente, pode ter ocorrido por algum dos três mecanismos de seletividade que as plantas podem apresentar a estes herbicidas, que são: diferenças de posicionamento no solo, entre raízes e região tratada com o herbicida; padrão de crescimento das plantas; e/ou, β -tubulina insensível aos herbicidas (VIDAL e FLECK, 2001).

Dentre os genótipos de eucalipto utilizados, o *E. globulus* foi a que apresentou maior produção de matéria seca da parte aérea, sendo, 37,1; 40,0; 33,9; e, 46,8% superior aos genótipos *E. dunnii*, *E. saligna*, PH295H e C219H, respectivamente (Tabela 5). Os herbicidas que resultaram em maiores produções de matéria seca para o *E. globulus* foram bispyribac-sodium, cyhalofop butyl, sethoxydim, oxyfluorfen, fomesafen, isoxaflutole e pendimethalin, considerando que esses produtos apresentaram valores 37,1; 21,0; 24,2; 27,4; 27,4; 29,0; e, 19,3%, respectivamente, superiores a média geral dos herbicidas.

Tabela 2. Fitotoxicidade (%) às plantas de eucalipto, aos 10 dias após a aplicação dos tratamentos, em função de genótipos e herbicidas, FAEM/UFPEL, Capão do Leão/RS, 2006.

Mecanismo de ação	Herbicidas	Genótipos				
		<i>E. dunni</i>	<i>E. saligna</i>	<i>E.globulus</i>	PH295H	C219H
Inibidores da ALS ¹	Iodosulfuron-methyl	A 48 d ⁵	A 55 bc	B 29 def	B 37 de	B 37 b
	Nicosulfuron	D 11 fgh	CD 18 efg	BC 25 efg	AB 33 e	A 36 bc
	Imazapyr	B 85 a	A 96 a	D 56 b	AB 94 a	C 74 a
	Imazethapyr	A 53 d	B 35 d	B 37 cde	B 39 de	B 34 bcd
	Bispyribac-sodium	B 24 e	B 22 ef	C 9 hijk	A 39 de	AB 32 bcd
	Diclosulam	A 4 gh	A 5 gh	A 3 jk	A 3 h	A 7 efg
Inibidores da ACCase ²	Cyhalofop butyl	AB 17 efg	B 7 gh	AB 11 hijk	A 17 fg	A 20 de
	Sethoxydim	A 4 gh	A 1 h	A 2 jk	A 1 h	A 1 fg
Inibidores da Protox ³	Oxyfluorfen	AB 20 ef	A 28 de	B 16 fghi	A 27 ef	AB 21 cde
	Fomesafen	A 50 d	B 37 d	C 17 gfh	B 49 cd	B 35 bcd
Inibidores de Carotenóides	Clomazone	A 47 d	AB 37 d	B 33 de	B 29 ef	B 31 bcd
	Isoxaflutole	A 5 gh	A 6 gh	A 4 ijk	A 7 gh	A 7 efg
Inibidores do FS II ⁴	Ametryn	AB 72 b	C 53 c	A 80 a	B 66 b	AB 73 a
	Atrazine	A 23 ef	BC 9 fgh	C 5 hijk	BC 11 gh	AB 16 ef
	Tebuthiuron	BC 55 cd	A 66 b	C 48 bc	AB 61 bc	A 65 a
	Diuron+hexazinone	B 68 bc	B 62 bc	C 38 cd	A 83 a	B 70 a
Inibidores da Tubulina	Trifluralin	A 11 fgh	A 6 gh	A 7 hijk	A 8 gh	A 11 efg
	Pendimethalin	A 6 gh	A 5 gh	A 14 ghij	A 3 h	A 10 efg
Testemunha	No limpo	A 0 h	A 0 h	A 0 k	A 0 h	A 0 g
	Infestada	A 0 h	A 0 h	A 0 k	A 0 h	A 0 g

¹ ALS – Acetolactato sintase; ²ACCCase - Acetil Coenzima A carboxilase; ³Protox - Protoporfirinogênio oxidase; ⁴FS II - Fotossistema II; ⁵ Médias antecedidas por mesma letra maiúscula na linha, comparam genótipos dentro de herbicida e sucedidas por letra minúscula na coluna, comparam herbicidas dentro de genótipo, não diferem pelo teste de Tukey (p<0,05).

Em trabalho que avaliou a seletividade dos herbicidas a cultura do eucalipto, aplicados em diferentes doses, foi observado que os herbicidas isoxaflutole, oxyfluorfen e sethoxym+diclosulam apresentaram maior produção de matéria seca, enquanto, o herbicida bispyribac-sodium, reduziu

a produção de massa seca em genótipos de eucalipto (AGOSTINETTO, 2010).

Tabela 3. Fitotoxicidade (%) às plantas de eucalipto, aos 20 dias após a aplicação dos tratamentos, em função de genótipos e herbicidas, FAEM/UFPEL, Capão do Leão/RS,2006.

Mecanismo de ação	Herbicidas	Genótipos				
		<i>E. dumii</i>	<i>E. saligna</i>	<i>E. globulus</i>	PH295H	C219H
Inibidores ALS ¹	Iodosulfuron-methyl	B 68 b ⁵	A 85 b	C 60 b	D 45 c	C 55 bc
	Nicosulfuron	C 17 de	B 43 cd	A 53 bc	B 40 c	AB 45cdef
	daImazapyr	B 90 a	A 100 a	AB 93 a	AB 99 a	AB 96a
	Imazethapyr	A 70 b	BC 52c	B 55 bc	C 45 c	BC 51cd
	Bispyribac-sodium	D 6 fg	A 54 c	C 15 g	A 62 b	B 44 cdef
	Diclosulam	B 4 fg	B 6 e	B 9 gh	B 12 e	A 48 cde
Inibidores ACCase ²	daCyhalofop butyl	B 10 efg	B 8 e	B 14 g	B 15 e	A 40 def
	Sethoxydim	BC 9efg	C 2 e	BC 8 gh	B 12 e	A 21 g
Inibidores Protox ³	daOxyfluorfen	B 15 ef	B 8 e	A 30 ef	B 14 e	A 37 ef
	Fomesafen	D 12 ef	BC 35d	AB 41 de	C 28 d	A 48 cde
Inibidores dos Carotenóides	Clomazone	B 55 c	C 45 cd	AB 58 bc	AB 58 b	A 64 b
	Isoxaflutole	A 6 fg	A 4 e	A 11 g	A 11 e	A 10 gh
Inibidores do FS II ⁴	Ametryn	A 94 a	A 92 ab	A 98 a	A 98 a	A 93 a
	doAtrazine	B 28 d	C 8 e	A 40 de	C 11 e	AB35 f
	Tebuthiuron	A 98 a	A 100 a	A 99 a	A 98 a	A 98 a
	Diuron+hexazinone	A 98 a	A 100 a	A 100 a	A 100 a	A 100 a
Inibidores Tubulina	daTrifluralin	B 13 ef	B5 e	A 28 f	B 12 e	A 34 f
	Pendimethalin	C 6 efg	C 8 e	A 48 cd	C 12 e	B 35 f
Testemunha	No limpo	A 0 g	A 0 e	A 0 h	A 0 f	A 0 h
	Infestada	A 0 g	A 0 e	A 0 h	A 0 f	A 0 h

¹ ALS – Acetolactato sintase; ²ACCase - Acetil Coenzima A carboxilase; ³Protox - Protoporfirinogênio oxidase; ⁴FS II - Fotossistema II; ⁵ Médias antecedidas por mesma letra maiúscula na linha, comparam genótipos dentro de herbicida e sucedidas por letra minúscula na coluna, comparam herbicidas dentro de genótipo, não diferem pelo teste de Tukey (p≤0,05).

SELETIVIDADE DE HERBICIDAS APLICADOS EM PÓS-EMERGÊNCIA A GENÓTIPOS DE
EUCALIPTO
AGOSTINETTO et al.

Tabela 4. Fitotoxicidade (%) às plantas de eucalipto, aos 30 dias após a aplicação dos tratamentos, em função de genótipos e herbicidas, FAEM/UFPEL, Capão do Leão/RS, 2006.

Mecanismo de ação	Herbicidas	Genótipos				
		<i>E. dunni</i>	<i>E. saligna</i>	<i>E. globulus</i>	PH295H	C219H
Inibidores ALS ¹	Iodosulfuron-methyl	B 73 c ⁵	A 86 b	B 68 b	C 56 bc	C 55 b
	Nicosulfuron	D 16 fgh	C 25 e	AB 47 d	B 43 de	A 55 b
	daImazapyr	A 96 ab	A 100 a	A 98 a	A 100 a	A 98 a
	Imazethapyr	BC 56d	A 69 c	BC 59 bc	AB 63 b	C 55 b
	Bispyribac-sodium	C 13 fghij	C 15 efg	C 10 hi	A 51 cd	B 34 c
	Diclosulam	C 6 ijk	B 16 ef	BC 13 h	A 36 ef	A 28 cde
Inibidores ACCase ²	daCyhalofop butyl	BC 11 ghij	C 9 fghi	BC 14 gh	A 41 de	B 18 efg
	Sethoxydim	B 4 jk	B 5 hi	AB 11 h	A 13 h	AB10fgh
Inibidores Protox ³	daOxyfluorfen	BC 14 fghij	C 8 fghi	A 26 ef	B 16 gh	BC 15 fg
	Fomesafen	CD 16fghi	D 12 fgh	BC 23 efg	B 26 fg	A 37 c
Inibidores dos Carotenóides	doClomazone	B 34 e	B 35 d	A 51 cd	A 45 de	A 50 b
	Isoxaflutole	A 7 hijk	A 5 ghi	A 9 hi	A 11 h	A 8 gh
Inibidores FS II ⁴	doAmetryn	C 86 b	BC 92 ab	A 100 a	AB 95 a	AB 98 a
	Atrazine	B 22 f	C 10 fghi	A 58 bc	BC 14 h	B 21 def
	Tebuthiuron	A 100 a	A 100 a	A 100 a	A 100 a	A 100 a
	Diuron+hexazinone	A 100 a	A 100 a	A 100 a	A 100 a	A 100 a
Inibidores Tubulina	daTrifluralin	B 19 fg	B 13 fgh	A 28 e	B 15 h	A 31 cd
	Pendimethalin	C 9 ghijk	C 9 fghi	BC 16 fgh	B 20 gh	A 34 c
Testemunha	No limpo	A 0 k	A 0 i	A 0 i	A 0 i	A 0 h
	Infestada	A 0 k	A 0 i	A 0 i	A 0 i	A 0 h

¹ ALS – Acetolactato sintase; ²ACCCase - Acetil Coenzima A carboxilase; ³Protox - Protoporfirinogênio oxidase; ⁴FS II - Fotossistema II; ⁵ Médias antecedidas por mesma letra maiúscula na linha, comparam genótipos dentro de herbicida e sucedidas por letra minúscula na coluna, comparam herbicidas dentro de genótipo, não diferem pelo teste de Tukey (p<0,05).

A aplicação dos herbicidas resultou em estatura superior para o genótipo *E. globulus*, sendo 14,6; 11,2; 31,4; e, 38,2% superior aos genótipos *E. dunni*, *E. saligna*, PH295H e C219H, respectivamente. Os herbicidas que resultaram as maiores estaturas foram nicosulfuron, bispyribac-sodium, diclosulam, cyhalofop-butyl, sethoxydim, oxyfluorfen,

SELETIVIDADE DE HERBICIDAS APLICADOS EM PÓS-EMERGÊNCIA A GENÓTIPOS DE
EUCALIPTO
AGOSTINETTO et al.

fomesafen, clomazone, isoxaflutole, atrazine, trifluralin e pendimethalin (Tabela 6).

Tabela 5. Matéria seca (g) de plantas eucalipto, em função da aplicação de herbicidas e genótipos, FAEM/UFPEL, Capão do Leão/RS, 2006.

Mecanismo de ação	Herbicidas	Genótipos				
		<i>E. dummi</i>	<i>E. saligna</i>	<i>E. globulus</i>	PH295H	C219H
Inibidores ALS ¹	Iodosulfuron-methyl	B 3,2 cdef ⁵	B 2,5defg	A 5,7 cd	B 3,6 def	B 2,7 defg
	Nicosulfuron	B 5,4 b	BC4,0 bcdef	A 7,5 abc	BC 4,1 cd	C 3,2 cdefg
	daImazapyr	B 2,2 ef	B 2,1 efg	A 3,9 de	B 1,7 f	B 1,6 efg
	Imazethapyr	B 2,6 def	B 3,3 cdefg	A 6,1 bc	B 3,3 def	B 2,8 cdefg
	Bispyribac-sodium	B 5,9 ab	C 4,0 bcdef	A 8,5 a	C 3,7 cdef	BC 4,5 bcd
	Diclosulam	B 4,5 bcd	B 4,1 bcde	A 8,2 a	B 4,2 cd	B 3,5 cdefg
Inibidores ACCase ²	dacyhalofop butyl	B 5,1 bc	B 4,8abc	A 7,5 abc	BC 4,5 bcd	C 3,0 cdefg
	Sethoxydim	B 4,6 bcd	B 4,4 bcd	A 7,7 abc	B 5,3 abcd	B 3,7 cdef
Inibidores Protox ³	daOxyfluorfen	B 5,6 b	B 5,7 ab	A 7,9 ab	AB 6,4 ab	B 4,9 abcd
	Fomesafen	B 5,0 bc	B 4,5 bcd	A 7,9 ab	B 4,7 abcd	B 4,7 bcd
Inibidores dos Carotenóides	Clomazone	BC4,3bcde	BC4,2 bcde	A 6,5 abc	AB 5,4 abcd	C 3,0 cdefg
	Isoxaflutole	B 5,0 bc	B 5,3 abc	A 8,0 ab	B 5,3 abcd	B 6,4 ab
Inibidores FS II ⁴	Ametryn	B 1,3 f	AB2,0 fg	A 3,0 e	AB 1,8 f	B 1,3 fg
	doAtrazine	B 3,1 cdef	A 4,9 abc	AB3,7 de	AB 4,6bcd	B 5,2 abc
	Tebuthiuron	A 1,5 f	A 1,2 g	A 2,7 e	A 1,7 f	A 1,1 g
	Diuron+hexazinone	A 1,6 f	A 1,4 g	A 2,7 e	A 1,9 ef	A 1,2 g
Inibidores Tubulina	daTrifluralin	B 4,6 bcd	B 4,1 bcdef	A 6,8 abc	B 5,0 abcd	B 3,9 cde
	Pendimethalin	B 5,5 b	BC4,1 bcde	A 7,4 abc	AB 5,8abc	C 3,5 cdefg
Testemunha	No limpo	A 8,0 a	A 6,9 a	A 8,1 ab	A 6,7 a	A 7,1 a
	Infestada	A 6,3 ab	B 4,4 bcd	A 7,6 abc	B 4,0 cde	B 3,5 cdefg

¹ ALS – Acetolactato sintase; ²ACCCase - Acetil Coenzima A carboxilase; ³Protox - Protoporfirinogênio oxidase; ⁴FS II - Fotossistema II; ⁵ Médias antecedidas por mesma letra maiúscula na linha, comparam genótipos dentro de herbicida e sucedidas por letra minúscula na coluna, comparam herbicidas dentro de genótipo, não diferem pelo teste de Tukey (p<0,05)

Tabela 6. Estatura (cm) de plantas de eucalipto, em função da aplicação de herbicidas e genótipos, FAEM/UFPEL, Capão do Leão/RS, 2006.

Mecanismo de ação	Herbicidas	Genótipos				
		<i>E. dunnii</i>	<i>E. saligna</i>	<i>E. globulus</i>	PH295H	C219H
Inibidores ALS ¹	Iodosulfuron-methyl	AB36bc ²	A 40 abc	A 41 fg	BC30 abc	C 25 cdef
	Nicosulfuron	A 50 a	B 40 abc	A 49 abcdef	B 36 abc	B 26 bcdef
	daImazapyr	A 36 bc	A 39 bc	A 38 g	B 27 c	B 22 ef
	Imazethapyr	B 31 c	A 42 abc	A 45 cdefg	BC26 c	C 20 f
	Bispyribac-sodium	B 46 ab	BC43 abc	A 59 a	D 32 abc	CD36abcd
Inibidores ACCase ²	Diclosulam	BC45ab	B 46 abc	A 58 ab	CD37 abc	D 30 abcdef
	daCDhalofop butyl	A 49 a	A 49 abc	A 49 abcdefg	B 38 ab	B 30 abcdef
Inibidores Protox ³	Sethoxydim	BC42abc	AB46 abc	A 52 abcde	C 35 abc	C 35 abcde
	daOxyfluorfen	B 46 ab	B 48 abc	A 59 ab	BC41 a	C 34 abcde
Inibidores Carotenóides	Fomesafen	A 50 a	A 50 a	A 56 abc	B 38 ab	B 34 abcde
	dosClomazone	B 44 ab	AB48 abc	A 54 abcd	BC40 ab	C 35 abcd
Inibidores FS II ⁴	Isoxaflutole	BC45ab	AB49 abc	A 58 ab	C 37 abc	C 39 a
	Ametryn	A 41 abc	A 39 abc	A 42 efg	B 30 abc	B 23 def
	doAtrazine	AB43abc	A 50 ab	A 48 bcdefg	B 34 abc	B 38 abc
	Tebuthiuron	AB40abc	AB38 bc	A 43 defg	BC32 abc	C 26 abcdef
Inibidores Tubulina	Diuron+hexazinone	A 38 bc	A 41 abc	A 43 defg	B 29 bc	B 24 def
	daTrifluralin	BC42abc	AB48 abc	A 53 abcd	CD36 abc	D 33 abcde
Testemunha	Pendimethalin	B 45 ab	BC43 abc	A 55 abc	BC39 ab	C 36 abcd
	No limpo	AB46ab	AB47 abc	A 53 abcde	B 39 ab	B 39 ab
	Infestada	BC41abc	AB45 abc	A 53 abcde	CD35 abc	D 32 abcdef

¹ ALS – Acetolactato sintase; ²ACCCase - Acetil Coenzima A carboxilase; ³Protox - Protoporfirinogênio oxidase; ⁴FS II - Fotossistema II; ⁵ Médias antecedidas por mesma letra maiúscula na linha, comparam genótipos dentro de herbicida e sucedidas por letra minúscula na coluna, comparam herbicidas dentro de genótipo, não diferem pelo teste de Tukey (p≤0,05).

O *E. globulus* apresentou maior produção de matéria seca e maior estatura de plantas, demonstrando maior tolerância aos herbicidas utilizados (Tabelas 5 e 6). O uso de glyphosate, triclopyr, carfentrazone-ethyl e suas misturas reduziram a matéria seca e a estatura de plantas da cultura do eucalipto (SANTOS et al., 2006).

Para variável diâmetro do caule não houve interação dos fatores testados, ocorreu apenas efeito simples para o fator genótipo e herbicida (Tabelas 7 e 8). O genótipo que apresentou maior diâmetro do caule foi o *E. globulus*. A aplicação dos herbicidas nicosulfuron, imazethapyr, bispyribac-sodium, diclosulam, cyhalofop butyl, sethoxydim, oxyfluorfen, fomesafen, clomazone, isoxaflutole, trifluralin e pendimethalin resultaram em maiores diâmetros de caule.

Tabela 7. Diâmetro do caule de plantas de eucalipto, em função de genótipos, FAEM/UFPEL, Capão do Leão/RS, 2006.

Genótipos	Diâmetro (mm)	
<i>E. dunnii</i>	3,4	b ¹
<i>E. saligna</i>	3,7	a
<i>E. globulus</i>	3,8	a
PH295H	3,0	c
C219H	2,7	d

¹ Médias seguidas por mesma letra não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Tabela 8. Diâmetro do caule de plantas de eucalipto, em função da aplicação de herbicidas, FAEM/UFPEL, Capão do Leão/RS, 2006.

Mecanismo de ação	Herbicidas	Diâmetro (mm)	
Inibidores da ALS ¹	iodosulfuron-methyl	3,2	cd ⁵
	nicosulfuron	3,7	ab
	imazapyr	3,0	de
	imazethapyr	3,6	abc
	bispyribac-sodium	3,6	abc
	diclosulam	3,4	bcd
Inibidores da ACCase ²	cyhalofop butyl	3,5	abc
	sethoxydim	3,5	abc
Inibidores da Protox ³	oxyfluorfen	3,7	abc
	fomesafen	3,6	abc
Inibidores dos Carotenóides	clomazone	3,5	abc
	isoxaflutole	3,7	ab
Inibidores do FS II ⁴	ametryn	2,6	ef
	atrazine	3,2	cd
	tebuthiuron	2,5	f
	diuron+hexazinone	2,5	f
Inibidores da Tubulina	trifluralin	3,4	bcd
	pendimethalin	3,6	abc
Testemunha	no limpo	3,9	a
	infestada	3,4	bcd

¹ ALS - Acetolactato sintase; ²ACCase - Acetil Coenzima A carboxilase; ³Protox - Protoporfirinogênio oxidase; ⁴FS II - Fotossistema II; ⁵ Médias seguidas por mesma letra não diferem pelo teste de Tukey (p≤0,05).

