

REVISTA CIENTÍFICA RURAL

Revista Técnico-Científica

Volume 13 - Número 1
NOVEMBRO 2011

BAGÉ - RS
EDITORIA - EDIURCAMP

ISSN 1413-8263

Rev. Cient. Rural	BAGÉ - RS	v. 13 n. 1	NOVEMBRO 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: Abner Guedes

REVISÃO: Fernando Pereira de Menezes

COMPOSIÇÃO E EDITORAÇÃO:

Abner Guedes

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
2011. n. 1

ISSN 1413-8263

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

Catálogo Sistema de Bibliotecas/URCAMP
Maria Bartira N. Costa Taborda – CRB 10/782

REVISTA CIENTÍFICA RURAL
V.13, nº 1, 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

Editor-Chefe:

Fernando Pereira de Menezes

Editores Auxiliares:

Ana Cláudia Kalil Huber
Luis Fernando Paiva Lima

Assessores Técnicos:

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

Revisores técnicos que participaram desta edição:

Adriana Marlene Moreno Pires, Dr ^a	- EMBRAPA CNPMA, Jaguariúna-SP
Ana Cláudia Kalil Huber, Dr ^a	- URCAMP, Bagé-RS
Ana Dionísia da Luz Coelho Novembre, Dr ^a	- ESALQ/USP, Piracicaba-SP
Ana Maria Conte e Castro, Dr ^a	- UNIOESTE, Marechal C. Rondon-PR
Antonio Carlos Saraiva da Costa, Dr.	- UEM, Maringá-PR
Augusto Ferreira da Eira, Dr.	- Fungibras Ind. Com em Fungicultura Ltda., Botucatu-SP
Carlos Cesar Breda, Dr.	- UFMT, Sinop-MT
Edson Campanhola Bortoluzzi, Dr.	- UFSM, Santa Maria-RS
Edson Perito Amorim, Dr.	- EMBRAPA CNPMF, Cruz das Almas-BA
Elineide Barbosa da Silveira, Dr ^a	- UFPE, Recife-PE
Elton Oliveira dos Santos, Dr.	- EMBRAPA CPATC, Recife-PE
Émerson Borghi, Dr.	- EMBRAPA CNPASA, Palmas-TO

Fátima Conceição Rezende, Dr ^a	- UFLA, Lavras-MG
Fernando César Juliatti, Dr.	- UFU, Uberlândia-MG
Flávio Luiz Foletto Eltz, Dr.	- UFSM, Santa Maria-RS
Gustavo Pavan Mateus, Dr.	- APTA, Andradina-SP
Itamar Soares de Melo, Dr.	- EMBRAPA CNPMA, Jaguariúna-SP
Jairo Augusto Campos de Araújo, Dr.	- UNESP, Jaboticabal-SP
José Magno Queiroz Luz, Dr.	- UFU, Uberlândia-MG
Júlio Cesar Salton, Dr.	- EMBRAPA CPAO, Dourados-MS
Julita Maria Frota Chagas Carvalho, Dr ^a	- EMBRAPA CNPA, Piracicaba-SP
Leonardo Ferreira Dutra, Dr.	- EMBRAPA CNPF, Colombo-PR
Manoel Abílio de Queiroz, Dr.	- UEBA, Juazeiro-BA
Margarida Matos Mendonça, Dr ^a	- UFSC, Florianópolis-SC
Mário Puiatti, Dr.	- UFV, Viçosa-MG
Paulo Cezar Rezende Fontes, Dr.	- UFV, Viçosa-MG

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 18 para artigo científico, 15 para revisão bibliográfica e 7 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 .tiff (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, em nota de rodapé deverá ser inserida a titulação, empresa/instituição, cidade, UF, país e e-mail.

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

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. Os nomes dos autores devem estar identificados com número sobrescrito e caracterizados no rodapé da primeira página, conforme a seguinte seqüência: 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 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.

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. Os nomes dos autores devem estar identificados com número sobrescrito e caracterizados no rodapé da primeira página, conforme a seguinte sequência: 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. Os nomes dos autores devem estar identificados com número sobrescrito e caracterizados no rodapé da primeira página, conforme a seguinte sequência: 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.

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

A Universidade da Região da Campanha na gestão 2011-2014 tem por prioridade o incentivo à produção científica como meta para o desenvolvimento institucional e regional.

Promover a divulgação do conhecimento gerado pelos pesquisadores institucionais e disponibilizar oportunidade para pesquisadores nacionais e internacionais levarem suas informações ao universo da ciência é uma grata função da URCAMP muito bem conduzida por meio de suas revistas científicas.