Os resultados observados permitem inferir que apesar da maioria dos produtos testados não serem recomendados à cultura do eucalipto, os herbicidas, nicosulfuron, imazethapyr, bispyribac-sodium, diclosulam, cyhalofop butyl, sethoxydim, oxyfluorfen, fomesafen, clomazone, isoxaflutole, atrazine, trifluralin e pendimethalin não afetaram

negativamente às variáveis matéria seca da parte aérea, estatura de plantas e diâmetro do caule do eucalipto, podendo constituir-se como alternativa de uso para controle de plantas daninhas nos genótipos *E. dunnii*, *E. saligna* e *E. globulus*. Cabe ressaltar a necessidade de estudos que avaliem a eficiência de controle das plantas daninhas pelos herbicidas nas doses testadas.

CONCLUSÕES

Os herbicidas diclosulam, cyhalofop butyl, sethoxydim, isoxaflutole, oxyfluorfen, trifluralin e pendimethalin constituem-se em alternativa de uso para controle de plantas daninhas nos genótipos *Eucalyptus dunnii*, *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus globulus*.

O *Eucalyptus globulus* apresenta maior tolerância aos herbicidas utilizados.

REFERÊNCIAS

Anuário Estatístico da ABRAF (2011). Disponível em: <<http://www.abraflor.org.br>>_Acesso em: 29 out. 2011.

Embrapa. Sistema Brasileiro de Classificação de solos. Brasília. 412p., 1999.

AGOSTINETTO, D.; TAROUCO, C. P.; MARKUS, C. et al. Seletividade de genótipos de eucalipto a doses de herbicidas. **Semina**, Londrina, n.3, v.31, p.585-598, 2010.

KRUSE, N. D. Inibidores da síntese de carotenóides. In: **Herbicidologia**. 1.ed. Porto Alegre. 149p., 2001

PITELLI, R. A. Competição e controle de plantas daninhas em áreas agrícolas. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, n.12, v.4, p.25-35, 1987.

SILVA, W. da.; SILVA, J. F da.; CARDOSO, A. A. et al. Tolerância de *Eucalyptus* spp. a diferentes herbicidas. **Revista Árvore**, Viçosa, n.3, v.18, p.287-300, 1994.

SILVA, W. da.; SILVA, A. A. da.; SEDIYAMA, T. et al. Absorção de nutrientes por mudas de duas espécies de eucalipto em resposta a diferentes teores de água no solo e competição com plantas de *Brachiaria brizantha*. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, n.1, v.24, p.147-159, 2000.

TOLEDO, R. E. B.; ALVES, P. L. C. A.; VALLE, C. F. et al. Comparação de custos de quatro métodos de manejo de *Brachiaria decumbens* Stapf em área de implantação de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. **Revista Árvore**, Viçosa, n.3, v.20, p.319-330, 1996.

VIDAL, R.; FLECK, N. G. Inibidores de polimerização de tubulina. In: **Herbicidologia**. 1.ed. Porto Alegre. 2001. cap 13. p 131-137.

VIDAL, R. A.; MEROTTO JR., A. Inibidores da ACCase. In: **Herbicidologia**. 1.ed. Porto Alegre. 2001. cap. p 15-24.

SISTEMAS DE MANEJO DE SOLO E DE ROTAÇÃO DE CULTURAS: ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO, APÓS DEZ ANOS

Silvio Tulio Spera¹; Henrique Pereira dos Santos²; Gilberto Omar Tomm⁶; Alexandre Ávila⁷

¹ Eng. Agr., M.Sc., Embrapa Trigo, Caixa Postal 451, CEP 99001-970 Passo Fundo, RS. e-mail: spera@cnpt.embrapa.br; ² Eng. Agr., Dr., Embrapa Trigo. Bolsista CNPq-PQ; ³ Eng. Agr., Dr., Embrapa Trigo; ⁴ Acadêmico de Agronomia da UPF-FAMV, Passo Fundo, RS. Bolsista CNPq-IC.

RESUMO: Para que sistemas de produção agropecuários sejam produtivos e sustentáveis, é necessário manter adequadas as condições físicas do solo. Após dez anos da instalação de um experimento (1993 a 2002), os atributos físicos do solo foram avaliados, num Latossolo Vermelho Distrófico típico, em Passo Fundo, RS, em quatro tipos de manejo de solo – 1) plantio direto (PD), 2) cultivo mínimo (CM), 3) preparo convencional de solo com arado de discos e grade de discos (PCD) e 4) preparo convencional de solo com arado de aivecas e grade de discos (PCA) – e em três sistemas de rotação de culturas: sistema I (trigo/soja), sistema II (trigo/soja e ervilhaca/milho) e sistema III (trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja). Amostras de solo também foram coletadas em fragmento de floresta subtropical adjacente ao experimento, como testemunha da condição original do solo. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com parcelas subdivididas, e três repetições. A parcela principal (4 x 90m) foi constituída pelos tipos de manejo de solo, e as subparcelas (4 x 10m), pelos sistemas de rotação de culturas. Os tipos de manejo de solo e de rotação de culturas influenciaram os atributos físicos do solo em comparação à condição original sob floresta subtropical. Nos manejos de solo e de rotação de culturas, a porosidade total e a macroporosidade foram maiores na camada superficial em relação à camada subsuperficial, enquanto que a com a densidade do solo ocorreu o inverso. O PD e o CM mostraram maior microporosidade, em relação ao PCD e ao PCA.

Palavras-chave: preparo convencional de solo, cultivo mínimo, plantio direto, densidade do solo, porosidade total.

SOIL MANAGEMENT AND CROP ROTATION SYSTEMS: SOIL PHYSICAL ATTRIBUTES, AFTER TEN YEARS

physical attributes were assessed after ten years of cropping (1993 to 2002) on a typical Dystrophic Red Latosol located in Passo Fundo, State of Rio Grande do Sul, Brazil. Four soil tillage systems: 1) no tillage, 2) chisel plow tillage, 3) conventional tillage with disk plow and disk harrow, and 4) conventional tillage with moldboard plow and disk harrow – and three crop rotation systems: I - wheat/soybean, II - wheat/soybean and common vetch/corn, and III - wheat/soybean, white oat/soybean, and common vetch/corn) were evaluated. A randomized complete block design, with split-plots and three replicates, was used. The main plots (4 x 90m) were soil tillage systems, while the subplots (4 x 10m) consisted of crop rotation systems. As a control, fertility soil parameters were evaluated in samples of a subtropical forest fragment adjacent to the experiment. Soil tillage and crop rotation systems were influenced soil physical parameters when compared to the samples collected in a fragment of subtropical forest. In soil tillage and crop rotation systems, total porosity and macroporosity were higher in the top layer (0-5cm) in comparison to deeper layer (10-15cm), while the opposite occurred with soil bulk density. No-tillage and chisel plow tillage showed higher microporosity as compared to conventional tillage systems using disk plow and moldboard plow.

Keywords: conventional tillage, minimum tillage, no-tillage, dry soil density, total porosity.

INTRODUÇÃO

A alteração de ecossistemas naturais ocorre à medida que eles vão sendo substituídos por atividades voltadas para fins de produção de alimentos, provocando degradação em consequência do uso e manejo inadequados do solo (STONE et al., 2001). Uma das principais metas da pesquisa é identificar e desenvolver sistemas de manejo de solo adaptados às condições edafoclimáticas, sociais e culturais regionais (COSTA et al., 2003). Sistemas de rotação de culturas adequados podem amenizar problemas de degradação de solo, restaurando a respectiva estrutura.

A textura e a estrutura são as principais características físicas responsáveis pela porosidade e pela infiltração de água no solo

são necessárias práticas que atuem na melhoria e manutenção da estrutura do solo. Sistemas adequados e compatíveis com as condições edafoclimáticas de manejo de solo e de rotação de culturas podem atender a essa demanda. Para avaliação da estrutura do solo, densidade de solo, porosidade total, macro e microporosidade ainda são os parâmetros mais usados.

Ao se comparar tipos de manejo de solo, tem sido observadas diferenças entre os atributos físicos e o rendimento de grãos. De acordo com alguns autores, os tipos de manejo com maior mobilização de solo mostram, na camada superficial, menores valores de densidade e maior porosidade total e macroporosidade (DERPSCH et al., 1991; DA ROS et al., 1997; ALBUQUERQUE et al., 2001; STONE e SILVEIRA, 2001). No caso do sistema plantio direto, tem-se verificado o inverso. Isso decorre, principalmente, do arranjo natural do solo, quando este não é mobilizado, e da pressão provocada pelo trânsito de máquinas, sobretudo em solos argilosos e com elevada umidade (STONE e SILVEIRA, 2001). Entretanto, a maior densidade de solo e menor porosidade total e macroporosidade observada no sistema plantio direto não está promovendo redução no rendimento das culturas (SPERA et al., 2004a). Contudo, após algum tempo de adoção, no solo sob plantio direto tem sido observado menor densidade de solo do que sob preparo convencional de solo, em razão do aumento do teor de matéria orgânica na camada superficial (REEVES, 1995).

em virtude da inclusão de espécies com sistema radicular agressivo e de aportes diferenciados de resíduos vegetais. Albuquerque et al. (1995) verificaram maior volume de macroporos e menor densidade de solo nos sistemas de rotações de cultura, em comparação às sucessões. Spera et al. (2004a) encontraram maior densidade do solo e menores porosidade total e macroporosidade na camada superficial nos sistemas trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho; trigo/soja, aveia branca/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho; pastagens perenes de estação fria; e pastagens perenes de estação quente. Já no sistema com alfafa e na mata subtropical, foram encontrados menores valores de densidade e maiores de porosidade total e de macroporosidade.

O trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de distintos tipos de manejo de solo e de sistemas rotação de culturas sobre alguns atributos físicos do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio vem sendo conduzido em área experimental da Embrapa Trigo, em Passo Fundo, RS, desde 1985, em um Latossolo Vermelho Distrófico húmico (STRECK et al., 2008), cujas avaliações dos atributos físicos do solo foram realizadas em 2002.

(CM), 3) preparo convencional com arado de discos e grade de discos (PCD) e 4) preparo convencional com arado de aivecas e grade de discos (PCA) – e por três sistemas de rotação de culturas: sistema I - trigo/soja, sistema II - trigo/soja e ervilhaca/milho e sistema III - trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja. Um fragmento de floresta subtropical com araucárias, adjacente ao experimento, também foi amostrado, com o mesmo número de repetições, e admitido como referencial do estado estrutural do solo antes de este ser submetido às alterações antrópicas. O delineamento experimental usado foi blocos ao acaso, com parcelas subdivididas e três repetições. A parcela principal foi constituída pelos tipos de manejo de solo, e a subparcela, pelos sistemas de rotação de culturas. Cada parcela principal mediu 4m de largura por 90m, e cada subparcela, 4m de largura por 10m.

Em novembro de 1985, antes da semeadura das culturas de inverno para instalação do experimento, a camada de solo de 0-20cm foi amostrada, e os resultados das análises foram: pH em água = 4,8; Al = 12,0mmol_c dm⁻³; Ca + Mg = 49,0mmol_c dm⁻³; matéria orgânica = 34,0g kg⁻¹; P = 23,0mg kg⁻¹; e K = 104mg kg⁻¹. O solo foi escarificado por meio de equipamento de hastes rígidas e posteriormente submetido à correção de acidez com 7,0t ha⁻¹ de calcário dolomítico (PRNT 90%), visando a elevar o pH em água a 6,0. O calcário foi aplicado em duas vezes: metade antes da aração e metade

dos valores observados nas análises químicas da área experimental.

Em novembro de 2002, após a colheita das culturas de inverno, foram coletadas amostras indeformadas de solo nas camadas de 0-5 e 10-15cm. Para determinar a densidade de solo e a porosidade total foi usado o método do anel volumétrico. A microporosidade foi considerada como conteúdo volumétrico de água equilibrada na mesa de tensão a 60cm de coluna de água, e a macroporosidade calculada por diferença entre a porosidade total e a microporosidade. Esses métodos constam no Manual de Métodos de Análise de Solo (EMBRAPA, 1997).

Os tipos de manejo de solo e os sistemas de rotação de culturas foram comparados em cada atributo físico do solo e em cada uma das camadas amostradas. As camadas de solo foram comparadas em um mesmo sistema de manejo de solo ou sistema de rotação de culturas. Todas as comparações foram realizadas por meio de contrastes com um grau de liberdade (STEEL e TORRIE, 1980). A significância dos contrastes foi dada pelo teste F, levando-se em conta o desdobramento dos graus de liberdade do erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi constatada nos atributos físicos do solo analisados interação entre os tipos de manejo de solo e sistemas de rotação de culturas. Assim, os

TIPOS DE MANEJO DE SOLO

As médias de densidade de solo (Tabela 1) de todas as camadas de solo e tipos de manejo de solo (MSs) mostraram, após dez anos de cultivo, menores valores do que os verificados na camada de 0-5cm cujos valores, em todos os MS, foram: plantio direto (PD): $1,31\text{Mg m}^{-3}$; preparo convencional de solo com arado de discos (PCD): $1,28\text{Mg m}^{-3}$; preparo convencional de solo com arado de aivecas (PCA): $1,26\text{Mg m}^{-3}$; e cultivo mínimo (CM): $1,26\text{Mg m}^{-3}$. Houve diferença significativa na densidade de solo dos MSs, mas somente na camada de 0-5cm. O PCD mostrou maior densidade de solo que o do PCA. Nesse caso, com a maior mobilização de solo no PCA, houve aumento do volume de poros, principalmente de macroporos, e conseqüente diminuição da densidade, ou seja, o PCA promoveu maior destruição de agregados, mas isto refletiu em menor valor de densidade. O solo da floresta subtropical, que ainda preserva a condição estrutural original do solo, mostrou, nas duas camadas, menor densidade de solo, em relação aos MSs estudados. Isso demonstra que o uso do solo para fins agrícolas, independentemente do SMS adotado, promove alterações, às vezes irreparáveis, nas propriedades físicas do solo. Bertol et al. (2004), estudando MSs, em quatro tipos de solo, de quatro municípios catarinenses,

verificaram que, nas médias desses solos, a floresta com arvores mostrou

SISTEMAS DE MANEJO DE SOLO E DE ROTAÇÃO DE CULTURAS: ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO, APÓS DEZ ANOS
SPERA et al.

Tabela 1. Valores de densidade de solo e de porosidade total, nas camadas de solo de 0-5 e de 10-15cm, determinados após as culturas de inverno, em quatro tipos de manejo de solo e em floresta subtropical.

Sistema de produção	Camada (cm)		
	0-5	10-15	0-5 x 10-15
	Densidade de solo (Mg m ⁻³)		Contraste entre camadas (P>F)
PD	1,20	1,38	**
PCD	1,26	1,38	**
PCA	1,19	1,37	**
CM	1,25	1,38	**
FST	0,89	1,24	*
	Contraste entre tipos de manejo		
PD x PCD	ns	ns	
PD x PCA	ns	ns	
PD x CM	ns	ns	
PD x FST	**	**	
PCD x PCA	*	ns	
PCD x CM	ns	ns	
PCD x FST	**	**	
PCA x CM	ns	ns	
PCA x FST	**	**	
CM x FST	**	**	
	Porosidade total (m ³ m ⁻³)		Contraste entre camadas (P>F)
PD	0,560	0,440	**
PCD	0,520	0,450	**
PCA	0,530	0,460	**
CM	0,550	0,440	**
FST	0,670	0,520	*
	Contraste entre tipos de manejo		
PD x PCD	**	ns	
PD x PCA	*	ns	

PD x CM	ns	ns
SISTEMAS DE MANEJO DE SOLO E DE ROTAÇÃO DE CULTURAS: ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO, APÓS DEZ ANOS		
SPERA et al.		
PCD x CM	ns	ns

Cont. Tab. 1

PCD x FST	**	**
PCA x CM	ns	ns
PCA x FST	**	**
CM x FST	**	**

ns = não significativo; = nível de significância de 5%; ** = nível de significância de 1%. PD: plantio direto; PCD: preparo convencional de solo com arado de discos; PCA: preparo de solo com arado de aivecas; CM: cultivo mínimo; e FST: floresta subtropical.

No presente trabalho, iniciado em 1986, o valor da densidade de solo foi semelhante em todos os MSs. Resultados compatíveis foram obtidos por Reeves (1995), em função do teor de matéria orgânica do solo sob PD. Contudo, no levantamento de 1993, o teor de matéria orgânica do solo, nesse ensaio, foi de 25% maior, na camada de 0-5cm do PD, em relação ao PCD e ao PCA (SANTOS e TOMM, 2003). Porém, em outros trabalhos, como o de Derpsch et al. (1991), conduzido em um Latossolo Roxo e em uma Terra Roxa Estruturada, de Londrina, PR, foram observadas maiores densidade de solo no PD, na camada de 0-5cm, em comparação com PCD e com CM. Nos resultados obtidos por Albuquerque et al. (2001), em Nitossolos Vermelhos, em Lages, SC, o PD mostrou, na média das camadas estudadas, densidade de solo maior do que a do PCD e a da floresta. No estudo de Stone e Silveira (2001), em Latossolo Vermelho Perférico, em Santo Antônio de Goiás, GO, o PD mostrou, na camada de 0-10cm,

Ros et al. (1997), em Latossolo Vermelho-escuro distrófico de Cruz Alta, RS, verificaram menor densidade de solo nos tratamentos submetidos ao PCD, em relação ao PD, em todas as camadas estudadas (0-7, 7-14 e 14-21cm).

Houve diferenças, para valor de densidade de solo, entre as camadas avaliadas de todos os MSs e a floresta (Tabela 1). A densidade de solo, em todos os MS estudados, foi maior na camada de 0-5cm em relação à camada de 10-15cm. Resultados equivalentes foram observados por Trein et al. (1991) e Da Ros et al. (1997). Como a densidade de solo é um atributo considerado na avaliação do estado estrutural do solo, não se constata compactação de solo severa nos sistemas de manejo, pois esse valor, na camada de 0-5cm, manteve-se abaixo de um valor considerado limitante ao enraizamento das espécies (em latossolos argilosos de Passo Fundo), valor que, de acordo com Klein e Câmara (2007), situa-se ao redor de $1,40 \text{ Mg m}^{-3}$.

Secco et al. (2009) observaram, em PD, maior densidade de solo na camada superficial, decrescendo com a profundidade. Neste estudo, a maior densidade de solo, verificada na camada de 10-15cm pode ser atribuída à presença residual de camada compactada resultante de operações de preparo de solo com aração e gradagem anteriores ao início do experimento, denominada “pé-de-grade”.

PD: $0,501\text{m}^3\text{ m}^{-3}$; PCD: $0,514\text{m}^3\text{ m}^{-3}$; PCA: $0,521\text{m}^3\text{ m}^{-3}$; e CM: $0,519\text{m}^3\text{ m}^{-3}$.

³. Houve diferenças quanto à porosidade total, entre os MSs estudados, mas somente na camada de 0-5cm. O PD mostrou maior porosidade total em comparação ao PCD e ao PCA. A menor porosidade total do solo sob PCD e PCA, em relação ao PD, nessa camada pode indicar presença de camada subsuperficial compactada nos manejos com preparo convencional de solo. Por sua vez, a floresta mostrou, nas duas camadas estudadas, maior porosidade total, em relação a todos os MSs, permitindo constatar quanto o solo foi afetado pelo uso, em comparação à condição original. Resultados iguais foram obtidos por Albuquerque et al. (2001), em cujo estudo a floresta mostrou nas camadas de 0-5cm e de 10-15cm, porosidade total muito maior que a do PD e a do PCD. Bertol et al. (2004), estudando um solo catarinense, observaram, nas camadas de 0-20cm, maiores porosidades total na floresta, em comparação ao PCD e ao campo nativo. Da Ros et al. (1997) observaram, em solos manejados com preparo convencional com aração e gradagem, em duas camadas (0-7 e 7-14cm), maior porosidade total que a do PD. Como a área experimental foi cultivada a partir de campo nativo, a mobilização do solo promoveu aumento no volume de poros.

A avaliação da porosidade total mostrou que houve diferença entre as duas camadas estudadas entre os MSs e a floresta (Tabela 1). A porosidade total foi maior na camada de 0-5cm, provavelmente em razão da deposição

camadas estudadas, porém, somente no PCD. Ademais, a menor porosidade total, na camada subsuperficial, indica degradação da estrutura do solo com formação de “pé-de-arado”.