A Revista Científica Rural traz nesta edição 17 artigos científicos na área de conhecimento das Ciências Agrárias, produções que primam pelo conceito de inovação tecnológica.

Manter a qualidade superior deste periódico é uma missão honrosamente confiada ao nosso corpo editorial a quem compete publicar a excelência dos trabalhos recebidos de destacados autores que colaboram com sua intelectualidade.

Cumprir destacar o papel fundamental realizado pelo quadro de avaliadores, profissionais conceituados que contribuem decisivamente para o êxito da edição.

A todos que trabalharam nesta edição nosso honesto reconhecimento pelo nível da edição.

Uma proveitosa leitura.

Paulo Ricardo Ebert Siqueira
Pró-Reitor de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão
Universidade da Região da Campanha - URCAMP

SUMÁRIO

1. ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE MILHO NO NORDESTE BRASILEIRO.....	15
2. ALTERAÇÕES NOS ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICOS DE UM LATOSSOLO VERMELHO AMARELO DISTROFÉRICO CULTIVADO COM CRISÂNTEMO, APÓS APLICAÇÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS	30
3. ARMADILHAS ADESIVAS PARA AMOSTRAGEM DE <i>Calepitrimerus vitis</i> (NALEPA, 1905) (ACARI: ERIOPHYIDAE) EM MATERIAL PROPAGATIVO DE VIDEIRA.....	45
4. BÍOSSÓLIDOS NA COMPOSIÇÃO DE SUBSTRATOS PARA PRODUÇÃO DE CRISÂNTEMO.....	57
5. COEFICIENTES DE REPETIBILIDADE PARA CARACTERES DE CACHO E DE PRODUÇÃO DE FRUTOS EM AÇAIZEIROS.....	70
6. COMPORTAMENTO DO SORGO GRANÍFERO EM FUNÇÃO DO MANEJO DE NITROGÊNIO.....	83
7. CRESCIMENTO VEGETATIVO DA ABOBRINHA ITALIANA EM FUNÇÃO DA DEMANDA DE DRENOS.....	99
8. CULTIVO DE CRISÂNTEMO (<i>Dendranthema grandiflora</i>) EM SOLO ADUBADO COM RESÍDUOS ORGÂNICOS.....	111
9. DESEMPENHO DE LINHAGENS AVANÇADAS DE FEIJÃO CAUPI NO NORDESTE BRASILEIRO.....	126

10. FERTILIDADE DO SOLO APÓS DEZ ANOS DE CULTIVO EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE GRÃOS E DE PASTAGENS SOB PLANTIO DIRETO.....	139
11. FRAÇÃO DE MINERALIZAÇÃO DE NITROGÊNIO OBTIDA POR INCUBAÇÃO ANAERÓBIA DE LODOS DE ESGOTO EM SOLO ARGILOSO.....	161
12. ISOLAMENTO DE RIZOBACTÉRIAS E EFEITO DA BACTERIZAÇÃO DE SEMENTES NA PROMOÇÃO DO CRESCIMENTO DE TOMATEIRO.....	170
13. PREVENÇÃO DE CONTAMINAÇÃO NA CULTURA DE TECIDOS DE <i>Nicotiana tabacum</i> L.....	184
14. PRODUÇÃO ORGÂNICA DE ABÓBORA ITALIANA CULTIVADA EM AMBIENTE PROTEGIDO.....	196
15. PROPOSTA METODOLÓGICA PARA O TESTE DE TETRAZÓLIO EM SEMENTES DE <i>Eleusine coracana</i> (L.) Gaertn.....	207
16. UTILIZAÇÃO DE GRÃOS E CASCA DE ARROZ NA PRODUÇÃO DE INÓCULO DE <i>Pleurotus ostreatus</i>	215
17. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA BASE CELULAR DA ORIGEM E DESENVOLVIMENTO DO ENDOSPERMA.....	226

SUMMARY

1. ADAPTABILITY AND STABILITY OF CORN IN NORTH-EAST BRAZIL..... 15
2. ALTERATIONS IN THE CHEMICAL AND PHYSICAL ATTRIBUTES OF LATOSOL RED YELLOW DISTROFÉRRICO SOIL, CULTIVATED WITH CHRYSANTHEMUM AFTER APPLICATION OF ORGANIC RESIDUES..... 30
3. ADHESIVE TRAPS FOR SAMPLING *Calepitrimerus vitis* (NALEPA, 1905) (ACARI: ERIOPHYIDAE) IN PROPAGATIVE MATERIAL FROM VINES..... 45
4. BIOSOLIDS IN THE COMPOSITION OF SUBSTRATUM FOR PRODUCTION OF CHRYSANTHEMUM..... 57
5. REPEATABILITY COEFICIENTS FOR CHARACTERS OF RACEME AND FRUITS PRODUCTION IN EUTERP PALM..... 70
6. BEHAVIOR OF GRAIN SORGHUM IN FUNCTION OF THE NITROGEN MANAGEMENT..... 83
7. VEGETATIVE GROWTH OF SUMMERSQUASH ACCORDING TO THE SINK DEMAND..... 99
8. CULTIVATION OF CHRYSANTHEMUM (*Dendranthema grandiflora*) IN SOIL FERTILIZED WITH ORGANIC WASTE. 111
9. ADAPTABILITY AND STABILITY OF COWPEA ADVANCED LINES IN THE NORTHEAST OF BRAZIL..... 126

10. SOIL FERTILITY AFTER TEN YEARS OF GRAIN AND FORAGE PRODUCTION SYSTEMS UNDER NO-TILLAGE SYSTEM.....	139
11. MINERALIZATION FRACTION OF SEWAGE SLUDGE NITROGEN ESTIMATED BY ANAEROBIOC INCUBATION....	161
12. ISOLATION OF RHIZOBACTERIA AND AFFECTS OF THE BACTERIZATION OF SEEDS IN THE PROMOTING TOMATO GROWTH.....	170
13. PREVENTION OF CONTAMINATION IN TISSUE CULTURE OF <i>Nicotiana tabacum</i> L.....	184
14. SUMMER SQUASH PRODUCTION UNDER ORGANIC MANURING IN PROTECTED ENVIRONMENT.....	196
15. PROPOSAL OF METHODOLOGY FOR TETRAZOLIUM TEST OF <i>Eleusine coracana</i> (L.) Gaertn. SEEDS.....	207
16. USE OF GRAINS AND RICE HUSK IN PRODUCTION OF INOCULUM <i>Pleurotus ostreatus</i>	215
17. LITERATURE REVIEW CELLULAR BASE OF THE ORIGIN AND DEVELOPMENT OF ENDOSPERM.....	226

ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE MILHO NO NORDESTE BRASILEIRO

Hélio Wilson Lemos de Carvalho¹; Milton José Cardoso²; Ivênio Rubens de Oliveira¹; Cleso Antônio Pato Pacheco³; José Nildo Tabosa⁴; Marcelo Abdon Lira⁵; Livia Freire Feitosa⁶; Kátia Estelina de Oliveira Melo⁶.

¹Pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Av. Beira Mar, 3250, Jardins, C.P. 44, Aracaju, SE, CEP: 49025-040. e-mail: helio@cpac.embrapa.br; ²Pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI; ³Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG; ⁴Pesquisador da IPA, Recife, PE; ⁵Pesquisador da EMPARN, Natal, RN; ⁶

Bolsista PIBIC/CNPq/Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE.

RESUMO: Quinze variedades e dois híbridos de milho foram avaliados em noventa e um ambientes do Nordeste brasileiro, no período de 1999 a 2003, em blocos ao acaso, com três repetições, visando conhecer a adaptabilidade e a estabilidade desses materiais para fins de recomendação. Detectaram-se, na análise de variância conjunta, diferenças entre os ambientes e os materiais e inconsistência no comportamento desses materiais em face das oscilações ambientais. Os híbridos Pioneer 3021 e BRS 3123, utilizados como testemunhas, mostraram melhor adaptação que as variedades, com rendimentos superiores, tanto em ambientes desfavoráveis, quanto favoráveis. As variedades Sertanejo, AL 25, AL 34, AL 30 e Asa Branca, de melhor adaptação, mostraram-se exigentes nas condições desfavoráveis, justificando suas recomendações para as condições favoráveis. As variedades Assum Preto e Caatingueiro, de baixa adaptação e exigentes nas condições desfavoráveis, têm na sua superprecocidade forte justificativa para seus usos em áreas de sertão.

Palavras-chave: *Zea mays* L., interação genótipos x ambientes, previsibilidade, semi-árido.