A microporosidade (Tabela 2), na maioria dos MSs e na camada de 0-5cm, foi maior após dez anos de cultivo, e os respectivos valores foram: PD: $0,409\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$; PCD: $0,370\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$; e CM: $0,393\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$. Houve diferenças entre as médias de microporosidade de alguns MSs. O PD mostrou, na camada de 0-5cm, valores de microporosidade maiores do que os do PCD e o do PCA. Nessa mesma camada, a microporosidade do CM foi que a do PCD. Entretanto, na camada de 10-15cm, o PCD e o PCA mostraram maiores valores de microporosidade em relação ao do PD. Além disso, o solo da floresta mostrou, na camada 0-5cm, maior valor de microporosidade que o do PCD e o do PCA, mas, na camada de 10-15cm, ocorreu o inverso. O CM mostrou, na camada 0-5cm, maior microporosidade do que o PCA, invertendo, porém, na camada de 10-15cm. Na camada de 10-15cm, a microporosidade do CM também foi maior que a da floresta. No estudo de Albuquerque et al. (2001) a floresta mostrou, na camada de 0-5cm, microporosidade bem maior do que a do PCD, enquanto que Stone e Silveira (2001) observaram, na camada 0-10cm maior microporosidade no PD e no preparo somente com grade. Oliveira et al. (2004), avaliando um Latossolo Vermelho distrófico típico, em Planaltina, DF observaram na

SISTEMAS DE MANEJO DE SOLO E DE ROTAÇÃO DE CULTURAS: ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO, APÓS DEZ ANOS
SPERA et al.

Tabela 2. Valores de microporosidade, de macroporosidade e de resistência à penetração, nas camadas de solo de 0-5 e de 10-15cm, determinados após as culturas de verão, em quatro sistemas de manejo de solo e em floresta subtropical. Embrapa Trigo, 2002.

Sistema de produção	Camada (cm)			Contraste entre camadas (P>F)	entre
	0-5	10-15	0-5 x 10-15		
	Microporosidade (m ³ m ⁻³)				
PD	0,430	0,370		**	
PCD	0,380	0,400		ns	
PCA	0,370	0,410		**	
CM	0,410	0,380		**	
FST	0,440	0,340		ns	
	Contraste entre tipos de manejo				
PD x PCD	**	*			
PD x PCA	**	**			
PD x CM	ns	ns			
PD x FST	ns	ns			
PCD x PCA	ns	ns			
PCD x CM	**	ns			
PCD x FST	*	**			
PCA x CM	**	*			
PCA x FST	**	**			
CM x FST	ns	*			
	Macroporosidade (m ³ m ⁻³)				
PD	0,130	0,070		**	
PCD	0,140	0,050		**	
PCA	0,160	0,050		**	
CM	0,130	0,060		**	
FST	0,230	0,180		ns	
	Contraste entre tipos de manejo				
PD x PCD	ns	*			
PD x PCA	ns	**			
PD x CM	ns	ns			
PD x FST	**	**			
PCD x PCA	ns	ns			
PCD x CM	ns	ns			
PCD x FST	*	**			
PCA x CM	ns	ns			
PCA x FST	*	**			
CM x FST	**	**			
	resistência à penetração (kgf cm ⁻²)				
PD		2,14			

PCD	1.91
F	SISTEMAS DE MANEJO DE SOLO E DE ROTAÇÃO DE CULTURAS: ATRIBUTOS FÍSICOS DO
C	SOLO, APÓS DEZ ANOS
F	SPERA et al.
	contraste entre tipos de manejo
PD x PCD	*
PD x PCA	ns

Cont. Tab. 2

PD x CM	ns
PD x FST	**
PCD x PCA	ns
PCD x CM	ns
PCD x FST	**
PCA x CM	ns
PCA x FST	**
CM x FST	**

ns = não significativo; = nível de significância de 5%; ** = nível de significância de 1%. PD: plantio direto; PCD: preparo convencional de solo com arado de discos; PCA: preparo de solo com arado de aivecas; CM: cultivo mínimo; e FST: floresta subtropical.

Houve diferenças de microporosidade entre as camadas de solo na maioria dos MSs estudados (Tabela 2). O PD e o CM mostraram maior microporosidade na camada de 0-5cm em relação à camada de 10-15cm, enquanto que no PCA ocorreu o contrário e no PCD não houve diferença entre as camadas. Isso pode ser decorrente do efeito do revolvimento do solo com arados, que determina uma reorganização estrutural do solo diferente da situação em que não ocorre revolvimento. Albuquerque et al. (1995), Andreola et al. (2000) e Costa et al. (2003), estudando MSs, não encontraram diferenças para microporosidade entre as camadas de solo, ou seja, não foram afetadas pelos sistemas de manejo de solo.

O valor de macroporosidade (Tabela 2), para alguns dos MSs e na camada de 0-5cm, aumentou após dez anos de cultivo. Esses valores anteriormente eram: no PCA, $0,144\text{m}^3\text{ m}^{-3}$ e no CM: $0,126\text{m}^3\text{ m}^{-3}$. Já para o

floresta subtropical, em razão das condições naturais favoráveis à agregação de solo, possui, em ambas as camadas estudadas, volume de macroporos maior do que o dos sistemas de manejo de solo estudados. Além disso, o PD mostrou, na camada de 10-15cm, macroporosidade maior do que a do PCD e a do PCA. No trabalho de Albuquerque et al. (2001), a floresta mostrou, nas camadas de 0-5cm e de 10-15cm valores de macroporosidade duas a três vezes maiores que a do PD. Stone e Silveira (2001) verificaram, na camada de 0-10cm, em condições de Cerrado, que os valores de macroporosidade do PCD, o preparo somente com arado e o preparo somente com grade foram maiores que os do PD. Oliveira et al. (2004), verificaram, na camada de 0-5cm, macroporosidade muito menor sob PD do que no PCD e no cerrado nativo.

Houve diferenças de macroporosidade entre os MSs (Tabela 2). A macroporosidade sempre foi maior na camada de 0-5cm. Trein et al. (1991) também verificaram, em PD, maior macroporosidade na camada de 0-7,5cm em sistema de produção que incluiu pastejo. A redução da macroporosidade, na camada logo abaixo da superficial, pode ser conseqüência de “pé-de-grade”. Isto pode ser deduzido pelo fato do solo da floresta subtropical não ter mostrado diferença de macroporosidades entre as camadas estudadas, o que evidenciou o efeito do revolvimento e das demais práticas de manejo mecânico na degradação estrutural do solo. Maiores valores de

matéria orgânica na estruturação dos solos (DORAN e PARKIN, 1994).

A resistência do solo à penetração, avaliada somente na camada de 10-15cm, mostrou maior valor no PD do que no PCD (Tabela 2). Resultados semelhantes foram obtidos por Beutler et al. (2001). A floresta mostrou menor valor de resistência do solo à penetração em relação a todos os MSs. Pode-se supor que, sob PD, o “pé-de-grade” residual, quando não rompido por escarificação ou por raízes agressivas, tendeu a tornar-se mais compacto, uma vez que nessa camada compactada se acumularam argilas dispersas pelo calcário e eluviadas a partir da camada superficial.

SISTEMAS DE ROTAÇÃO DE CULTURAS

Os sistemas de rotação de culturas (RCs) mostraram densidade de solo, porosidade total e macroporosidade distintas (Tabelas 3 e 4). Como eram esperadas devido aos resultados obtidos nos tipos de manejo, as RCs mostraram maior valor de densidade de solo e menor porosidade total e macroporosidade que os da floresta, nas camadas de 0-5cm e de 10-15cm. Os sistemas II (trigo/soja e ervilhaca/milho) e III (trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja) promoveram, na camada de 10-15cm, microporosidade maior que a da floresta. Além disso, a resistência do solo à penetração de todas as RSs, na mesma camada, também foi maior do que a da floresta. A floresta, por mostrar menor densidade de solo e porosidade total e

resistência do solo à penetração mecânica. Não houve diferença entre os atributos físicos avaliados quanto aos efeitos das RCs. Porém, no trabalho de Albuquerque et al. (1995), a rotação trigo/soja mostrou, na camada de 0-5cm, densidade de solo maior do que as de trigo/soja e aveia preta + ervilhaca/milho e trigo/soja, aveia preta/soja e aveia preta/soja. Isso pode ter ocorrido em virtude da presença de aveia preta nas duas últimas rotações, a qual, em razão do sistema radicular mais agressivo e desenvolvido, favoreceu o restabelecimento de agregados de solo. De acordo com Six et al. (2002), cada cultura tem efeito diferenciado sobre a densidade de solo, contribuindo para a conservação e restauração da estrutura deste. Considerando-se que a densidade de solo tem sido um dos parâmetros de avaliação do estado estrutural de solo, as condições verificadas nas RCs permitem afirmar não ter ouvido indícios de severa compactação de solo, embora os valores observados na superfície situem-se próximos do valor considerado, por Klein e Câmara (2007), como crítico para latossolos argilosos da região.

Stone e Silveira (2001) observaram que as rotações soja/trigo, soja/trigo/soja/feijão/arroz/feijão e arroz/feijão mostraram densidade de solo mais elevada, na camada de 0-10cm. Contudo, a densidade desses dois últimos tratamentos foi igual à das rotações milho/feijão e arroz consorciado com calopogônio/feijão. Esses mesmos autores ressaltaram que o sistema que incluiu soja e trigo propiciou, na camada de 0-10cm, maior valor de

com calopogônio/feijão.

Tabela 3. Valores densidade de solo e de porosidade total, nas camadas de solo de 0-5 e de 10-15cm, determinados após as culturas de verão, em três sistemas de rotação de culturas e em floresta subtropical. Embrapa Trigo, 2002.

Sistema de produção	Camada (cm)		
	0-5	10-15	0-5 x 10-15
	Densidade de solo (Mg m^{-3})		Contraste entre camadas ($P>F$)
Sistema I	1,22	1,39	**
Sistema II	1,22	1,36	**
Sistema III	1,23	1,39	**
FST	0,89	1,24	*
	Contraste entre sistemas		
I x II	ns	ns	
I x III	ns	ns	
I x FST	**	**	
II x III	ns	ns	
II x FST	**	**	
III x FST	**	**	
	Porosidade total ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)		Contraste entre camadas ($P>F$)
Sistema I	0,550	0,440	**
Sistema II	0,540	0,450	**
Sistema III	0,540	0,450	**
FST	0,670	0,520	*
	Contraste entre sistemas		
I x II	ns	ns	
I x III	ns	ns	
I x FST	**	**	
II x III	ns	ns	
II x FST	**	**	
III x FST	**	**	

ns = não significativo; = nível de significância de 5%; ** = nível de significância de 1%. Sistema I: trigo/soja; sistema II: trigo/soja e ervilhaca/milho; sistema III: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja; e FST: floresta subtropical.

Houve diferença de densidade de solo entre as duas camadas estudadas quando se compararam entre os RCs e a floresta (Tabela 3). A densidade de solo foi menor na camada superficial (0-5cm). Em estudo

sob Latossolo Vermelho distrófico típico, em Passo Fundo, RS, observaram, na camada de 0-5cm, menor densidade de solo em relação à camada de 10-15cm. Stone e Silveira (2001), estudando SRCs, não encontraram diferenças entre as médias deste atributo físico do solo.

Na porosidade total, Albuquerque et al. (1995), foram encontradas diferenças entre as RCs, em que rotação trigo/soja mostrou menor porosidade total em comparação às trigo/soja e aveia preta + ervilhaca/milho e trigo/soja, aveia preta/soja e aveia preta/soja. Isso pode ser decorrência à intensa mobilização do solo, tráfego de máquinas e exposição do solo à ação do impacto da chuva. Stone e Silveira (2001) avaliaram a porosidade total em várias RCs e encontraram que a rotação soja/trigo foi a que mostrou, na camada de 0-10cm, menor valor desse atributo.

Nas RCs e na floresta, houve diferença de porosidade total entre as camadas (Tabela 3). A porosidade total foi maior na camada de 0-5cm em relação à camada de 10-15cm, indicando degradação da estrutura do solo mais intensa nessa última. Isso se evidenciou com a redução da macroporosidade. Resultados semelhantes foram obtidos por Spera et al. (2004a), em sistemas mistos de produção. Albuquerque et al. (1995) e Stone e Silveira (2001) não encontraram diferenças de porosidade entre camadas estudadas equivalentes. Mas, o histórico de uso e manejo do solo do presente trabalho difere do estudo de Albuquerque et al. (1995) e do de

SISTEMAS DE MANEJO DE SOLO E DE ROTAÇÃO DE CULTURAS: ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO, APÓS DEZ ANOS
SPERA et al.

Tabela 4. Valores de microporosidade, de macroporosidade e de resistência à penetração nas camadas de solo de 0-5 e de 10-15cm, determinados após as culturas de verão, em três sistemas de rotação de culturas e em floresta subtropical. Embrapa Trigo, 2002.

Sistema de produção	Camadas (cm)			Contraste entre camadas (P>F)	entre
	0-5	10-15	0-5 x 10-15		
	Microporosidade (m ³ m ⁻³)				
Sistema I	0,390	0,380		ns	
Sistema II	0,390	0,390		ns	
Sistema III	0,400	0,400		ns	
FST	0,440	0,340		ns	
	Contraste entre sistemas				
I x II	ns	ns			
I x III	ns	ns			
I x FST	ns	ns			
II x III	ns	ns			
II x FST	ns	*			
III x FST	ns	**			
	Macroporosidade (m ³ m ⁻³)				
Sistema I	0,150	0,060		**	
Sistema II	0,150	0,060		**	
Sistema III	0,140	0,050		**	
FST	0,230	0,180		ns	
	Contraste entre sistemas				
I x II	ns	ns			
I x III	ns	ns			
I x FST	*	**			
II x III	ns	ns			
II x FST	*	**			
III x FST	**	**			
	Resistência à penetração (kgf cm ⁻²)				
Sistema I		1,95			
Sistema II		2,00			
Sistema III		2,06			
FST		1,20			
	Contraste entre sistemas				
I x II		ns			
I x III		ns			
I x FST		**			
II x III		ns			
II x FST		**			
III x FST		**			

Quanto à microporosidade, não houve diferença entre os RCs e a floresta. Albuquerque et al. (1995) obtiveram resultado iguais entre as RCs e as camadas estudadas. Porém, Stone e Silveira (2001) verificaram que as rotações soja/trigo, soja/trigo/soja/feijão/arroz/feijão, milho/feijão e arroz/feijão mostraram, na camada de 0-10 cm, maiores valores de microporosidades. Contudo, a microporosidade destas duas últimas seqüências de culturas foi semelhante à do sistema milho/feijão/milho/feijão/arroz/feijão. De acordo com esses mesmos autores, os sistemas que incluíram soja e trigo geraram maior volume de microporos no solo, talvez em função do enraizamento mais restrito.

Como a floresta mostrou valores de macroporosidade maiores que os dos RCs (Tabela 4), isso demonstra que nos solos não perturbados, os macroporos contribuem muito para a composição da porosidade total.

No trabalho de Stone e Silveira (2001), a macroporosidade foi mais elevada no sistema arroz consorciado com calopogônio e milho/feijão/milho/feijão/arroz/feijão, na camada de 0-10cm, e a menor na monocultura soja/trigo. No estudo de Albuquerque et al. (1995), não foram encontradas diferenças para macroporosidade entre os sistemas de rotação de culturas.

Houve diferença de macroporosidade entre as camadas estudadas dos RCs (Tabela 4). Isso indica que a macroporosidade está mais sujeita a

macroporosidade foi maior na camada de 0-5cm em comparação à camada de 10-15cm. Resultados comparáveis foram obtidos por Spera et al. (2004b) com sistemas mistos de produção, que também observaram maior macroporosidade na camada de 0-5cm. Na floresta, não houve diferença entre a macroporosidade das camadas estudadas. No trabalho de Albuquerque et al. (1995), não foi encontrada diferenças de macroporosidades entre as camadas e entre os sistemas de rotação de culturas.

CONCLUSÕES

Os sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas afetaram negativamente os atributos físicos do solo relativos à estruturação, em relação à condição original;

Os tipos de manejo de solo e de rotação de culturas, a porosidade total e a macroporosidade tenderam a serem maiores na camada superficial em comparação camada mais subsuperficial, indicando que esta última é a que mostra as conseqüências da compactação do solo;

A porosidade total da camada superficial do sistema plantio direto foi maior que o do preparo convencional de solo com arado de discos e com arado de aivecas.

porém, mostraram, nas duas camadas estudadas, maior microporosidade em comparação com os preparos convencionais de solo (com arados de discos e com arado de aivecas), indicando menor aeração naqueles sistemas.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, J. A.; REINERT, D. J.; FIORIN, J. E. et al. Rotação de culturas e sistemas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.19, n.1, p.115-119, 1995.

ALBUQUERQUE, J. A.; SANGOI, L.; ENDER, M. Efeitos da integração lavoura-pecuária nas propriedades físicas do solo e características da cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.3, p.717-723, 2001.

ANDREOLA, F.; COSTA, L. M.; OLSZEWSKI, N. Influência da cobertura vegetal de inverno e da adubação orgânica e/ou mineral sobre as propriedades físicas de uma Terra Roxa Estruturada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, n.4, p.857-865, 2000.

BERTOL, I.; ALBUQUERQUE, J. A.; LEITE, D. et al. Propriedades físicas do solo sob preparo convencional e semeadura direta em rotação e sucessão de culturas, comparadas às do campo nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, n.1, p.155-163, 2004.

BEUTLER, A. N.; SILVA, M. L. N.; CURI, N. et al. Resistência à penetração e permeabilidade de Latossolo Vermelho Distrófico típico sob sistemas de manejo na região dos Cerrados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.1, p.167-177, 2001.

Geoderma, Amsterdam, v.124, n.1, p.5-22, 2003.

COSTA, F. S.; ALBUQUERQUE, J. A.; BAYER, C. et al. Propriedades físicas de um Latossolo Bruno afetadas pelos sistemas plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n.3, p.527-535, 2003.

DA ROS, C. O.; SECCO, D.; FIORIN, J. E. et al. Manejo do solo a partir de campo nativo: efeito sobre a forma e estabilidade da estrutura ao final de cinco anos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.21, n.2, p.241-247, 1997.

DERPSCH, R.; ROTH, C. H.; SIDIRAS, N. et al. **Controle da erosão no Paraná, Brasil**: sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo. Eschborn, GTZ, 1991. 272 p.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F.; ETEWART, B.A. (Eds.). **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison, Soil Science Society of America, 1994. p.3-21 (SSSA Special Publication, 35).

EMBRAPA. CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOLOS. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. SPI, Brasília, 1997. 212p. (Embrapa Solos. Documentos, 1).

KLEIN, V. A.; CAMARA, R. K. Rendimento de soja e intervalo hídrico ótimo em latossolo vermelho sob plantio direto escarificado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.221-227, 2007.

OLIVEIRA, G. C.; DIAS JUNIOR, M. S.; RESCK, D. V. et al. Caracterização química e físico-hídrica de um Latossolo Vermelho após vinte anos de manejo e cultivo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, n.2, p.327-336, 2004.

SISTEMAS DE MANEJO DE SOLO E DE ROTAÇÃO DE CULTURAS: ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO, APÓS DEZ ANOS
SPERA et al.

REEVES, D. W. Soil management under no-tillage: soil physical aspects. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 1., Passo Fundo, 1995. **Resumos...** Passo Fundo, EMBRAPA-CNPT, 1995. p.127-130.

SIX, J.; FELLER, C.; DENEFF, K. et al. Soil organic matter, biota and aggregation in temperate and tropical soils. Effects of no-tillage. **Agronomie**, Paris, v.22, n.3, p.755-775, 2002.

SANTOS, H. P.; TOMM, G. O. Disponibilidade de nutrientes e teor de matéria orgânica em função de sistemas de cultivo e de manejo de solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.3, p 477-486, 2003.

SECCO, D.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. et al. Atributos físicos e rendimento de grãos de trigo, soja e milho em dois Latossolos compactados e escarificados. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.1, p.58-64, 2009.

SPERA, S. T.; SANTOS, H. P.; TOMM, G. O. et al. Avaliações de alguns atributos físicos de solo em sistemas de produção de grãos envolvendo pastagens sob plantio direto. **Revista Científica Rural**, Bagé, v.9, n1, p.23-31, 2004a.

SPERA, S. T.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S. et al. Efeitos de sistemas de produção de grãos envolvendo pastagens sob plantio direto nos atributos físicos e na produtividade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, V.28, n.3, p.533-542, 2004b.

STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A.; KLUTHCOUSKI, J. Influência das pastagens na melhoria dos atributos físicos-hídricos do solo. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. org. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. cap.6, p.171-181.

SISTEMAS DE MANEJO DE SOLO E DE ROTAÇÃO DE CULTURAS: ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO, APÓS DEZ ANOS
SPERA et al.

ROTAÇÃO DE CULTURAS NA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DO SOLO. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.1, p.395-401, 2001.

STEEL, G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**. 2.ed. New York, McGraw-Hill, 1980. 633p.

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2.ed. rev. e ampl. Porto Alegre: Emater/RS, 2008. 222p.

TREIN, C. R.; COGO, N. P.; LEVIEN, R. Métodos de preparo do solo na cultura do milho e ressemeadura do trevo, na rotação aveia + trevo/milho, após pastejo intensivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.15, n.1, p.105-111, 1991.

TRATAMENTO DE SEMENTES E SELETIVIDADE DE HERBICIDAS À CULTURA DO TRIGO E CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS

Dirceu Agostinetto¹; Siumar Pedro Tironi²; Rubia Piesanti Rigoli²; Leandro Vargas⁴

¹Eng. Agr. Dr. Prof. da Faculdade de Agronomia da FAEM/UFPEL, bolsista do CNPq, Caixa Postal, 354, CEP:96010-900, Pelotas/RS. e-mail: dirceu_agostinetto@ufpel.tche.br; ²Eng. Agr. Dr. Prof. do Instituto Federal de Alagoas, Maragogi, AL; ³Bióloga, discente do Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade, FAEM/UFPEL, Pelotas, RS.; ⁴Eng. Agr., D. Sc., Pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS

RESUMO: Foi avaliado o efeito do tratamento de sementes na seletividade de herbicidas à cultivar de trigo Fundacep 52 e a eficiência no controle de nabo (*Raphanus raphanistrum*) e azevém (*Lolium multiflorum*). Para isso, conduziu-se experimento a campo, em sistema de semeadura direta, no Centro Agropecuário da Palma (UFPEL), Capão do Leão - RS, utilizando o delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos foram arrançados em esquema fatorial, onde o fator A testou o efeito do tratamento de sementes, com uso de fungicida triadimentol (40g 100 kg⁻¹ de semente) e inseticida imidaclopride (35g 100 kg⁻¹ de semente) ou a não realização do tratamento e o fator B comparou a eficiência de herbicidas iodosulfurom-metílico (5g ha⁻¹), metsulfurom-metílico (2,4g ha⁻¹), 2,4-D + picloram (437 + 27g ha⁻¹), clodinafope-propargil (60g ha⁻¹) e testemunhas capinada e infestada. As variáveis avaliadas foram fitotoxicidade à cultura e controle de nabo e azevém, peso do hectolitro e componentes da produtividade de grãos. Todos os herbicidas apresentaram seletividade à cultivar de trigo Fundacep 52. A seletividade à cultura não foi alterada pelo tratamento de sementes. O herbicida iodosulfurom-metílico foi eficiente no controle de nabo e azevém; metsulfurom-metílico e 2,4-D + picloram controlaram eficientemente nabo; e, clodinafope-propargil controlou azevém. Os componentes da produtividade de grãos de trigo não foram alterados pelos herbicidas iodosulfurom-metílico, metsulfurom-metílico e 2,4-D + picloram.

Palavras-chave: *Triticum aestivum*; *Lolium multiflorum*; *Raphanus raphanistrum*; controle químico.

SEED TREATMENT AND HERBICIDE SELECTIVITY TO WHEAT CROP AND WEED CONTROL

ABSTRACT: The effect of seeds treatment on herbicide selectivity to Fundacep 52 wheat cultivar and efficiency in turnip and italian ryegrass control were evaluated. A field trial was conducted at Centro Agropecuário da Palma (UFPEL), in Capão do Leão, RS, Brazil, in direct sowing system. Treatments were arranged in a factorial scheme, where factor A was the seed treatment with fungicide triadimentol (40g 100 kg⁻¹ of seed) and insecticide

imidaclopride (35g 100 kg⁻¹ of seed) and untreated control. Factor B was composed by the following treatments: iodosulfuron-methyl (5g ha⁻¹), metsulfuron-methyl (2.4g ha⁻¹), 2,4-D + picloram (437 + 27g ha⁻¹), clodinafop-propanyl (60 g ha⁻¹) and two, controls with and without infestation. The studied variables were phytotoxicity to wheat crop and turnip and italian ryegrass control, hectoliter weight and grain yield components. All herbicides showed selectivity to wheat cv. Fundacep 52, which was not affected by seed treatment. Herbicide iodosulfuron was efficient in turnip and italian ryegrass control; metsulfuron-methyl and 2,4-D + picloram efficiently controlled turnip, and clodinafop-propanyl controlled italian ryegrass. Grain yield components were not modified by the herbicides iodosulfuron-metílico, metsulfuron-metílico and 2,4-D + picloram.

Keywords: *Triticum aestivum*; *Lolium multiflorum*; *Raphanus raphanistrum*; chemical control.

INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum*) é uma Liliopsida anual pertencente à família Poaceae, atualmente a segunda cultura em grãos mais produzida no mundo, sendo sobrepujada apenas pelo milho (FAO, 2009). No Brasil a produção de trigo é inferior ao consumo, que é aproximadamente duas vezes maio do total consumido (CONAB, 2011). A produção dessa cultura fica concentrada na região sul do país, que é responsável por aproximadamente 90% da produção nacional. Além da pequena área cultivada a produtividade média da cultura é baixa (CONAB, 2011).

Um dos fatores limitantes da produtividade da cultura do trigo é a competição com plantas daninhas, as quais competem com a cultura pelos recursos limitados no ambiente, tais como luz, nutrientes e água. Devido à ampla diversidade de regiões brasileiras em que o trigo é cultivado, diversas espécies daninhas ocasionam perdas econômicas. Na região sul, as

liliopsidas *Lolium multiflorum* (azevém) e *Avena strigosa* (aveia-preta) são as que causam os maiores prejuízos à cultura, pois quanto maior a semelhança entre as espécies cultivadas e daninhas, mais intensa a competição por recursos do meio (RADOSEVICH et al., 1997). O azevém, quando não controlado, pode reduzir a produtividade de trigo em aproximadamente 64%, dependendo das condições ambientais, como a disponibilidade de nitrogênio (PAULA et al., 2011). Nos últimos anos observou-se aumento nas populações dessa espécie daninha devido ao seu uso como cobertura de solo e também pela dificuldade de controle na cultura do trigo e em outros cereais de inverno, uma vez que ambas pertencem à mesma família botânica do trigo, dificultando o controle pelo uso de herbicidas.

Na classe das magnoliopsidas, as espécies de nabo *Raphanus raphanistrum* e *Raphanus sativus* são as que causam os maiores prejuízos ao trigo. Essas espécies são consideradas de grande habilidade competitiva, pois apresentam desenvolvimento rápido, porte elevado e ciclo longo, podendo competir durante todo o ciclo da cultura. Quando em proporções iguais de plantas, o nabo apresenta maior e o azevém menor habilidade competitiva do que o trigo (RIGOLI et al., 2008).

O método de controle de plantas daninhas mais utilizado na cultura do trigo é o químico. Dentre os herbicidas registrados para a cultura, alguns inibidores da ALS, ACCase e mimetizadores de auxinas, podem ser utilizados em aplicações pós emergentes, sem causar severa fitotoxicidade a

cultura e controlando satisfatoriamente as plantas daninhas (RADIVOJEVIC et al., 2006). A utilização de herbicidas inibidores da ALS para o controle de plantas daninhas em pós emergência na cultura do trigo, apresentam níveis de controle de azevém de 98 a 100% (CLEMMER et al., 2004).

Para o controle satisfatório de plantas daninhas em condições de inverno devem-se tomar alguns cuidados, pois a eficiência dos herbicidas é menor com a redução da temperatura e com o avançado estágio de desenvolvimento das plantas daninhas. A elevação das doses de herbicidas, para obter controle satisfatório das espécies daninhas, pode ocasionar maiores efeitos fitotóxicos e interferir na produtividade da cultura.

O tratamento de sementes visando prevenir o ataque de patógenos e insetos é prática recomendada para a cultura do trigo. No entanto, a utilização destes agrotóxicos poderá alterar a tolerância da cultura aos herbicidas pós-emergentes, aumentando a intoxicação, que interferir diretamente na produtividade da cultura.

A hipótese do trabalho foi que o tratamento de sementes aumenta a seletividade de herbicidas pós-emergentes à cultura do trigo. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do tratamento de sementes na seletividade de herbicidas pós-emergentes na cultivar de trigo Fundacep 52 e a eficiência no controle de nabo e azevém.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo, em sistema de semeadura direta, no Centro Agropecuário da Palma (CAP) da Universidade Federal de Pelotas, no município de Capão do Leão/RS. O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho Amarelo, de textura franco-arenosa, pertencente à unidade de mapeamento Pelotas (EMBRAPA, 1999).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com quatro repetições, sendo que cada unidade experimental ocupou área de 7,65m² (5m x 1,53m). Após dessecação em área total realizou-se a semeadura da cultivar de trigo Fundacep 52, no dia 30 de junho de 2006, utilizando-se semeadora com espaçamento entrelinhas de 17cm e distribuição de 400 sementes viáveis m⁻².

A adubação foi realizada segundo a análise de solo e as recomendações técnicas para a cultura, utilizando-se 285kg ha⁻¹ de N-P-K da fórmula 6-14-12 (MARCHIORO e FRANCO, 2010). Na adubação de cobertura utilizou-se 80kg ha⁻¹ de nitrogênio, na forma de uréia, fracionada em duas aplicações: no início do afilhamento e no início do alongamento do colmo. No início da fase reprodutiva realizou-se preventivamente duas aplicação de fungicida (tebuconazol + trifloxistrobina), para prevenir doenças foliares na cultura.

As principais plantas daninhas ocorrentes na área experimental foram nabo (*Raphanus raphanistrum*) e azevém (*Lolium multiflorum*) nas populações de 35 e 18 plantas m⁻², respectivamente.

Os tratamentos foram arrançados em esquema fatorial, onde o fator A testou o efeito do tratamento de sementes, com uso de fungicida triadimentol (40g 100 kg⁻¹ de semente) e inseticida imidaclopride (35g 100 de semente kg⁻¹) ou a não realização do tratamento e, o fator B comparou herbicidas pós-emergentes e testemunha capinada e infestada (Tabela 1).

Tabela 1. Tratamentos testados em experimento de trigo, conduzido a campo, CAP/UFPeL, Capão do Leão – RS, 2005.

Ingrediente ativo	Marca comercial	Concentração g kg ⁻¹ ou mL L ⁻¹	Formulação	Dose		Óleo mineral
				g i.a ha ⁻¹	g ou ml ha ⁻¹	
Iodosulfurom-metílico	Hussar	50	WG ¹	5,0	100	0,5% v v ⁻¹
Metsulfurom-metílico	Ally	600	WG	2,4	4	0,1% v v ⁻¹
2,4-D + Picloram	Dontor	360 + 22,5	EC ²	437 + 27	1000	-
Clodinafope-propargil	Topik	240	EC	60	250	0,5% v v ⁻¹
Testemunha capinada	-	-	-	-	-	-
Testemunha infestada	-	-	-	-	-	-

¹ Granulado Dispersível. ² Concentrado emulsiónável.

A aplicação dos herbicidas foi realizada 21 dias após a emergência (DAE) da cultura, utilizando-se pulverizador costal, pressurizado com CO₂ e equipado com barra com cinco pontas de pulverização do tipo leque (110.02), o qual proporcionou a aplicação de 150L ha⁻¹ de calda. Na ocasião da aplicação a cultura encontrava-se em estágio 3.1A2 de acordo com a

escala de desenvolvimento (HAUN, 1973) e as plantas daninhas nabo com cinco a oito folhas e azevém com quatro folhas a três afilhos. Na ocasião da aplicação dos herbicidas realizou-se a capina das plantas daninhas na testemunha sem infestação.

A fitotoxicidade dos herbicidas à cultura foi avaliada aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos herbicidas (DAH) e o controle das plantas daninhas foi avaliado aos 14, 21, 28 e 110 DAH. As avaliações foram realizadas visualmente por dois avaliadores, com atribuição das notas em escala percentual, onde zero (0) correspondeu a nenhum dano a cultura e nenhum controle das plantas daninhas e cem (100) correspondeu à morte da cultura e controle total das plantas daninhas. A estatura das plantas de trigo foi quantificada aos 20 e 30 DAH e na maturação fisiológica, tomando-se, aleatoriamente, dez plantas por parcela, com auxílio de régua graduada foi quantificado o comprimento desde o nível do solo até o ápice das folhas com o limbo foliar distendido.

Ao final do ciclo da cultura foram realizadas contagens do número de espigas de trigo por área (NEA), de antécios por espiga (NAE), de grãos por espiga (NGE) e de grãos por antécio (NGA). O NEA foi determinado em área de 0,25m², enquanto que NAE, NGE e NGA foram quantificados em 10 espigas colhidas aleatoriamente na área útil da unidade experimental. A produtividade de grãos da cultura foi determinada por ocasião da colheita, aos 126 DAE, em área útil de 3,57m². Após a colheita foi quantificado a massa de mil grãos (MA) e peso do hectolitro (PH) dos grãos. A MA foi

obtida a partir da massa de oito subamostras de 100 grãos, separados aleatoriamente do total de grãos colhidos. O PH foi quantificado pela medida da massa da amostra de grãos em volume de 250 cm³.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e sendo significativo, o efeito do tratamento de sementes foi comparado pelo teste T ($p \leq 0,05$) e dos herbicidas pelo teste de Duncan ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não se verificou interação entre os fatores testados para nenhuma das variáveis avaliadas, o que demonstrou não haver influência do tratamento de sementes na seletividade de herbicidas a cultura (dados não apresentados).

A fitotoxicidade dos herbicidas à cultura foi observada até os 14 DAH (Tabela 2). Os herbicidas iodosulfurom-metílico, metsulfurom-metílico e 2,4-D + picloram foram os mais fitotóxicos à cultura. Com o desenvolvimento da cultura esses efeitos foram reduzidos, de forma que aos 21 e 28 DAH não se observou sintomas (dados não apresentados). Os resultados diferiram-se dos encontrados por Vargas e Roman (2005), os quais não observaram efeitos fitotóxicos nas plantas de trigo após a aplicação destes herbicidas.

Tabela 2. Fitotoxicidade de herbicidas a cultura do trigo, cultivar Fundacep 52, CAP/UFPel, Capão do Leão – RS, 2006.

Tratamentos	Fitotoxicidade (%)			
	7 DAT ¹		14 DAT	
Testemunha capinada	0	d ²	0	c
Testemunha infestada	0	d	0	c
Iodosulfurom-metílico ⁴	8	b	6	a
Metsulfurom-metílico ³	8	b	5	b
2,4-D + Picloram	14	a	5	b
Clodinafope-propargil ⁴	5	c	0	c
Médias	5,7		2,5	
CV (%)	21,82		27,95	

¹ Dias após a aplicação dos tratamentos. ² Médias seguidas de letras distintas, comparadas nas colunas, diferem entre si pelo teste de Duncan ($p \leq 0,05$). ³ Acrescido de óleo mineral a 0,1% v v⁻¹ e ⁴ 0,5% v v⁻¹.

Para o controle de nabo, nas três últimas avaliações, os tratamentos com iodosulfurom-metílico e metsulfurom-metílico apresentaram controle satisfatório da planta daninha, não diferindo da testemunha capinada (Tabela 3). Resultado similar foi observado para tratamento com 2,4-D + picloram na última avaliação, uma vez essa mistura apresentou menor eficiência de controle nas primeiras avaliações por apresentar ação mais lenta de controle. Já, o clodinafope-propargil é um herbicida que atua no controle exclusivamente de espécies Poaceas, sendo assim, não atua no controle do nabo.

A maior eficiência de controle de azevém foi verificada no tratamento com iodosulfurom-metílico, a qual não diferiu da testemunha capinada nas três últimas avaliações. O tratamento com clodinafope-propargil, na última avaliação, apresentou controle satisfatório da planta daninha, não diferindo

da testemunha capinada e do tratamento com iodossulfurom-metílico (Tabela 4). A menor eficiência de controle de azevém pelo clodinafope-propargil nas três primeiras avaliações, comparativamente ao iodossulfurom-metílico, pode ter decorrido devido ao próprio mecanismo de ação, que tornou o efeito de controle mais lento.

Tabela 3. Controle de nabo (*Raphanus raphanistrum*) na cultura do trigo, CAP/UFPeI, Capão do Leão – RS, 2006.

Tratamentos	Controle de nabo (%)							
	14 DAH ¹		21 DAH		28 DAH		110 DAH	
Testemunha capinada	100	a ²	100	a	100	a	100	a
Testemunha infestada	0	d	0	c	0	c	0	b
Iodossulfurom-metílico ⁴	79	b	100	a	100	a	100	a
Metsulfurom-metílico ³	78	b	98	a	100	a	100	a
2,4-D + Picloram	55	c	73	b	85	b	100	a
Clodinafope-propargil ⁴	0	d	0	c	0	c	0	b
Médias	52,2		61,9		64,1		66,7	
CV (%)	6,97		5,57		6,46		0,75	

¹ Dias após a aplicação dos herbicidas. ² Médias seguidas de letras distintas, comparadas nas colunas, diferem entre si pelo teste de Duncan ($p \leq 0,05$). ³ Acrescido de óleo mineral a 0,1% v/v e ⁴ 0,5% v/v.

O metsulfurom-metílico apresentou baixa eficiência de controle de azevém nas primeiras avaliações, resultado esperado em função do mecanismo de ação do herbicida. No entanto, na última avaliação apresentou controle de 90%, o que pode ser decorrência da senescência natural da espécie e este fato tenha causado confundimento no resultado. Já, a mistura de herbicidas 2,4-D + picloram não atua no controle de espécies de plantas da família das Poaceas, sendo assim, não promove o controle do azevém.

Tabela 4. Controle de azevém (*Lolium multiflorum*) na cultura do trigo, CAP/UFPel, Capão do Leão – RS, 2006.

Tratamentos	Controle de azevém (%)							
	14 DAH ¹		21 DAH		28 DAH		110 DAH	
Testemunha capinada	100	a ²	100	a	100	a	100	a
Testemunha infestada	0	f	0	d	0	d	0	c
Iodosulfurom-metflico ⁴	78	b	100	a	100	a	100	a
Metsulfurom-metflico ³	51	d	37	c	52	c	90	b
2,4-D + Picloram	0	e	0	d	0	d	0	c
Clodinafope-propargil ⁴	56	c	69	b	79	b	96	ab
Médias	49,4		51,0		55,7		61,1	
CV (%)	6,19		2,83		2,24		11,17	

¹ Dias após a aplicação dos herbicidas. ² Médias seguidas de letras distintas, comparadas nas colunas, diferem entre si pelo teste de Duncan ($p \leq 0,05$). ³ Acrescido de óleo mineral na calda, 0,1% v/v e ⁴ 0,5% v/v.

Quando à estatura das plantas de trigo, observaram-se maiores valores nos tratamentos com os herbicidas 2,4-D + picloram e clodinafope-propargil somente na primeira avaliação, pois esses herbicidas apresentaram menor controle logo após a aplicação. No tratamento com clonadinafope-propargil a estatura da cultura apresentou maiores valores em todas as avaliações não diferindo da testemunha infestada (Tabela 5), pois esse herbicida não promoveu o controle do nabo. Este efeito pode ter sido decorrente da competição da cultura do trigo com as espécies daninhas, principalmente com o nabo, pela luz, levando a cultura a alocar maior quantidade de fotoassimilados em estatura.

Com base na estatura das plantas podemos inferir que a competição por luz entre a cultura e a espécie daninha nabo é mais intensa do que com a espécie azevém, pois no tratamento que não ocorreu controle do nabo (clonadinafope-propargil) as plantas de trigo apresentaram maior estatura,

comparativamente ao tratamento em que a cultura conviveu com o azevém (2,4-D + picloram).

Tabela 5. Estatura de plantas da cultivar de trigo Fundacep 52, CAP/UFPel, Capão do Leão – RS, 2006.

Tratamentos	Estatura					
	20 DAH ¹		30 DAH		Colheita	
Testemunha capinada	31,7	b ²	44,2	c	85,1	b
Testemunha infestada	35,1	a	51,0	a	91,2	a
Iodosulfurom-metílico ⁴	30,3	b	43,1	c	83,5	bc
Metsulfurom-metílico ³	31,6	b	44,8	bc	85,9	b
2,4-D + Picloram	36,6	a	47,6	b	81,1	c
Clodinafope-propargil ⁴	34,4	a	47,4	b	89,6	a
Médias	33,3		46,3		86,1	
CV (%)	6,32		6,27		3,49	

¹ Dias após a aplicação dos herbicidas. ² Médias seguidas de letras distintas, comparadas nas colunas, diferem entre si pelo teste de Duncan ($p \leq 0,05$). ³ Acrescido de óleo mineral na calda, 0,1% v/v e ⁴0,5% v/v.

Para os componentes da produtividade, número de espigas de trigo por área, (NEA), de antécios por espiga (NAE), de grãos por antécio (NGA), de grãos por espiga (NGE) e massa de 1000 grãos (MA) e para as variável peso hectolitro (PH) e produtividade de grãos (PR), não se verificou diferenças entre os tratamentos iodossulfurom-metílico, metsulfurom-metílico, 2,4-D + picloram e a testemunha capinada, sendo superiores ao tratamento com clodinafope-propargil e da testemunha infestada (Tabela 6). Os resultados observados para o herbicida clodinafope-propargil podem se decorrentes da elevada infestação de nabo para o qual o produto não possui atividade herbicida.

Tabela 6. Componentes e produtividade de grãos da cultivar de trigo Fundacep 52, CAP/UFPel, Capão do Leão – RS, 2006.