ADAPTABILITY AND STABILITY OF CORN IN NORTHEAST BRAZIL

ABSTRACT: The adaptability and stability of fifteen varieties and two hybrids of corn were evaluated at ninety one environments of the Brazilian Northeast, during the period of 1999 to 2003 in a randomized block design, with three replications, aiming their recommendation to the prevalent agricultural systems. The aggregated variance analysis detected significant differences among environments and materials, but also detected an inconsistent behavior of the materials face the environmental oscillations. The Pioneer 3021 and BRS 3123 hybrids, used as controls, showed better adaptation than the varieties with superior grain yield either under favorable as unfavorable environment. The Sertanejo, AL 25, AL 34, AL 30, and Asa Branca varieties, which have better adaptation shown to be more demanding under unfavorable conditions, justifying their recommendation to favorable environments. The Assum Preto and Caatingueiro varieties, despite their low adaptation and demanding characteristics under unfavorable conditions, have in their high precocity strong reasons for their recom-

mendation to semiarid environments.

Keywords: *Zea mays* L., genotype x environment interaction, weight, environmental factors.

INTRODUÇÃO

Cerca de três milhões de hectares do Nordeste brasileiro, distribuídos nos ecossistemas dos tabuleiros costeiros, agreste, sertão e cerrados, destinam-se ao cultivo do milho. Nessas áreas, as médias de produtividade, em exploração comercial, oscilam de 800kg ha⁻¹, nos sistemas de produção dos pequenos e médios produtores rurais, predominantes em áreas do sertão nordestino, a níveis superiores a 6.000kg ha⁻¹, nos sistemas de produção de melhor tecnificação, constantes em áreas de cerrados. Nos últimos anos, a zona agreste vem despontando no cenário da agricultura regional, com rendimentos médios de grãos, em nível comercial, superiores a 6.000kg ha⁻¹. Esses altos níveis de produtividade têm sido registrados também em trabalhos e competição de variedades e híbridos de milho, em áreas do agreste sergipano, baiano e alagoano, confirmando a aptidão dessa faixa do Nordeste brasileiro para o bom desenvolvimento do cultivo do milho, conforme ressaltam Carvalho et al. (2000, 2002 e 2005) e, em áreas dos cerrados, localizados no Sul do Maranhão e no sudoeste piauiense, conforme assinalam Cardoso et al. (1997, 2000 e 2001). Os autores supracitados destacam a melhor adaptação dos híbridos em relação às variedades, apesar de mostrarem que algumas variedades expressaram rendimentos médios de grãos semelhantes aos híbridos de melhor adaptação.

No Nordeste brasileiro a interação genótipos x ambientes assume papel de destaque no processo de recomendação de cultivares (CARVALHO et al. 1999, 2000, 2002; CARDOSO et al. 2000, 2003; SOUZA et al. 2004). Em outras regiões do país, tem-se observado situações semelhantes, segundo relatos de Arias (1996), no estado do Mato Grosso, Carneiro (1998), no Paraná, Ribeiro et al. (2000), em Minas Gerais, Souza et al. (2000), no Pará. Duarte e Zimmermann (1991 e 1994) e Carbonell e Pompeu (2000) descreveram a importância dessa interação no processo de recomendação de variedades de feijoeiro comum em algumas localidades do Brasil.

Têm sido utilizadas várias metodologias para obtenção de estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade. Finlay e Wilkinson (1963), Eberhart e Russel (1966) e Lin e Binns (1988) empregaram métodos basea-

dos no coeficiente de regressão linear e na variância dos desvios da regressão estimados em relação a cada cultivar (ARIAS, 1966). Verma et al. (1978) e Cruz et al. (1989) utilizaram um modelo composto de dois segmentos de reta, a regressão bilinear.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a adaptabilidade e a estabilidade de variedades de milho em 91 ambientes do Nordeste brasileiro, para fins de recomendação.

MATERIAL E MÉTODOS

Quinze variedades e dois híbridos (testemunhas) foram avaliados em 91 ambientes do Nordeste brasileiro, distribuídos nos anos agrícolas de 1999 (13 ensaios), 2000 (21 ensaios), 2001 (21 ensaios), 2002 (18 ensaios) e 2003 (18 ensaios). As coordenadas geográficas de cada município variaram de 2°63', no município de Parnaíba, no Piauí, a 14°36', em Barra do Choça, na Bahia (Tabela 1).

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com três repetições. As parcelas constaram de quatro fileiras de 5,0m de comprimento, a espaços de 0,80m e 0,40m, entre covas, dentro das fileiras. Foram mantidas duas plantas por cova, após o desbaste. As adubações realizadas nesses ensaios obedeceram aos resultados das análises de solo de cada área experimental.

Os pesos de grãos (15 % de umidade) foram submetidos à análise de variância pelo modelo em blocos ao acaso. Após isso, realizou-se a análise de variância conjunta, considerando aleatórios os efeitos de blocos e ambientes e, fixo, o efeito de cultivares. As referidas análises foram efetuadas utilizando-se o Statistical Analysis System (SAS INSTITUTE, 1996), para dados balanceados (PROCANOVA).