Tratamentos	NEA ¹	NAE	NGA	NGE	MA	PH	PR
Testemunha capinada	428,7 a	17,1 a	3,0 a	50,7 a	34,35 a	78,25 a	4826 a
Testemunha infestada	234,6 b	14,8 b	2,5 b	36,7 b	30,74 b	75,90 b	1383 b
Iodosulfurom-metílico ⁴	425,7 a	6,1 a	3,0 a	48,5 a	34,72 a	79,13 a	4932 a
Metsulfurom-metílico ³	444,8 a	16,4 a	3,0 a	50,7 a	34,93 a	78,14 a	4962 a
2,4-D + Picloram	389,7 a	16,9 a	3,1 a	52,4 a	34,40 a	78,92 a	4488 a
Clodinafope-propargil ⁴	194,1 b	14,8 b	2,4 b	34,4 b	31,01 b	75,79 b	940 b
Médias	352,9	15,9	2,8	45,4	33,4	77,7	3589
CV (%)	19,29	6,60	6,06	9,69	6,52	1,88	17,21

¹ Número de espigas por área (EA), antécios por espiga (AE), grãos por antécio (GA), grãos por espiga (GE), massa de 1000 grãos (MA), peso hectolitro (PH) e produtividade de grãos (PR). ² Médias seguidas de letras distintas, comparadas nas colunas, diferem entre si pelo teste de Duncan ($p \leq 0,05$). ³ Acrescido de óleo mineral na calda, 0,1% v/v e ⁴0,5% v/v.

CONCLUSÕES

Com os resultados obtidos pode-se concluir que todos os tratamentos herbicidas apresentaram seletividade à cultivar de trigo Fundacep 52. A seletividade não foi alterada pelos tratamentos de sementes. O herbicida iodosulfurom-metílico foi eficiente para o controle de nabo e azevém; metsulfurom-metílico e 2,4-D + picloram controlaram eficientemente o nabo; e, clodinafope-propargil o azevém. Os componentes da produtividade de grãos de trigo não foram alterados pelos herbicidas iodosulfurom-metílico, metsulfurom-metílico e 2,4-D + picloram, equivalendo-se a testemunha capinada.

REFERÊNCIAS

CLEMMER, K. C.; YORK, A. C.; BROWNIE, C. Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) control in imidazolinone-resistant wheat. **Weed Technology**, v.18, p.481-489, 2004.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=&Pagina_objcmsconteudos=3#A_objcmsconteudos/trigomar2005> Acesso em: 27 out. 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa Agropecuária de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília:Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Production of cereals and share in world. 2009. Disponível em: <<http://www.fao.org/statistics>> Acesso em: 27 out. 2011.

HAUN, J. R. Visual quantification of wheat development. **Agronomy Journal**, v.65, p.116-119, 1973.

MARCHIORO, V. S.; FRANCO, F. A. **Informações técnicas para trigo e triticale**. Cascavél: COODETER, 2010. 170p.

KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas Infestantes e Nocivas**. Câmara Brasileira do livro, São Paulo, 2ª Edição, 1999.

PAULA, J. M. de; AGOSTINETTO, D.; SCHAEGLER, C. E. et al. Competição de trigo com azevém em função de épocas de aplicação e doses de nitrogênio. **Planta Daninha**, v.29, p.557-563, 2011.

RADIVOJEVIC, L.; STANKOVIC-KALEZIC, R.; PAVLOVIC, D. et al. Efficacy of several herbicides in controlling weeds in wheat. **Journal Plant Diseases Protection**, v.20, p.787-793, 2006.

RADOSEVICH, S.; HOLT, J.; GHERSA, C. Weed ecology: implications for vegetation management. 2. ed. New York, Wiley, 1997. 589p.

RIGOLI, R. P.; AGOSTINETTO, D.; SCHAEGLER, C. E. et al. Habilidade competitiva relativa do trigo (*Triticum aestivum*) em convivência com azevém (*Lolium multiflorum*) ou nabo (*Raphanus raphanistrum*). **Planta Daninha**, v.26, p.93-100, 2008.

VARGAS, L.; ROMAN, E. S. Seletividade e eficiência de herbicidas em cereais de inverno. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.1, p.1-10, 2005.

VARIÁVEIS BIOMÉTRICAS E TEOR DE CLOROFILA EM PLANTAS DE MILHO FERTILIZADAS COM BIOSSÓLIDO EM SOLOS DE DIFERENTES TEXTURAS

Herbert Nacke¹; Affonso Celso Gonçalves Junior²; Ricardo Zenatti^{1,2}; Daniel Schwantes^{1,4}; Leonardo Strey^{1,5}; Patrícia Andréa Bertuol Montovani^{1,2}

¹ M.Sc. Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Centro de Ciências Agrárias, Rua Pernambuco, 1777, 85960-000, Marechal Cândido Rondon–PR, Brasil. e-mail: herbertnacke@hotmail.com; ² Dr. em Agronomia, UNIOESTE, Marechal Cândido Rondon–PR; ³ M.Sc. em Ciências Ambientais, UNIOESTE, Marechal Cândido Rondon–PR; ⁴ Acadêmico Agronomia, UNIOESTE, Marechal Cândido Rondon–PR; ⁵ M.Sc. em Agronomia, UNIOESTE, Marechal Cândido Rondon–PR

RESUMO: O bio-sólido tem sido adotado como um complemento à adubação das culturas, podendo contribuir para reduzir a utilização de fertilizantes e o custo da adubação, podendo levar a um melhor desenvolvimento da planta e logo, a um aumento da produtividade. Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da aplicação de bio-sólido e fertilizante mineral (N:P₂O₅:K₂O) em plantas de milho cultivadas em dois solos de diferentes texturas (média e argilosa). O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x2x5, com quatro repetições, totalizando 80 unidades experimentais. Os dados obtidos experimentalmente foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As variáveis biométricas apresentaram acúmulo maior no solo de textura média com aplicação do fertilizante mineral e acrescidos de bio-sólido, porém a aplicação de bio-sólido não apresentou potencial de substituição à adubação mineral convencional. Os teores de clorofila foram superiores no solo de textura argilosa.

Palavras-chave: fertilização, lodo de esgoto, *Zea mays*.

BIOMETRICAL VARIABLES AND CHLOROPHYLL CONTENT IN MAIZE PLANTS FERTILIZED WITH BIOSOLID IN SOILS FROM DIFFERENT TEXTURES

ABSTRACT: The bio-solid can complement other crop fertilization techniques by reducing the use of chemical fertilizers and fertilization costs, as a result, the sludge can enhance plant development and productivity. The objective of this work was evaluate the application of bio-solid and mineral fertilizer (N:P₂O₅:K₂O) in maize plants cultivated in two soils of different textures (moderate and clayey). The experimental design was completely randomized in a 2x2x5 factorial arrangement with four replications, totaling 80 experimental units. The data obtained experimentally were subjected to analysis of variance and means compared by Tukey test at 5% probability. The biometrics variables had higher

income in the medium soil with mineral fertilizer, however the bio-solid application did not present potential to replace the conventional mineral fertilization. The chlorophyll had been superior in the ground of clayey.

Keywords: fertilization, sewage sludge, *Zea mays*.

INTRODUÇÃO

O milho é o cereal que possui o maior número de produtos industrializados. Esta gramínea constitui um dos principais insumos para o segmento produtivo de cadeias pecuaristas. No Brasil, 85% do milho é utilizado na alimentação animal, tanto na forma *in natura* como ração de bovinos, suínos, aves e peixes (ABIMILHO, 2006). O milho é utilizado, não somente na alimentação animal e humana, mas também nas indústrias farmacêutica, bélica e aérea (ALESSI et al., 2003).

Diante da importância deste cereal, muitas pesquisas têm sido realizadas para possibilitar o aumento da produtividade do milho. Os principais fatores que contribuíram para a produtividade da cultura do milho foram a maior aplicação de fertilizantes nitrogenados aliada ao aumento na população de planta e ao melhoramento genético (DUETE et al., 2009).

As tecnologias desenvolvidas para produção de alimentos nos últimos anos têm se deparado com uma pressão constante entre o aumento de produção e desenvolvimento sustentável. Tem se verificado que de maneira geral, os solos não se apresentam em condições de atender às necessidades das culturas. Dessa forma, o homem tem que intervir por meio de um manejo adequado do sistema solo-planta, incluindo a aplicação de

fertilizantes minerais, orgânicos, adubação verde e outros sistemas de manejo (GONÇALVES JR. et al., 2000).

Em anos recentes, no Brasil, pesquisadores têm incentivado a reciclagem agrícola do lodo de esgoto, biossólido. O uso agrícola do biossólido pode ser uma alternativa de menor impacto para a sua disposição final, proporcionando aos agricultores, a oportunidade de reduzir os custos com fertilizantes inorgânicos e a solução parcial para a disposição deste material, pelos órgãos responsáveis (BEHLING, 2009).

Assim, o objetivo deste trabalho foi comparar as fertilizações com biossólido e adubo mineral NPK no desenvolvimento inicial de plantas de milho em solos de diferentes texturas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado em ambiente protegido na Universidade Estadual do Oeste do Paraná, município de Marechal Cândido Rondon – PR, no ano de 2009, onde foram utilizados vasos com capacidade de 5L cada e dois tipos de solos, sendo estes classificados como Latossolo Vermelho distroférico (LVd) de textura média (60% de areia, 32% de argila e 8% de silte) e Latossolo Vermelho eutrófico (LVe) de textura argilosa (28% de areia, 64% de argila e 8% de silte) (EMBRAPA, 2006).

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 2x2x5, envolvendo 20 tratamentos, constituídos

por duas formas de adubação (com e sem fertilizante mineral) e cinco doses de biossólido (0; 10; 20; 40 e 60Mg ha⁻¹), com quatro repetições, totalizando 80 unidades experimentais. A dose considerada adequada foi a de 10Mg ha⁻¹ de acordo com a Resolução N° 375, de 29 de agosto de 2006 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2006).

Os solos foram coletados na camada arável, a uma profundidade de 0-20cm, sendo em seguida secos ao ar (protegidos da deposição de poeira). Para utilização no experimento o solo foi peneirado em peneira de 4mm. Efetuou-se análise química de rotina dos solos segundo método descrito por Pavan et al. (1992), sendo que os resultados se encontram na Tabela 1.

O biossólido selecionado para o experimento foi proveniente da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) da Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR), localizada em Foz de Iguaçu-PR, obtido pelo processo de tratamento denominado digestão anaeróbica de lodo ativado por um Reator Anaeróbico de Leito Fluidificado (RALF) e posteriormente tratado com calcário.

Para determinação dos teores de nitrogênio (N) no biossólido foi utilizada a digestão sulfúrica seguida de destilação Kjeldahl (AOAC, 2005). Para determinação de potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), cobre (Cu), manganês (Mn), zinco (Zn) e ferro (Fe) foi realizada análise química por meio de digestão nitroperclórica (AOAC, 2005), seguida de técnicas de espectrometria de absorção atômica, modalidade chama (EAA – chama), utilizando calibração com padrões certificados para todos os metais (WELZ

e SPERLING, 1999). Para quantificação do nutriente P utilizou-se digestão sulfúrica seguida de determinação por espectroscopia de ultravioleta visível (UV-VIS) (AOAC, 2005), conforme se observa na Tabela 1.

Tabela 1. Análise química do biossólido utilizado no experimento (Marechal Cândido Rondon-PR, 2009).

Amostra	pH	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H+Al	SB	CTC	C	P	Cu	Zn	Fe	Mn	V%
		cmol dm ⁻³				g dm ⁻³			mg dm ⁻³				%	
LVdf	5,12	0,50	1,86	0,99	4,05	3,35	7,40	14,58	54,85	2,17	3,40	21,17	47,00	45,28
LVe	5,54	0,78	3,68	1,21	4,05	5,67	10,18	18,45	16,43	10,20	2,53	34,27	96,00	55,67
N _T	NH ₄ ⁺	P _T	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	Cu	Zn	Fe	Mn		
g kg ⁻¹				mg kg ⁻¹										
Biossólido	36,75	1,36	0,20	4,80	47,13	4,27	6,46	11,08	54,83	210,00	314,67	34883,33		114,67

LVd (Latosso Vermelho distróférico), LVe (Latosso Vermelho eutrófico), pH em CaCl₂, H+Al (acidez potencial), SB (soma de bases), CTC (capacidade de troca catiônica), C (carbono orgânico), V% (saturação por bases), N_T (nitrogênio total), P_T (fósforo total).

O solo foi incubado com umidade correspondente a 70% da capacidade máxima de retenção de água durante 30 dias (SIMONETE et al., 2003). Após o período de incubação foi implantada a cultura do milho nos vasos, no ano de dois mil e oito. Para tanto foram semeadas cinco sementes por vaso, e três dias após a germinação plena foi realizado o desbaste, mantendo duas plantas por vaso.

Realizou-se, no dia da semeadura, a fertilização mineral com adubo N:P₂O₅:K₂O com base nas análises químicas dos solos nos respectivos tratamentos que receberam este tipo de fertilizante. Aos 30 dias após a semeadura foi realizado, em todos os tratamentos, uma fertilização de

cobertura (120kg de N ha⁻¹) utilizando-se sulfato de amônio como fonte. Manteve-se umidade correspondente a 70% da capacidade máxima de retenção de água (RAIJ et al., 1997).

O experimento foi conduzido por 45 dias, e ao final deste período foram realizadas as avaliações da altura das plantas e número de folhas. Foram ainda retirados três círculos com diâmetro de aproximadamente 1cm do tecido vegetal de cada planta de milho com objetivo de avaliar o teor de clorofila, sendo que as amostras foram envoltas com papel alumínio e mantidas em temperatura de aproximadamente 4°C até a realização das análises, para determinação do conteúdo de clorofila “a”, clorofila “b” e carotenóides utilizando-se a metodologia descrita por Sims e Gamon (2002).

O experimento foi finalizado com o corte das plantas rente ao solo e encaminhamento destas para determinação da sua massa fresca e seca, sendo que para secagem as plantas foram desidratadas em estufa com circulação forçada de ar a 70°C (SOUZA et al., 2005).

Todos os dados obtidos experimentalmente foram submetidos à análise de variância (ANAVA) e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, com o auxílio do programa estatístico SISVAR 5.0 (FERREIRA, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 são apresentados os resumos de análise de variância para os dados obtidos de matéria fresca (MF), matéria seca (MS), número de folhas (NF), altura e teor de clorofila das plantas de milho. Observa-se que houve resultados significativos entre os tratamentos.

Em relação aos diferentes solos, observou-se que LVd disponibilizou valores superiores de MS, MF e altura para as plantas de milho (Tabela 3). O que pode ser explicado pelo maior desenvolvimento radicular do milho neste solo, com alto teor de areia, proporcionado pela compactação e a aeração característica deste solo em condições de casa de vegetação (REINERT et al., 2008).

A adubação NPK proporcionou acúmulo superior nas variáveis biométricas avaliadas, (Tabela 4), resultado esperado, uma vez que o acúmulo de matéria seca pela cultura do milho sofre grande influência do nível de fertilidade do solo, especialmente N, P e K (BULL, 1993). Ao se estudar o comportamento das características agrônômicas da cultura do milho, Pasqualeto e Costa (2001) constataram que os incrementos dos níveis de N principalmente favorecem o crescimento da planta de milho.

Ocorreu interação significativa entre Solo x NPK para MS, NF e teor de clorofila. Observou-se que os tratamentos acrescidos de NPK proporcionaram acréscimos nestes atributos nos dois solos estudados LVd e LVe, observa-se também valores superiores destas variáveis biométricas em

LVd comparado a LVe (Tabela 5). Entretanto, os teores de clorofila foram superiores em LVe e SNPK, o alto teor de clorofila em LVe provavelmente esteja relacionado com o teor de Fe neste solo, sendo que a maior parte do Fe na planta esta localizado nos cloroplastos (MARSCHNER, 1995).

Tabela 2. Análise de variância para as variáveis massa seca (MS), massa fresca (MF), número de folhas (NF), altura e clorofila das plantas de milho (Marechal Cândido Rondon-PR, 2009).

Quadrados Médios							
Fonte de Variação	G.L.	MS	MF	NF	Altura	Clorofila	
Solo	1	702,88**	7743,10**	1,25 ^{NS}	336,20*	49029,26**	
Dose	4	115,95**	4734,89**	1,20 ^{NS}	58,97 ^{NS}	7820,74**	
NPK	1	916,73**	24194,71**	20,00**	1428,05**	10243,02**	
Solo x Dose	4	59,24**	547,72**	0,40 ^{NS}	61,73 ^{NS}	3413,90**	
Solo x NPK	1	17,68 ^{NS}	950,48*	2,45**	0,20 ^{NS}	2079,27**	
Dose x NPK	4	38,65**	478,14*	1,16 ^{NS}	28,83 ^{NS}	4843,93*	
Solo x Dose x NPK	4	23,94**	194,05 ^{NS}	0,11 ^{NS}	145,54 ^{NS}	3159,96**	
Resíduo	60	11,70	146,10	0,58	57,23	128,68	
C. V. (%)	---	14,17	9,65	8,63	8,61	29,67	

** - significativo a 1% de probabilidade pelo teste de F (Fisher).

* - significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F (Fisher).

NS - não significativo pelo teste de F(Fisher).

As Tabelas 6 e 7 apresentam os valores médios das variáveis biométricas, onde ocorreram resultados significativos para as interações duplas significativas Solo x Dose e Dose x NPK, respectivamente.

Tabela 3. Valores médios para massa seca (MS), massa fresca (MF), altura e teor de clorofila das plantas de milho nos dois solos utilizados no experimento (Marechal Cândido Rondon-PR, 2009).

Solo	MS	MF	Altura	Clorofila
	----- g -----		cm	mg gpf ⁻¹
LVd	27,10 A	135,15 A	89,92 A	13,48 B
LVe	21,17 B	115,47 B	85,82 B	62,99 A

Para cada solo, médias seguidas da mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Tabela 4. Valores médios para massa seca (MS), massa fresca (MF), número de folhas (NF), altura e teor de clorofila das plantas de milho em função da fertilização NPK (Marechal Cândido Rondon-PR, 2009).

Adubação	MS	MF	NF	Altura	Clorofila
	----- g -----		Unidade planta ⁻¹	cm	mg gpf ⁻¹
Com NPK	27,52 A	142,70 A	9,35 A	92,10 A	26,92 B
Sem NPK	20,75 B	107,92 B	8,35 B	83,65 B	49,55 A

Para adubação, médias seguidas da mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Tabela 5. Valores médios de massa fresca (MF), número de folhas (NF) e teor de clorofila em função da interação Solo x NPK (Marechal Cândido Rondon-PR, 2009).

Variáveis	Solo	Adubação	
		CNPK	SNPK
----- g -----			
MF	LVd	155,99 a A	114,31 b A
	LVe	129,41 a B	101,52 b B
NF	LVd	9,30 a A	8,65 b A
	LVe	9,40 a A	8,05 b B
Clorofila	LVd	7,26 b B	19,70 a B
	LVe	46,58 b A	79,41 a A

Para cada variável, médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Tabela 6. Valores médios para massa seca (MS) e massa fresca (MF) em função da interação Solo x Dose (Marechal Cândido Rondon-PR, 2009).

Atributo	Solo	Doses em Mg ha ⁻¹				
		0	10	20	40	60
MS (g)	LVd	22,82 b A	22,62 b A	31,72 a A	28,50 a A	29,84 a A
	LVe	20,14 ab A	19,69 b A	19,58 b B	21,79 ab B	24,67 a B
MF (g)	LVd	112,90 c A	115,71 c A	138,04 b A	148,70 ab A	160,39 a A
	LVe	104,72 c B	107,81 bc B	103,22 c B	122,28 b B	139,32 a B

Para cada atributo, médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Tabela 7. Valores médios para massa seca (MS) e massa fresca (MF) das plantas de milho em função das aplicações de biossólido e adubação NPK (Marechal Cândido Rondon-PR, 2009).

Atributo	Adubação	Doses em Mg ha ⁻¹				
		0	10	20	40	60
MS (g)	CNPK	25,49 b A	24,74 b A	31,09 a A	27,75 ab A	28,54 ab A
	SNPK	17,47 c B	17,57 c B	20,21 bc B	22,54 ab B	25,97 a A
MF (g)	CNPK	130,71 b A	130,49 b A	143,05 ab A	149,99 a A	159,26 a A
	SNPK	86,91 c B	93,04 c B	98,21 c B	120,99 b B	140,45 a B

Para cada atributo, médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Com exceção das doses 0 e 10Mg ha⁻¹ de biossólido para a variável biométrica MS, em que não houve diferença significativa, o LVd proporcionou valores superiores de MS e MF nas diferentes aplicações de biossólido em comparação com o LVe. É interessante observar que apenas doses altas de biossólido (40 e 60Mg ha⁻¹) são suficientes para proporcionar aumento significativo na produção de MS e MF (Tabela 6).

Observa-se que os tratamentos com aplicação de NPK acrescidos de doses de biossólido proporcionaram valores superiores de MF e MS.

Entretanto, considerando apenas os tratamentos com adição de doses de biossólido, sem aplicação de NPK, verifica-se que mesmo a dose 40Mg ha⁻¹ de biossólido não foi suficiente para produção de MS e MF da adubação química NPK (dose 0Mg ha⁻¹ de biossólido CNPK) (Tabela 7).

Simonete e Kiehl (2002) observaram aumento da produção de MS em plantas de milho com o aumento de doses de biossólido. Com relação MF da parte aérea de plantas de milho, Souza et al. (2005) observaram valores crescentes com o aumento das doses de biossólido.

Observa-se que não houve diferença significativa para a altura e NF das plantas de milho em virtude da adição de doses de biossólido. Breem (2005) ao avaliar o potencial do lodo de esgoto calado como insumo agrícola para a cultura do milho verificou que até aos 40 dias de plantio do milho não houve diferença significativa em relação à altura das plantas e nem em relação ao número de folhas, no entanto, aos 60 dias verificou-se diferença significativa, sendo o maior valor observado para o tratamento de 15Mg ha⁻¹, para ambos os atributos.

Apenas a variável biométrica MS e o teor de clorofila apresentaram interação tripla significativa entre as variáveis Solo x Dose x NPK, de modo que realizou-se o desdobramento para interpretação dos resultados (Tabela 8).

Tabela 8. Valores médios de massa seca (MS) e teor de clorofila do tecido foliar do milho para as diferentes adubações em função dos solos (Marechal Cândido Rondon-PR, 2009)

	Solo	Adubação	Doses em Mg ha ⁻¹				
			0	10	20	40	60
MS (g)	LVd	CNPK	25,56 c A	26,93 bc A	38,26 a A	33,02 ab A	31,01 bc A
		SNPK	20,09 bc B	18,31 b B	25,18 ab B	23,98 abc B	28,68 a A
	LVe	CNPK	25,43 a A	22,54 a A	23,92 a A	22,48 a A	26,08 a A
		SNPK	14,84 b B	16,84 ab B	15,24 b B	21,10 ab A	23,26 a A
Clorofila (mg gpf ⁻¹)	LVd	CNPK	1,04 a A	2,17 a B	7,25 a A	13,84 a A	12,00 a B
		SNPK	1,16 b A	18,34 ab A	21,15 ab A	23,29 ab A	34,54 a A
	LVe	CNPK	39,90 b A	32,47 b A	36,30 b A	81,26 a A	42,96 b A
		SNPK	20,95 d B	42,96 cd A	51,64 c A	96,45 b A	185,02 a A

Para cada solo, médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

No LVd a adição de doses de biossólido praticamente não aumentou significativamente os teores de clorofila, ao passo que no LVe as doses altas de biossólido (com aplicação de NPK, 40Mg ha⁻¹ e sem aplicação de NPK, 60Mg ha⁻¹) promoveram aumento no teor de clorofila significativamente. Quanto à aplicação de adubação NPK, os teores de clorofila, em sua maioria, em ambos os solos, não apresentaram diferença estatística significativa (Tabela 8).

Estes resultados corroboram com os resultados encontrados para as variáveis biométricas avaliadas (a produção de MS e MF foram maiores com aplicação de doses mais altas de biossólido), pois o teor de clorofila na planta esta diretamente relacionada com a fotossíntese (ONCEL et al., 2000) e, conseqüentemente, ao desenvolvimento das plantas.

Porém, Araújo et al. (2005), ao estudar o uso de biossólido em plântulas de soja e trigo observaram diminuição do teor de clorofila com o

aumento das doses, fato ocorrido, segundo os autores, pela presença e alta disponibilização de metais pesados no lodo, principalmente Cu e Zn.

Entre 50 e 70 % do N total na folha está associado a enzimas presentes nos cloroplastos, por isso existe relação direta entre o teor de N e o conteúdo de clorofila (ESPOSTI et al., 2003). Tendo em vista a alta relação existente entre os teores de N e clorofila, alguns estudos demonstram que é possível diagnosticar a exigência de N pela cultura por meio da concentração de clorofila (REIS et al., 2006). Entretanto observou-se neste trabalho teores superiores de N em LVd, em contraste do teor de clorofila que foram superiores em LVe.

A produção de MS, em ambos os solos, foi superior nos tratamentos com aplicação de adubação NPK acrescidos de biossólido (Tabela 8). Sendo que em todas as doses de biossólido os valores de MS foram iguais ou superiores no solo de textura arenosa, LVd (Tabela 8).

Estudando produção de matéria seca e absorção de nutrientes pelo milho em diferentes solos com aplicação de biossólido Barbosa et al. (2007) também encontraram resultados maiores de MS para solos com textura mais arenosa. Este comportamento ocorre devido a diferença de capacidade de troca catiônica (CTC) entre solos arenosos e argilosos, onde observa-se, comumente, que na textura arenosa a CTC é menor, e desta forma, estes tipos de solos proporcionam uma maior disponibilização de nutrientes para a solução do solo e conseqüentemente para as plantas.

No presente trabalho, os resultados demonstram que a associação de

solos tratados com biossólido e adição de adubação química, apresentam resultados maiores de MS, MF, NF e altura das plantas de milho. Verifica-se que a produção da planta de milho é inferior ao se aplicar somente doses de biossólido, sem adição de NPK.

As variáveis biométricas de acordo com os resultados aqui descritos demonstram que as aplicações de biossólido aumentam a produção de MS e MF, porém, são necessárias aplicações de doses altas, o que se excederia o valor recomendado pela legislação.

Ao final do experimento, as variáveis biométricas, aumentaram em razão da aplicação de biossólido. No entanto, considera-se que este aumento não é significativo para a substituição de adubação química, NPK.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho demonstram que o biossólido não apresentou potencial para substituir a adubação química convencional na dose recomendada pela legislação brasileira.

REFERÊNCIAS

ABIMILHO – Associação Brasileira das Indústrias Moageiras de Milho. (2006). **Milho: o cereal que enriquece a alimentação humana**. Disponível em: <http://www.abimilho.com.br>. Acesso em: 01 dez. 2009.

ALESSI, M. O.; RAUPP, D. S.; GARDINGO, J. R. Caracterização do processamento da farinha de milho biju para o aproveitamento dos subprodutos. **Ciências Agrárias e Engenharia**, v.9, n.2, 2003. p.31-39.

AOAC. **Official methods of analysis**. 18 ed. AOAC. Maryland, 2005. 3000p.

ARAÚJO, A. S. F.; MONTEIRO, R. T. R.; CARDOSO, P. F. Composto de lodo têxtil em plântulas de soja e trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.6, 2005. p.549-554.

BARBOSA, G. M. C.; FILHO, J. T.; BRITO, O. R.; FONSECA, I. C. B. Equilíbrio de bases no solo e produção de matéria seca de milho (*Zea mays* L.) em solos tratados com lodo de esgoto, carbonato de cálcio e cal virgem. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.29, supl.1, 2007. p.709-714.

BEHLING, M. Nodulação, acúmulo de nitrogênio no solo e na planta, e produtividade de soja em solo tratado com lodo de estação de tratamento de resíduos industriais. **Bragantia**, Campinas, v.68, n.2, 2009. p.453-462.

BREEM, R. R. **Potencial do lodo de esgoto calado como insumo agrícola para a cultura do milho em latossolo vermelho**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel. 2005.

BULL, L. T. Nutrição mineral do milho. In BULL, L.T.; CANTARELLA, H. **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Potafós. Piracicaba, 1993. p.63-45.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE - CONAMA. Resolução Nº 375, de 29 de agosto de 2006.

DUETE, R. R. C.; MURAOKA, T.; SILVA, E.C. et al. Viabilidade econômica de doses e parcelamentos da adubação nitrogenada na cultura do

milho em Latossolo Vermelho. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 31, n.1, 2009. p.175-181.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2006.

ESPOSTI, M. D. D.; SIQUEIRA, D. L.; PEREIRA, P. R. G. et al. Assessment of nitrogenized nutrition of citrus rootstocks using chlorophyll concentrations in the leaf. **Journal of Plant Nutrition**, v.26, n.6, 2003. p.1287-1299.

FERREIRA, D. F. SISVAR. - **Sistemas de análises estatísticas**. UFLA. Lavras. 2003.

GONÇALVES JR., A. C.; LUCHESE, E. B.; LENZI, E. Avaliação da fitodisponibilidade de cádmio, chumbo e crômio, em soja cultivada em Latossolo Vermelho escuro tratado com fertilizantes comerciais. **Química Nova**, v. 23, n.2, 2000. p.173-177.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. Academic. San Diego, 1995. 862p.

ONCEL, I.; KELES, Y.; USTUN, A. S. Interactive effects of temperature and heavy metal stress on the growth and some biochemical compounds in wheat seedlings. **Environmental Pollution**, v.107, n.3, 2000. p.315-320.

PAVAN, M. A.; BLOCH, M. F. M.; ZEMPULSKI, H. C. **Manual de análises químicas de solo e controle de qualidade**, IAPAR. Londrina. 1992. 40p. (Circular, 76).

PASQUALETO, A.; COSTA, L. M. Influência de sucessão de culturas sobre características agrônômicas do milho (*Zea mays* L.) em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.31, n.1, 2001. p.61-64.

RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2 ed. IAC. Campinas, 1997. 116p.

REIS; A. R.; FURLANI JR., E.; BUZETTI, S. et al. Diagnóstico da exigência do cafeeiro em nitrogênio pela utilização do medidor portátil de clorofila. **Bragantia**, v.65, n.1, 2006. p.163-171.

REINERT, D. J.; ALBUQUERQUE, J. A.; REICHERT, J. M. et al. Limites críticos de densidade do solo para o crescimento de raízes de plantas de cobertura em argissolo vermelho. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v.32 n.5, 2008. p.1805-1816.

SIMONETE, M. A.; KIEHL, J. C.; ANDRADE, C. A. et al. Efeito do lodo de esgoto em um Argissolo e no crescimento e nutrição de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.10, 2003. p.1187-1195.

SIMONETE, M. A.; KIEHL, J. C. Extração e fitodisponibilidade de metais em resposta à adição de lodo de esgoto no solo. **Scientia Agricola**, v.59, n.3, 2002. p.555-563.

SIMS, D. A.; GAMON, J. A. Relationships between leaf pigment content and spectral reflectance across a wide range of species, leaf structures and developmental stages. **Remote Sensing of Environment**, v. 81, n.2, 2002. p.337-354.

SOUZA, E. R. B.; BORGES, J. D.; LEANDRO, W. M. et al. Teores de metais tóxicos nas folhas de plantas de milho fertilizadas com lodo de curtume. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.35, n.2, 2005. p. 117-122.

WELZ, B.; SPERLING, M. **Atomic Absorption Spectrometry**. 2 ed. Wiley-VCH. Weinheim, 1999. 941p.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

MÉTODOS PARA A COLETA DE BESOUROS ESCARABEÍNEOS NOS CAMPOS NATIVOS NO EXTREMO SUL DO BRASIL (COLEOPTERA: SCARABAEIDAE: SCARABAEINAE)

Pedro Giovâni da Silva¹

¹Núcleo de Pesquisa em Ecologia Aplicada, Universidade da Região da Campanha, CEP 96400-100, Bagé-RS.
Endereço atual: Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal de Santa Catarina, CEP 88010-970, Florianópolis-SC. e-mail: pedrogiovanidasilva@yahoo.com.br

RESUMO: Os escarabeíneos pertencem à família Scarabaeidae (subfamília Scarabaeinae), sendo um dos mais diversos grupos da ordem Coleoptera. São organismos importantes para os ecossistemas terrestres, especialmente aqueles com atividade pecuária. Neste sistema, eles desempenham papel fundamental na ciclagem de nutrientes e na incorporação de matéria orgânica no solo, além de serem controladores naturais de organismos prejudiciais à prática pecuária. O objetivo do presente estudo é divulgar e descrever a importância dos escarabeíneos e dos métodos mais utilizados na realização de estudos sobre este grupo. Métodos eficientes para a captura destes besouros são, principalmente, as armadilhas de queda iscadas, armadilhas de interceptação de voo e armadilhas luminosas. A utilização de vários métodos de amostragem para a realização de estudos ou levantamentos representativos de escarabeíneos é necessária devido aos vários hábitos comportamentais destes insetos.

Palavras-chave: Scarabaeinae, Coleoptera, técnicas de coleta, campo nativo.

METHODS FOR THE COLLECTION OF DUNG BEETLES IN NATIVE FIELDS IN THE EXTREME SOUTH OF BRAZIL (COLEOPTERA: SCARABAEIDAE: SCARABAEINAE)

ABSTRACT: The dung beetles belong to the family Scarabaeidae (subfamily Scarabaeinae), one of the most diverse groups of the order Coleoptera. They are important organisms to the terrestrial ecosystems, especially, those with livestock activity. In this system, they play a fundamental role in nutrient's cycling and incorporation of organic matter in the soil, and are natural controllers of harmful organisms to the practice of livestock. The purpose of this study is to disclose and describe the importance of dung beetles and the main methods used in studies on this group. Efficient methods to catch these

beetles are mainly the baited pitfall traps, flight intercept traps, and light traps. The use of various sampling methods for representative's studies or surveys of dung beetles is necessary due to various behavioral habits of these insects.

Keywords: Scarabaeinae, Coleoptera, sampling methods, native field.

INTRODUÇÃO

Os coleópteros que pertencem à subfamília Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera: Scarabaeidae) são popularmente conhecidos como “rola-bostas”, e ocorrem no Brasil em seis tribos: Ateuchini, Coprini, Deltochilini, Oniticellini, Onthophagini e Phanaeini (ZUNINO, 1985; HANSKI e CAMBEFORT, 1991; MONTREUIL, 1998; MILHOMEM et al., 2003; BOUCHARD et al., 2009, 2011). Estes besouros possuem coloração muito variada, tamanho entre 1,5mm e 6cm, e são encontrados em maior abundância durante a estação chuvosa (HALFFTER e MATTHEWS, 1966; HANSKI e CAMBEFORT, 1991; LOPES et al., 1994; MILHOMEM et al., 2003).

Os escarabeíneos são detritívoros, ou seja, promovem a remoção e incorporação da matéria orgânica em decomposição no ciclo de nutrientes, aumentando a aeração e hidratação do solo, o que prolonga sua capacidade produtiva (MILHOMEM et al., 2003). Os principais materiais utilizados pelos escarabeíneos como recurso alimentar, tanto na fase larval quanto pelos adultos, são excrementos de mamíferos, carcaças de animais e frutos em decomposição (HALFFTER e MATTHEWS, 1966).

A eficiência na remoção destes materiais por esses insetos torna-os componentes fundamentais na manutenção e regulação dos diversos ecossistemas terrestres (HALFFTER e MATTHEWS, 1966; HANSKI e CAMBEFORT, 1991), pois formam uma assembléia bem definida funcional e taxonomicamente (HANSKI e CAMBEFORT, 1991; VAZ-DE-MELLO, 2000; LOUZADA et al., 2001). Eles auxiliam ainda na dispersão secundária de sementes, além de serem úteis na entomologia forense e no controle biológico (HALFFTER e MATTHEWS, 1966; WATERHOUSE, 1974; FLECHTMANN et al., 1995; SHEPERD e CHAPMAN, 1998). Espécies exóticas de Scarabaeinae têm sido utilizadas em vários países, incluindo o Brasil, no controle de organismos prejudiciais ao gado, como nematódeos gastrointestinais e a mosca-dos-chifres, *Haematobia irritans* (Linnaeus, 1758), uma vez que eles têm seus ciclos de vida dependentes dos excrementos frescos de bovinos (WATERHOUSE, 1974; FLECHTMANN et al., 1995; MILHOMEM et al., 2003).

A procura de alimento por esses insetos ocorre durante o voo junto ao solo ou através do empoleiramento em folhas da vegetação (HALFFTER e MATTHEWS, 1966). Alguns desses coleópteros são especializados no forrageamento do dossel de florestas tropicais (VAZ-DE-MELLO e LOUZADA, 1997). Grande parte das espécies de escarabéineos tem por hábito cavar túneis próximos às fezes de animais, enterrando porções para a produção e alimentação de seus descendentes. Com este comportamento, eles diminuem a disponibilidade de locais para a reprodução dos parasitos

de bovinos (FLECHTMANN et al., 1995; VAZ-DE-MELLO et al., 2001), podendo assim, ser considerados bons competidores e controladores biológicos naturais desses organismos (RIDSILL-SMITH et al., 1986). Além disso, a ação deste grupo de insetos faz com que sejam levadas para o interior do solo as massas fecais bovinas, que ficariam acumuladas sobre o solo ou pastagem por até um ano (WATERHOUSE, 1974; FINCHER et al., 1981). Os escarabeíneos são um dos grupos que mais se destacam em ecossistemas pecuários, pois evoluíram de tal forma que são praticamente os coleópteros em maior abundância dependentes dos excrementos de bovinos (HALFFTER e MATTHEWS, 1966).

O extremo sul do Brasil destaca-se por possuir um bioma único no país, o Pampa, caracterizado pela vegetação campestre onde a prática pecuária desenvolveu-se e tem se mantido como atividade predominante por cerca de dois séculos (RAMBO, 1956; PILLAR et al. 2006; BEHLING et al. 2009; ROESCH et al. 2009). Nesta região, embora sejam pouco estudados (SILVA et al., 2009), os escarabeíneos desempenham inúmeras funções benéficas, muitas delas desconhecidas pela comunidade em geral.

O objetivo deste trabalho é divulgar e descrever a importância dos escarabeíneos para os ecossistemas, ressaltando os melhores métodos para a coleta destes organismos nas pastagens ou campos naturais destinados à prática pecuária no sul do Rio Grande do Sul, extremo sul do Brasil (Bioma Pampa), para que futuros estudos sobre o grupo sejam desenvolvidos nesta e nas demais regiões do estado.

SUBFAMÍLIA SCARABAEINAE

A subfamília Scarabaeinae pertence à família Scarabaeidae da ordem Coleoptera, a maior ordem da classe Insecta (BORROR e DELONG, 1969; TRIPLEHORN e JOHNSON, 2010) e do reino Animalia (LIMA, 1952; LAWRENCE e BRITTON, 1991), e como os demais coleópteros, possui os mais diversos nichos ecológicos (EVANS, 1975). Vários autores divergem sobre a sistemática deste grupo, ou seja, alguns a consideram como família (Scarabaeinae = Scarabaeidae *sensu stricto*), abrangendo as demais subfamílias, consideradas por alguns como famílias diferentes. Neste estudo será tratada como subfamília Scarabaeinae, agrupando cerca de 7.000 espécies em todo o mundo (SCHOOLMEESTERS et al., 2010).

Dentro de Coleoptera, Scarabaeinae está localizada na subordem Polyphaga, que é a maior das subordens, abrangendo cerca de 17 superfamílias e mais de cem famílias (COSTA, 2000; LAWRENCE et al., 1999). Pertence à superfamília Scarabaeoidea (CAMBEFORT, 1991) que abriga os coleópteros que possuem antenas com clava antenal pectinada ou flabelada, e mais geralmente, lamelada. Esta característica permite identificar quase todos os escarabeídeos neotropicais, pelo menos em nível familiar e mesmo genérico (COSTA, 2000; VAZ-DE-MELLO, 2000).

No Brasil, foram registradas 618 espécies até o ano de 2000 (VAZ-DE-MELLO, 2000). Destas, mais de 320 são consideradas endêmicas do país. Contudo, estima-se que o número de espécies possa crescer consideravelmente, pois muitos estados brasileiros não possuem

levantamentos significativos de Scarabaeinae, caso do Rio Grande do Sul (SILVA et al., 2009).

Scarabaeinae tem sido utilizada como bioindicadora em ecossistemas de florestas e savanas tropicais (HALFFTER e FAVILA, 1993; DAVIS et al., 2004). Tais estudos visam o monitoramento das alterações ecológicas e estruturais dos ecossistemas estudados, e os escarabeíneos possuem as características satisfatórias para esta finalidade, pois respondem rapidamente às alterações ambientais, naturais ou antrópicas (SPECTOR, 2006), através de alterações na riqueza de espécies, distribuição de abundância, composição específica ou na estrutura de guildas (HALFFTER e FAVILA, 1993; LOUZADA et al., 2001).

ALIMENTAÇÃO EM SCARABAEINAE

Para os insetos de Scarabaeinae localizar o recurso alimentar, eles se conduzem pelo olfato (KINGSTON e COE, 1977). Localizar a emissão de odor esperando sobre a vegetação ou voando entre ela são estratégias comuns neste grupo (GILL, 1991; HANSKI e KRIKKEN, 1991; SCHIFFLER, 2003). Assim que o odor é percebido, eles seguem em busca do recurso, voando até bem próximo (HOWDEN e NEALIS, 1978; PECK e FORSYTH, 1982; HANSKI e KRIKKEN, 1991; SCHIFFLER, 2003).

A grande maioria dos escarabeíneos é coprófaga e especializada em excremento de grandes herbívoros (HALFFTER e MATTHEWS, 1966;

HANSKI e CAMBEFORT, 1991). Contudo, existem exceções, especialmente na região Neotropical, onde os escarabeíneos podem ser reunidos em três grandes grupos conforme a dieta: os coprófagos (que se alimentam de excrementos), os necrófagos (espécies que consomem carne em decomposição) e os saprófagos (se alimentam de frutos em decomposição) (HALFFTER, 1991).

Os escarabeíneos coprófagos alimentam-se de fezes (HALFFTER e MATTHEWS, 1966; HALFFTER, 1991), onde a grande maioria das espécies neotropicais é muito atraída às fezes humanas (HALFFTER e MATTHEWS, 1966). Contudo, existem espécies estenofágicas, ou seja, que são atraídas somente por fezes de uma espécie em particular (FREY, 1961; HALFFTER e MATTHEWS, 1966). Outras ainda são foréticas de macacos, bicho-preguiça, anta, canguru e também de caracóis (ARROW, 1932; HALFFTER e MATTHEWS, 1966; MATTHEWS, 1972; HALFFTER, 1977). Existem ainda espécies de escarabeíneos na Índia que podem eventualmente ser encontradas no ânus de humanos (HALFFTER e MATTHEWS, 1966).

Os escarabeíneos que são saprófagos derivaram de uma linhagem ancestral de coprófagos (HALFFTER e MATTHEWS, 1966). Conforme estes mesmos autores, os mais comuns se alimentam de frutos e matéria vegetal em decomposição, sendo atraídos por uma grande variedade de frutos. No entanto, existem outras preferências dentro desse grupo, como as espécies micetófagas, que se alimentam de fungos em decomposição

(HANSKI e KRIKKEN, 1991), os mirmecófagos, que se alimentam da massa de fungo decomposta cultivada em ninhos de formigas (HALFFTER e EDMONDS, 1982), e os termitófagos, que são associados a ninhos de cupins. Porém, pouco se conhece a respeito deste último grupo (HALFFTER e MATTHEWS, 1966).

Os escarabeíneos necrófagos foram derivados recentemente, em tempos geológicos, de uma linhagem ancestral de coprófagos, assim como os saprófagos (HALFFTER e MATTHEWS, 1966). Estes mesmos autores salientam que eles utilizam tanto cadáveres frescos como em decomposição avançada, tanto no estágio adulto como no de larva. São especialmente comuns na região Neotropical (HALFFTER e MATTHEWS, 1966), sendo os principais insetos necrófilos (MORÓN e CAMAL, 1986).

As espécies de Scarabaeinae ainda podem ser classificadas quanto ao modo como utilizam e transportam o recurso alimentar, sendo agrupadas em: roadoras (telecoprídeas), escavadoras (paracoprídeas), residentes (endocoprídeas) e cleptoparasitas (HALFFTER e MATTHEWS, 1966; HALFFTER e EDMONDS, 1982; HANSKI e CAMBEFORT, 1991; SCHEFFLER, 2002). Dessa maneira, eles conseguem diminuir a competição por alimento e espaço, além de protegerem a comida e a larva das condições adversas do meio (SCHEFFLER, 2002; SCHIFFLER, 2003).

Os roadores, depois de encontrada a fonte de recurso, retiram uma pequena porção e a rolam sobre o solo até outro local, distante vários metros até ser enterrada. Os escavadores ao encontrarem o recurso alimentar,

constroem galerias abaixo ou ao lado do alimento, em qualquer direção, para onde pedaços de comida são levados. O túnel, na maioria das vezes, é totalmente construído antes do recurso ser levado para baixo (HALFFTER e MATTHEWS, 1966). Estas espécies apresentam tíbias anteriores muito desenvolvidas, o que facilita a abertura de galerias no solo (CAMBEFORT e HANSKI, 1991). Nos escavadores, o papel do macho é quase sempre secundário em relação ao da fêmea. A construção do ninho quase sempre é conduzida pela fêmea sozinha, e pode ser feita para atrair o macho (CAMBEFORT e HANSKI, 1991).

Os escarabeíneos residentes permanecem dentro do recurso, alimentando-se e nidificando sem realocá-lo. Por este motivo, eles estão mais expostos às condições ambientais desfavoráveis (DOUBE, 1991). Os residentes apresentam adaptações à vida dentro do alimento. No caso dos escarabeíneos sul-americanos da tribo Oniticellini, principais representantes dos residentes neotropicais (LOUZADA, 1995), as pernas médias e posteriores tiveram um desenvolvimento exagerado, o que permitiu a manipulação do recurso dentro da fonte (HALFFTER e EDMONDS, 1982).

Os cleptoparasitas ocorrem principalmente em regiões temperadas (MARTÍN-PIERA e LOBO, 1993; LOBO e HALFFTER, 2000), mas são também comuns em regiões áridas, tropicais e subtropicais (CAMBEFORT, 1991; HANSKI e CAMBEFORT, 1991). Eles são considerados escavadores modificados (GILL, 1991), os quais não escavam ou não estabelecem seus

ninhos, nidificando com outras espécies, tanto roadoras quanto escavadoras (CAMBEFORT, 1991).

IMPORTÂNCIA PARA O HABITAT

Os escarabeíneos são de grande importância para a ciclagem de nutrientes nos ecossistemas onde ocorrem, fazendo o papel de processadores de matéria orgânica em decomposição (HALFFTER e MATTHEWS, 1966; BORNEMISSZA e WILLIAMS, 1970; NEALIS, 1977). Estes insetos exercem um importante controle sobre a população de ovos e larvas de moscas presentes em fezes e carcaças de animais (BERGSTROM et al., 1976). Atuam também como agentes secundários na dispersão de sementes de muitas espécies de árvores nas florestas neotropicais, participando do processo natural de regeneração das mesmas (ESTRADA e COATES-ESTRADA, 1991).

Os Scarabaeinae têm grande importância nas florestas neotropicais, tanto funcional como estruturalmente, pois contribuem com importantes papéis ecológicos e elevam a riqueza da comunidade de insetos (ESTRADA et al., 1998). Eles respondem rapidamente de maneira negativa à destruição, fragmentação e isolamento de florestas tropicais (KLEIN, 1989; HALFFTER et al., 1992), processos que podem representar uma barreira para a movimentação e dispersão das espécies (KLEIN, 1989).

Porém, pouco se sabe das potencialidades desses organismos para os ecossistemas que apresentam temperaturas muito frias durante o ano (HALFFTER e MATTHEWS, 1966), caso do estado do Rio Grande do Sul. Para o estado, até o momento, não há nem mesmo uma lista com as espécies de Scarabaeinae que aqui ocorrem. Possivelmente, a falta de estudos no Rio Grande do Sul seja reflexo do desconhecimento das melhores técnicas para o inventariamento deste grupo.

MÉTODOS DE COLETA DE BESOUROS ESCARABEÍNEOS

O método de coleta afeta a quantificação da comunidade e deve revelar as espécies representativas e a abundância relativa de cada uma delas (MILHOMEM et al., 2003). Deve ser diferente para distintos grupos de insetos, pois a variabilidade de hábitos das espécies e da vegetação da área de coleta é determinante na escolha da técnica de amostragem para cada grupo (CAMPOS et al., 2000).

Em estudos sobre escarabeíneos têm sido utilizados métodos de coleta passiva, ou seja, aqueles realizados com o auxílio de armadilhas com atrativos biológicos ou físicos (MILHOMEM et al., 2003). O método mais apropriado para monitorar a abundância de insetos deste grupo consiste de armadilhas de queda iscadas com diferentes tipos de excrementos, carne apodrecida ou frutos em decomposição, as quais são enterradas no solo (FAVILA e HALFFTER, 1997; LOBO et al., 1988).

Para a coleta de besouros coprófagos são utilizadas como iscas fezes humanas ou de herbívoros, e para a captura de espécies necrófagas, porções de carne apodrecida, normalmente de rim, fígado ou baço bovino (MILHOMEM et al., 2003). Para as espécies atraídas a frutas apodrecidas, tem sido empregados pedaços de banana fermentada. No Brasil, armadilhas de queda iscadas com fezes humanas ou bovinas e com carne apodrecida, armadilhas de interceptação de voo e armadilhas luminosas (modelo “Luiz de Queiróz”), estão entre os métodos mais utilizados em estudos sobre os escarabeíneos (LOPES et al., 1994; FLECHTMANN et al., 1995; LOUZADA et al., 1996; LOUZADA e LOPES, 1997). Porém, existem poucos estudos na região Neotropical sobre a eficiência de armadilhas e protocolo de coleta de besouros escarabeíneos (FAVILA e HALFFTER, 1997; MILHOMEM et al., 2003).

ARMADILHAS DE QUEDA

A armadilha de queda (*pitfall trap*, em inglês) é composta de um recipiente plástico ou metálico de aproximadamente 15-20cm de altura, com 10-15cm de diâmetro, enterrado com a borda ao nível do solo, o que permite a queda dos insetos (Figura 1). Sobre este recipiente é colocado um recipiente porta-isca de menores dimensões que pode ser preso ou suspenso por arame ou palitos de madeira de modo que permaneça centralizado sobre o maior. O porta-isca pode ser tampado para evitar a perda da isca, sendo a

tampa furada para permitir a saída do odor. Sobre o conjunto de potes é colocada uma proteção contra a chuva de modo que deixe uma altura mínima de 10cm entre potes e a cobertura. Esta proteção pode ser confeccionada com a própria tampa do pote coletor, ou com qualquer outro material, como azulejos, pratos descartáveis, entre outros. A cobertura deve ser amparada por pequenas estacas de madeira ou por arames enterrados ao redor do pote coletor.

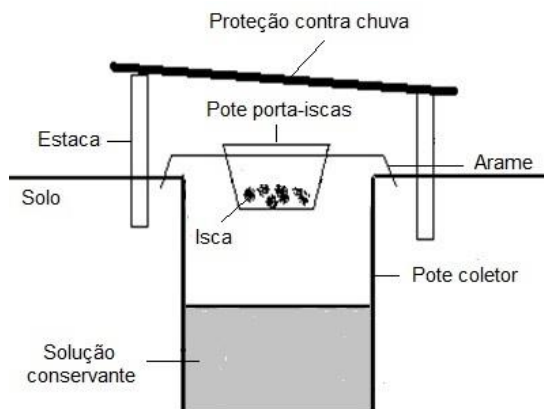


Figura 1. Esquema de armadilha de queda contendo recipiente porta-iscas para a captura de escarabéneos. Desenho: autor.

As iscas a serem utilizadas são escolhidas conforme o objetivo do estudo. Destaca-se que excremento humano é uma das mais atrativas e pode, eventualmente, atrair a totalidade de espécies de Scarabaeinae atraídas às iscas (LARSEN et al., 2006). Geralmente utiliza-se aproximadamente 15-

20g para excrementos e carne apodrecida, e 30-50g para a fruta. Normalmente, as iscas de carne e fruta são apodrecidas em potes plásticos fechados deixados ao sol ou temperatura ambiente por cerca de três dias antes da montagem das armadilhas ou renovação de iscas para que se inicie o processo de decomposição. As iscas devem ser trocadas periodicamente, pois perdem seu efeito atrativo devido ao ressecamento. Com a experiência de campo, o pesquisador saberá quando deverá trocar a isca. Porém, entre dois a três dias é um período satisfatório para a renovação das iscas.

O frasco coletor deverá ser preenchido com cerca de 300mL de uma solução conservante. A solução pode ser feita diluindo em 1L e um pouco de sal. O sal é utilizado para retirar o excesso de água do corpo dos insetos, especialmente quanto o intervalo entre coleta e retirada dos espécimes dura vários dias, diminuindo as chances da perda de estruturas fundamentais no processo de identificação por ataque de fungos ou bactérias. O detergente quebra a tensão superficial da água, fazendo com que os insetos que ali caíam não consigam mais sair.

Se o objetivo for coletar insetos vivos, há uma alternativa à solução conservante. Em vez dela, coloca-se uma camada de terra no fundo do recipiente coletor e a isca pode também ser depositada no fundo do frasco ou suspensa em pote porta-iscas. Para evitar a fuga dos insetos, deve-se acoplar uma tampa no pote coletor contendo uma abertura recortada com tesoura, de modo a deixar a parte central aberta para a queda dos coleópteros.

As coletas são realizadas conforme o objetivo do estudo. Pode-se deixar o conjunto de armadilhas em campo por 24 ou 48h, ou permanecerem durante um período longo de tempo, compreendendo estações do ano, meses ou o ano todo. Quando as armadilhas permaneceram por longos períodos em campo, deve-se visitá-las para a troca de iscas e coleta sempre que possível, podendo ser semanalmente ou quinzenalmente. Cada armadilha deverá receber uma identificação intransferível, de modo que o pesquisador saiba identificá-la para que não haja confusão na hora da coleta e colocação das etiquetas nas amostras.

ARMADILHAS DE INTERCEPTAÇÃO DE VOO

As armadilhas de interceptação de voo tem por objetivo a captura de insetos que colidem e caem quando batem em obstáculos, ou quando estes tentam transpor o obstáculo voando para cima. As armadilhas de interceptação de voo mais utilizadas são a armadilha *Malaise* e a armadilha de interceptação de voo simples.

Conforme Almeida et al. (1998) e Townes (1972), a armadilha do tipo *Malaise* é composta por várias parte de um tecido ou tela de malha fina, com tamanhos característicos, que formam juntos uma espécie de ‘barraca’ (Figura 2).

Esta armadilha é composta por uma parte anterior dividida em uma parte com formato de quadrado com lados de 1m, e uma parte com forma de

triângulo com base de 1m, que será costurada na parte com forma de quadrado, e aproximadamente 80cm de altura, possuindo no alto, próximo ao cume, um orifício em forma de círculo com 10cm de diâmetro onde será acoplado o frasco coletor.

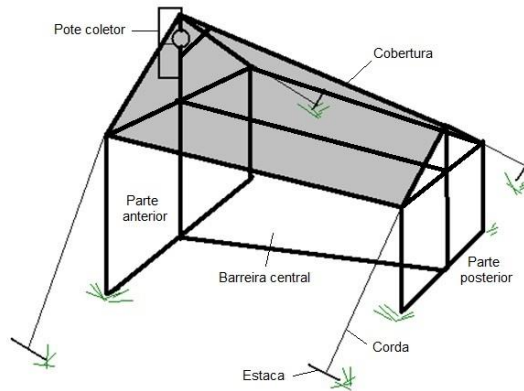


Figura 2. Esquema de armadilha de interceptação de voo do tipo *Malaise* para a captura de escarabeíneos. Desenho: autor.

A parte posterior é semelhante à anterior, porém, com dimensões do quadrado de 1m de base e 80cm de altura, e 30cm de altura para o triângulo superior, igualmente costurado. A barreira central é composta por duas partes, a primeira com dimensões de 1,5m de base e 1m de altura, costurada à parte superior, que possui também 1,5m de base, 10cm de altura em um dos lados e 60cm no outro. Possui, nessa parte, uma pequena porção de 15cm paralela à base, sendo cortada em seguida em diagonal até encontrar-se na altura de 10cm do lado posterior.

A barreira central é presa na linha média, de cima a baixo, na parte anterior e posterior, sendo a maior altura na parte anterior e a menor altura na parte posterior. Dessa forma, a barreira central acaba logo abaixo do orifício da parte anterior, para onde os insetos irão voando.

Há ainda uma parte que cobre a armadilha, denominada teto. Ele é composto por duas partes de dimensões iguais de 1,75m de largura, 95cm de maior altura e 55 cm de menor altura. As partes de 95 cm serão costuradas nos lados do triângulo da parte anterior, e as de 55 cm nos lados do triângulo da parte posterior. Na parte média do teto, na porção anteroposterior, será costurada à barreira central de modo que não permita a passagem dos insetos, e como será inclinada para a região anterior, conduzirá os mesmos até o frasco coletor.

Esse tipo de armadilha é sustentado por estacas de madeiras com dimensões variadas e cordas presas a estacas menores, enterradas no solo deixando-a esticada. As amarras podem ser feitas na vegetação arbórea, quando disponível. O tecido da armadilha pode ter coloração escura, como preto ou cinza, ou coloração clara, como o verde-claro. O frasco coletor é acoplado ao orifício por onde os insetos sairiam, e será preso na estaca anterior. Nele será colocada solução conservante para a captura dos insetos.

Armadilhas do tipo *Malaise* são muito utilizadas para a coleta das ordens Diptera, Hemiptera e Hymenoptera, sendo considerada pouco eficiente para outros grupos (ALMEIDA et al., 1998). Contudo, deve-se fazer o uso desse método de coleta, pois ela é eficiente em termos de

diversidade e não necessariamente de abundância de coleópteros (observação pessoal).

Outro tipo comum de armadilhas de interceptação de voo é a do tipo simples (Figura 3). É assim chamada porque é composta de apenas uma parte de tecido ou tela de malha fina, com dimensões de 1m de altura por 2m de largura. É sustentada por estacas de madeiras dos lados, de modo que o tecido fique a aproximadamente 10cm distante do solo. Pode também ser sustentada na vegetação arbórea. Abaixo do tecido, serão colocadas bandejas brancas ou outros recipientes em toda a extensão do tecido, com dimensões semelhantes a 10cm de altura, 50cm de comprimento e 30 cm de largura, ficando 15cm para cada lado do tecido. Dessa maneira, os insetos que colidem com o tecido caem diretamente nas bandejas, ficando presos, pois dentro de cada bandeja será colocada solução conservante para a captura e preservação.

As coletas poderão ser realizadas semanalmente ou quinzenalmente. Contudo, deve-se revisar periodicamente as bandejas se estas estiverem diretamente expostas ao sol, pois secam facilmente, devendo ser adicionada mais solução. Pode-se ainda colocar uma proteção de lona sobre a armadilha de interceptação de voo simples para evitar o derramamento da solução no caso de chuvas.

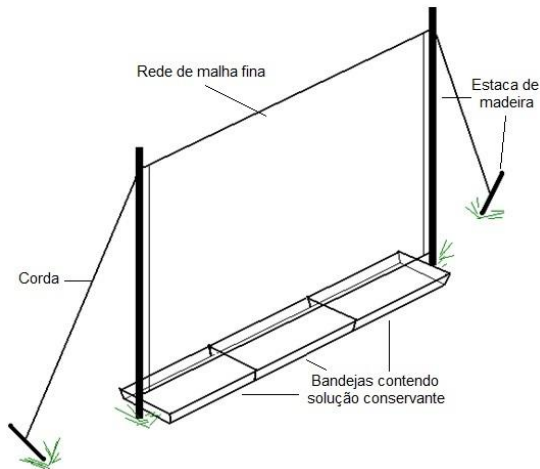


Figura 3. Esquema de armadilha de interceptação de voo do tipo simples para a captura de escarabeíneos.
Desenho: autor

ARMADILHAS LUMINOSAS

As armadilhas luminosas são especificamente utilizadas para coleópteros com hábitos noturnos. A mais comumente utilizada é a armadilha luminosa modelo “Luiz de Queiróz” (ALMEIDA et al., 1998) (Figura 4). Esta armadilha é composta de um funil de alumínio ou plástico de cerca de 70cm de altura. O diâmetro maior do funil pode ter 37cm e o menor aproximadamente 12cm. O comprimento do cone do funil pode ter 40 cm, e sobre o diâmetro maior do funil encaixa-se uma armação feita com quatro aletas de alumínio, plástico ou mesmo madeira, com 40cm de largura cada uma, dispostas de maneira cruzada ao redor de uma lâmpada. Sobre o conjunto de aletas de alumínio, pode-se colocar uma proteção contra a

chuva. Na porção final do funil, acopla-se um pote coletor contendo solução conservante e tiras de papel dentro de um saco plástico, a fim de diminuir os danos às estruturas morfológicas dos besouros quando da queda. A armadilha pode ser pendurada em árvores em altura de 2m, ou pode-se confeccionar um suporte de madeira próprio para ela. A lâmpada utilizada pode ser fluorescente ou de luz negra. Deve ser ligada a um fio, com *starter* e bateria. Essa armadilha funciona de modo que os insetos que são atraídos à luz, ao voarem em torno da lâmpada, colidirão com as barreiras e cairão no funil, sendo levados até o pote coletor. Essas armadilhas podem ser ligadas durante toda a noite.

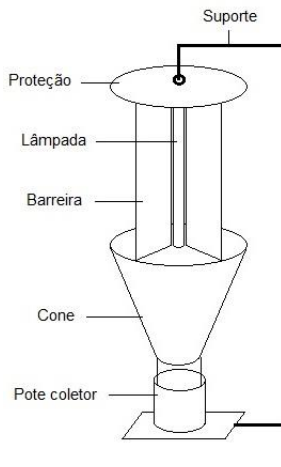


Figura 4. Esquema de armadilha luminosa modelo “Luiz de Queiróz” para a captura de escarabeíneos. Desenho: autor.

Outro método que utiliza luz como atrativo é um pano para coleta de insetos noturnos (Figura 5). É composto por um tecido branco de dimensões 2m de largura por 1,7m de altura. Pode ser utilizado preso a estacas ou simplesmente estendido no chão. A lâmpada deve ficar em suporte próprio distante 20 a 30cm do pano. Recomenda-se utilizar lâmpada de mercúrio devido a sua maior luminosidade (ALMEIDA et al., 1998).

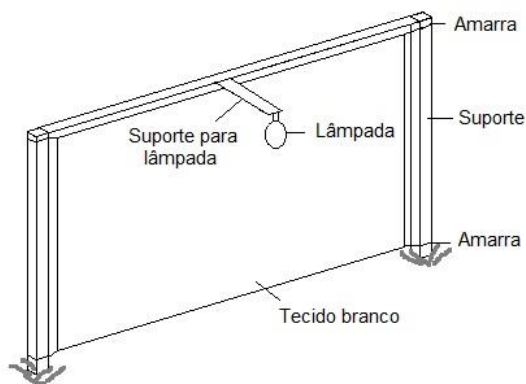


Figura 5. Esquema de pano iluminado para coleta de insetos noturnos. Desenho: autor.

Neste tipo de método, os insetos atraídos devem ser recolhidos manualmente (com pinças), e colocados diretamente em potes com álcool 80% ou acetato de etila. Dessa maneira, a coleta é extremamente direcionada, ou seja, serão coletados apenas os insetos pertencentes ao grupo de interesse. A melhor época para a realização deste método é durante o período de lua nova, fase de menor luminosidade. Não há estabelecido nenhum cronograma rigoroso de coleta, apenas coleta-se conforme o objetivo do estudo. Destaca-se que a época de maior atividade de insetos ocorre durante a primavera (BORROR e DELONG, 1969).

Para maiores detalhes sobre a montagem das armadilhas consultar Almeida et al. (1998).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os escarabeíneos são importantes organismos que atuam na ciclagem de nutrientes e na manutenção de vários ecossistemas terrestres. Merecem especial destaque para as regiões que se baseiam em empreendimentos pecuários, pois estes besouros evoluíram de tal forma que são fundamentais para estes sistemas.

Os métodos de captura descritos neste trabalho se referem às técnicas atuais mais utilizadas para a captura desse grupo de insetos, e a bibliografia mostra serem muito eficientes na diversidade e quantidade de escarabeíneos coletados. A utilização de mais de um método de captura pode tornar a amostragem de Scarabaeinae mais eficiente e representativa, pois cada técnica de captura se restringe a uma parte da assembleia de escarabeíneos presente no ecossistema estudado.

AGRADECIMENTOS

Sinceros agradecimentos a minha orientadora de graduação Prof^a. Mariana Brasil Vidal (URCAMP Bagé), aos meus orientadores de mestrado Profs. Rocco Alfredo Di Mare (UFMS) e Fernando Vaz de Mello (UFMT), e à Franciéle Garcês da Silva, pelo apoio, ajuda e incentivo. Agradecimentos a PROPPEX (URCAMP - Bagé) e a CAPES pelas bolsas de estudos ofertadas, e aos revisores pelas contribuições ao estudo.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. M.; RIBEIRO-COSTA, C. S.; MARINONI, L. (1998). **Manual de coleta, conservação, montagem e identificação de insetos**. Ribeirão Preto: Holos. 1998. 78p.

ARROW, G. J. New species of Lamellicorn beetles (Subfam.Coprinae) from South America. **Stylops: A Journal of Taxonomic Entomology**, v. 1, 1932. p. 223-226.

BEHLING, H.; JESKE-PIERUSCHKA, V.; SCHÜLER, L. et al. Dinâmica dos campos no sul do Brasil durante o Quaternário tardio. In: PILLAR, V. P.; MÜLLER, S. C.; CASTILHOS, Z. M. S.; JACQUES, A. V. A. (eds.). **Campos Sulinos – conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2009. p. 13-25.

BERGSTROM, B. C.; MAKI, R. L.; WERNER, B. A. Small dung beetles as biological control agents: laboratory studies of beetle action on trichostongylid eggs in sheep and cattle feces. **Proceedings of the Helminthology Society of Washington**, 1976. v. 43, p. 171-174.

BORNEMISSZA, G. F.; WILLIAMS, C. H. An effect of dung beetle activity on plant yield. **Pedobiologia**, 1970. v. 1, p. 1-7.

BORROR, D. J.; DELONG, D. M. **Introdução ao estudo dos insetos**. São Paulo: Edgard Blucher. 1969. 653 p.

BOUCHARD, P.; BOUSQUET, Y.; DAVIES, A. E. et al. Family-group names in Coleoptera (Insecta). **ZooKeys**, 2011. v. 88, p. 1-972.

BOUCHARD, P.; GREBENNIKOV, V. V.; SMITH, A. B. T. et al. Biodiversity of Coleoptera. In: FOOTIT, R. G.; ADLER, P. H. (eds.).

Insect biodiversity: science and society. Oxford: Blackwell Publishing, 2009. p. 265-301.

CAMBEFORT, Y. Biogeography and evolution. In: HANSKI, I.; CAMBEFORT, Y. (eds.). **Dung beetle ecology.** Princeton: Princeton University Press, 1991. p. 51-67.

CAMBEFORT, Y.; HANSKI, I. Dung beetle population biology. In: HANSKI, I.; CAMBEFORT, Y. (eds.). **Dung beetle ecology.** Princeton: Princeton University Press, 1991. p. 36-50.

CAMPOS, W. G.; PEREIRA, D. B. S.; SCHOEREDER, J. H. Comparison of the efficiency of flight-interception trap models for sampling Hymenoptera and other insects. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 2000. v. 29, n. 3, p. 381-389.

COSTA, C. Estado de conocimiento de los Coleoptera neotropicales. In: MARTÍN-PIERA, F.; MORRONE, J. J.; MELIC, A. (eds.). **Hacia un proyecto CYTED para el inventario y estimación de la diversidad entomológica en Iberoamérica.** Zaragoza: Sociedad Entomológica Aragonesa, 2000. p. 99-114.

DAVIS, A. L.; SCHOLTZ, C. H.; DOOLEY, P. et al. Scarabaeine dung beetles as indicators of biodiversity, habitat transformation and pest control chemicals in agro-ecosystems. **South African Journal of Science**, 2004. v. 100, p. 415-424.

DOUBE, B. M. Dung beetles of Southern Africa. In: HANSKI, I.; CAMBEFORT, Y. (eds.). **Dung beetle ecology.** Princeton: Princeton University Press, 1991. p. 133-155.

ESTRADA, A.; COATES-ESTRADA, R. Howling monkeys (*Alouatta palliata*), dung beetles (Scarabaeidae) and seed dispersal: ecological

interactions in the tropical rain forest of Los Tuxtlas, Vera Cruz. Mexico. **Journal of Tropical Ecology**, 1991. v. 7, p. 459-474.

ESTRADA, A.; COATES-ESTRADA, R.; DADDA, A. A. et al. Dung and carrion beetles in tropical rain forest fragments and agricultural habitats at Los Tuxtlas, Mexico. **Journal of Tropical Ecology**, 1998. v. 14, p. 577-593.

EVANS, G. **The life of the beetles**. Londres: George Allen & Unwin. 1975. 232 p.

FAVILA, M.; HALFFTER, G. The use of indicator groups for measuring biodiversity as related to community structure and function. **Acta Zoológica Mexicana**, 1997. v. 72, p. 1-25.

FINCHER, G. T.; MONSON, G. A.; BURTON, G. W. Effect of cattle feces rapidly buried by dung beetles on yield and quality coastal Bermuda grass. **Agronomy Journal**, 1981. v. 73, p. 775-779.

FLECHTMANN, C. A. H.; RODRIGUES, S. R.; COUTO, H. T. Z. Controle biológico da mosca-dos-chifres (*Haematobia irritans irritans*) em Selvíria, Mato Grosso do Sul – 4: Comparação entre métodos de coleta de besouros coprófagos (Scarabaeidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, 1995. v. 39, n. 2, p. 259-276.

FREY, G. Parc National de la Garamba. Mission H. d Saeger, - Onthophagini (Coleoptera, Lamellicornia). **Institut des Parcs Nationaux du Congo et du Ruanda-Urundi**, 1961. v. 21, p. 69-98.

GILL, B. Dung beetles in tropical American forest. In: HANSKI, I.; CAMBEFORT, Y. (eds.). **Dung beetle ecology**. Princeton: Princeton University Press, 1991. p. 211-229.

HALFFTER, G. Evolution of nidification in the Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae). **Quaestiones Entomologicae**, 1977. v. 13, p. 231-253.

HALFFTER, G. Historical and ecological factors determining the geographical distribution of dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). **Folia Entomológica Mexicana**, 1991. v. 82, p. 195-238.

HALFFTER, G.; EDMONDS, W. D. **The nesting behavior of dung beetles (Scarabaeinae): An ecological and evolutive approach**. México, D.F.: Instituto de Ecología, A.C. 1982. 176 p.

HALFFTER, G.; FAVILA, M. E. The Scarabaeidae (Insecta: Coleoptera) an animal group for analyzing, inventorying and monitoring biodiversity in tropical rainforest and modified landscapes. **Biology International**, 1993. v. 27, p. 15-21.

HALFFTER, G.; FAVILA, M. E.; HALFFTER, V. A comparative study of the structure of the scarab guild in Mexican tropical rain forests and derived ecosystems. **Folia Entomológica Mexicana**, 1992. v. 84, p. 131-156.

HALFFTER, G.; MATTHEWS, E. G. The natural history of dung beetles of the subfamily Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae). **Folia Entomológica Mexicana**, 1966. v. 12/14, p. 1-312.

HANSKI, I.; CAMBEFORT, Y. Competition in dung beetles. In: HANSKI, I.; CAMBEFORT, Y. (eds.). **Dung beetle ecology**. Princeton: Princeton University Press, 1991. p. 305-329.

HANSKI, I.; KRIKKEN, J. Dung beetles in tropical forest in Southeast Asia. In: HANSKI, I.; CAMBEFORT, Y. (eds.). **Dung beetle ecology**. Princeton: Princeton University Press, 1991. p. 179-197.

HOWDEN, A. T.; NEALIS, V. S. Observations on height of perching in some tropical dung beetles (Scarabaeidae). **Biotropica**, 1978. v.10, p. 43-46.

KINGSTON, T. J.; COE, M. The biology of a giant dung beetle (*Heliocopris dilloni*) (Coleoptera, Scarabaeidae). **Journal of Zoology**, 1977. v. 181, p. 243-263.

KLEIN, B. C. Effects of forest fragmentation on dung and carrion beetle communities in central Amazonia. **Ecology**, 1989. v. 6, p. 1715-1725.

LARSEN, T. H.; LOPERA, A.; FORSYTH, A. Extreme trophic and habitat specialization by Peruvian dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). **The Coleopterists Bulletin**, 2006. v. 60, p. 315-324.

LAWRENCE, J. F.; BRITTON, E. B. Coleoptera. In: CSIRO (ed.). **The insects of Australia**. 2. ed. Victoria: Melbourne University, 1991. p. 543-683.

LAWRENCE, J. F.; HASTINGS, A. M.; DALLWITZ, M. J. et al. **Beetles of the world: a key and information system for families and subfamilies**. Melbourne: CSIRO. (CD-Rom). 1999.

LIMA, A. M. C. **Insetos do Brasil, vols. 7-10. Coleopteros. 1a-2a partes**. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Agronomia. 372+323+289+373 p. 1952.

LOBO, J. M.; HALFFTER, G. Relaciones entre escarabajos (Coleoptera: Scarabaeidae) y nidos de tuza (Rodentia: Geomyidae): implicaciones biológicas y biogeográficas. **Acta Zoológica Mexicana**, 2000. v. 62, p. 1-9.

LOBO, J. M.; MARTÍN-PIERA, F.; VEIGA, C. M. Las trampas pitfall con sebo, sus posibilidades en el estudio de las comunidades coprófagas de Scarabaeoidea (Col.). I. Características determinantes de su capacidad de

captura. **Revue d'Ecologie et de Biologie du Sol**, 1988. v. 25, n. 1, p. 77-100.

LOPES, J.; CHONCHON, I.; YUZAWA, S. K. et al. Entomofauna do Parque Estadual Mata dos Godóy – II: Scarabaeidae (Coleoptera) coletados em armadilhas de solo. **Seminário Ciências Biológicas e Saúde**, 1994. v. 15, n. 2, p. 121-127.

LOUZADA, J. N. C. **A comunidade de Scarabaeidae s. str. (Insecta, Coleoptera), em fragmentos de Floresta Atlântica**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. (Dissertação de Mestrado em Entomologia). 1995.

LOUZADA, J. N. C.; LOPES, F. S. A comunidade de Scarabaeidae copronecrófagos (Coleoptera) de um fragmento de Mata Atlântica. **Revista Brasileira de Entomologia**, 1997. v. 41, n. 1, p. 117-121.

LOUZADA, J. N. C.; SCHIFFLER, G.; LOUZADA, L. A. O. et al. Efeito da degradação e substituição da vegetação de Restinga sobre a comunidade de Scarabaeidae s. str. no litoral sudeste do Brasil. In: CONGRESSO DA PÓS-GRADUAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS, 10, Lavras. **Anais...** Lavras: APG/UFLA. 2001.

LOUZADA, J. N. C.; SCHIFFLER, G.; VAZ-DE-MELLO, F. Z. Efeitos do fogo sobre a composição e estrutura da comunidade de Scarabaeidae (Insecta: Coleoptera) da Restinga da Ilha de Guriri, norte do Espírito Santo. In: SIMPÓSIO IMPACTOS DE QUEIMADAS SOBRE OS ECOSSISTEMAS E MUDANÇAS GLOBAIS, 3; CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, Brasília. **Anais...** Brasília: Universidade de Brasília, 1996. p. 161-169.

MARTÍN-PIERA, F.; LOBO, J. M. New data and observations on klaptoparasitics behavior in dung beetles from temperate regions (Coleoptera: Scarabaeoidea). **Acta Zoológica Mexicana**, v. 57, p. 15-18.

MATTHEWS, E. G. (1972). A revision of the scarabaeine dung beetles of Australia. I. Tribe Ontophagini. **Australian Journal of Zoology Supplement Series**, 1993. v. 9, p. 1-133.

MILHOMEM, M. S.; VAZ-DE-MELLO, F. Z.; DINIZ, I. R. Técnicas de coleta de besouros copronecrófagos no Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 2003. v. 38, n. 11, p. 1249-1256.

MONTREUIL, O. Phylogenetic analysis and paraphyly of Coprini and Dichotomiini (Coleoptera: Scarabaeidae): Biogeographic scenario. **Annales de la Société Entomologique de France**, 1998. v. 34, n. 2, p. 135-148.

MORÓN, M. A.; CAMAL, J. F. O. C. Analisis de la entomofauna necrofila del area norte de la Reserva de la Biosfera “Sian Ka’na”, Quintana Roo, Mexico. **Folia Entomológica Mexicana**, 1986. v. 69, p. 83-98.

NEALIS, V. G. Habitat association and community analysis of South Texas dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae). **Canadian Journal of Zoology**, 1977. v. 55, p. 138-147.

PECK, P. B.; FORSYTH, A. Composition, structure, and competitive behavior in a guild of Ecuadorian rain forest dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae): behavior, species diversity. **Canadian Journal of Zoology**, 1982. v. 60, p. 1624-1633.

PILLAR, V. D.; BOLDRINI, I. I.; HASENACK, H. et al. **Workshop: Espaço atual e desafios para a conservação dos campos**. Disponível em: http://www.natbrasil.org.br/Docs/monoculturas/workshop_ufrgs_campos_2006.pdf. Acesso em: 26 de novembro de 2006. 2006.

RAMBO, S. J. B. **A fisionomia do Rio Grande do Sul**. 2. ed. Porto Alegre: Livraria Selbach. 1956. 448p.

RIDSDILL-SMITH, T. J.; HAYLES, L.; PALMER, M. J. Competition between the bush fly and a dung beetle in dung of differing characteristics. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, 1986. v. 41, p. 83-90.

ROESCH, L. F. W.; VIEIRA, F. C. B.; PEREIRA, V. A. et al. The Brazilian Pampa: a fragile biome. **Diversity**, v. 2009, n. 1, p. 182-198.

SCHEFFLER, P. Y. **Dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) ecology in the intact and modified landscape of eastern Amazonian**. Pensilvânia: The Pennsylvania State University. (Tese de Doutorado em Ecologia). 2002.

SCHIFFLER, G. **Fatores determinantes da riqueza local de espécies de Scarabaeidae (Insecta: Coleoptera) em fragmentos de floresta estacional semidecídua**. Lavras: Universidade Federal de Lavras. (Dissertação de Mestrado em Entomologia). 2003.

SCHOOLMEESTERS, P.; DAVIS, A. L. V.; EDMONDS, W. D. et al. **ScarabNet Global Taxon Database (version 1.5)**. Disponível em: <http://216.73.243.70/scarabnet/results.htm>. Acesso em: 16 de agosto de 2010. 2010.

SHEPERD, V. E.; CHAPMAN, C. A. Dung beetles as secondary seed dispersers: impact on seed predation and germination. **Tropical Ecology**, 1998. v. 14, p. 199-215.

SILVA, P. G.; GARCIA, M. A. R.; VIDAL, M. B. Besouros copro-necrófagos (Coleoptera: Scarabaeidae *sensu stricto*) do município de Bagé, RS (Bioma Campos Sulinos). **Biociências**, 2009. v. 17, n. 1, p. 33-43.

SPECTOR, S. Scarabaeine dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae): an invertebrate focal taxon for biodiversity research and conservation. **The Coleopterists Bulletin**, 2006. v. 5, p. 71-83.

TOWNES, H. A light-weight malaise trap. **Entomological News**, 1972. v. 83, p. 239-247.

TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. **Estudo dos insetos – Tradução da 7ª. edição de Borror and DeLong's Introduction to the study of Insects**. São Paulo: Cengage Learning. 2010. 816p.

VAZ-DE-MELLO, F. Z. Estado de conhecimento dos Scarabaeidae *s. str.* (Coleoptera: Scarabaeoidea) do Brasil. In: MARTÍN-PIERA, F.; MORRONE, J. J.; MELIC, A. (eds.). **Hacia un proyecto CYTED para el inventario y estimación de la diversidad entomológica en Iberoamérica**. Zaragoza: Sociedad Entomológica Aragonesa, 2000. p. 181-195.

VAZ-DE-MELLO, F. Z.; LOUZADA, J. N. C. Considerações sobre forrageio arbóreo por Scarabaeidae (Coleoptera, Scarabaeoidea), e dados sobre sua ocorrência em floresta tropical do Brasil. **Acta Zoológica Mexicana**, 1997. v. 72, p. 55-61.

VAZ-DE-MELLO, F. Z.; REIS, S.; LOUZADA, J. N. C. Levantamento preliminar das espécies de Scarabaeidae (Insecta: Coleoptera) fimícolas das pastagens da região de Lavras. In: CONGRESSO DA PÓS-GRADUAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS, 10, Lavras. **Anais...** Lavras: APG/UFLA. 2001.

WATERHOUSE, D. F. The biological control of dung. **Scientific American**, 1974. v. 230, n. 4, p. 100-109.

ZUNINO, M. Las relaciones taxonómicas de los Phanaeina y sus implicaciones biogeográficas. **Folia Entomológica Mexicana**, 1985. v. 64, p. 101-115.



REVISTA CIENTÍFICA RURAL

ISSN 1413-8263

Revista da Universidade da Região da Campanha (URCAMP), Bagé- RS, é uma publicação de divulgação de periodicidade regular, de divulgação técnico-científica, editada pela Editora da URCAMP – EDIURCAMP

Rua Flores da Cunha, 310 CEP: 96400-350 - Bagé - RS – Brasil
FONE: (53) 32427522 ramal: 27
FAX: (53) 32410159
E-mail: rcr@urcamp.tche.br

ASSINATURAS

Assinatura Anual: R\$ 80,00 – Número avulso: R\$ 50,00
Periodicidade: 2 (dois) números por ano

COMO ASSINAR A REVISTA

Enviar cheque nominal a Fundação Áttila Taborda/INTEC, juntamente com este formulário de assinatura ou através de depósito identificado no Banco Unicred (cód. 091), Agência 1910, Conta Corrente 423653. Para agilizar o andamento do processo é necessário anexar a cópia digitalizada do comprovante de pagamento enviado para o e-mail: rcr@urcamp.tche.br ou ainda podendo ser enviado via fax (53) 32410159 (Em ambos os casos o nome e endereço completo são obrigatórios para a emissão da fatura).

FORMULÁRIO DE ASSINATURA

REVISTA CIENTÍFICA RURAL
UNIVERSIDADE DA REGIÃO DA CAMPANHA – URCAMP
Bagé – RS – Brasil

Nome:.....
CPF:

Endereço: Bairro:

Cidade: CEP:

Estado:..... E-mail:

Anexo cheque nº..... Banco:.....

No valor de R\$.....

Telefone:

Instituição de trabalho:

Data:/...../.....

Assinatura:

Aceitamos permuta com outras publicações