Para atenuar o efeito da interação cultivares x ambientes, usou-se o método de Cruz et al. (1989), que baseia-se na análise de regressão bissegmentada, tendo como parâmetros de adaptabilidade a média (b_0), a resposta linear aos ambientes desfavoráveis (b_1) e aos ambientes favoráveis (b_1+b_2). A estabilidade das cultivares foi avaliada pelos desvios da regressão (s^2d) de cada material, de acordo com as variações ambientais.

Foi utilizado o seguinte modelo:

$$Y_{ij} = b_{0i} + b_{1i}I_j + b_{2i}T(I_j) + \sigma_{ij} + e_{ij} \text{ onde}$$

Y_{ij} : média da cultivar i no ambiente j ; I_j : índice ambiental; $T(I_j)=0$ se $I_j < 0$; $T(I_j) = I_j - I_+$ se $I_j > 0$, sendo I_+ a média dos índices I_j positivos; b_{0i} : média geral da cultivar i ; b_{1i} : coeficiente de regressão linear associado à variável I_j ; b_{2i} : coeficiente de regressão linear associado à variável $T(I_j)$; σ_{ij} : desvio da regressão linear; e_{ij} : erro médio experimental.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Detectaram-se diferenças significativas ($p < 0,01$) entre as cultivares, em 89 dos 91 ambientes, o que evidencia comportamento diferenciado entre elas (Tabela 2). Os coeficientes de variação encontrados oscilaram de 6% a 19%, o que revela boa precisão dos ensaios, conforme Scapim et al. (1995). As médias de produtividade nos ensaios variaram de 2.471kg ha⁻¹, no município de Lapão, no estado da Bahia, no ano agrícola de 2003, a 7.957kg ha⁻¹, em Simão Dias, no agreste sergipano, no ano de 2001, o que indica uma ampla faixa de variação nas condições ambientais em que foram realizados os ensaios. Os municípios de Parnaíba, Teresina e Baixa Grande do Ribeiro, no Piauí; São Raimundo das Mangabeiras e Colinas, no Maranhão e Simão Dias, em Sergipe, apresentaram as melhores potencialidades para o desenvolvimento do cultivo do milho. Vale ressaltar, que as produtividades médias encontradas nessas localidades colocam essas áreas em condições de competir com a exploração do milho em áreas tradicionais de produção de milho no país e que utilizam tecnologias modernas de produção. Os municípios de Anapurus, Barra do Corda, Brejo, no Maranhão; Barreiras, Barra do Choça e Paripiranga, na Bahia e Canguaretama, no Rio Grande do Norte, também mostraram potencialidades para o cultivo do milho.

Houve efeitos significativos ($p < 0,01$) quanto aos ambientes, cultivares e interação cultivares x ambientes (Tabela 3). A diferença significativa da interação cultivares x ambientes revela que a classificação das cultivares não foi coincidente nos diferentes ambientes.

Além do preconizado pelo método de Cruz et al. (1989), considerou-se como cultivar melhor adaptada aquela que expressou rendimento médio de grãos superior à média geral (VENCOVSKY e BARRIGA, 1992). Os

rendimentos médios de grãos (b_0) oscilaram de 3.806kg ha⁻¹ a 6.230kg ha⁻¹, com média geral de 5.012kg ha⁻¹, o que expressa boa adaptação das cultivares avaliadas no Nordeste brasileiro (Tabela 4). As cultivares de rendimentos superiores à média geral mostraram melhor adaptação, destacando-se, entre elas, o híbrido Pioneer 3021, seguido do híbrido BRS 3123. Os híbridos expressaram melhor adaptação que as variedades, confirmando resultados encontrados em trabalhos anteriores, realizados na região (MONTEIRO et al. 1998; CARVALHO et al., 2000, 2002 e 2005 e CARDOSO et al. 1997 e 2000). Entre as variedades, a Sertanejo mostrou melhor adaptação, seguida das AL 25, AL 34 e AL 30. O bom desempenho da variedade Sertanejo tem sido destacado pelos autores supracitados.

As estimativas dos coeficientes de regressão (b_1), que corresponde à resposta linear da cultivar a variação nos ambientes desfavoráveis, variaram de 0,58** a 1,14**, respectivamente, em relação a variedades CMS 47 e ao híbrido BRS 3123, sendo ambos estatisticamente diferentes da unidade (Tabela 4). Os dois híbridos utilizados como testemunhas mostraram ser muito exigentes nas condições desfavoráveis ($b_1 > 1$) e responsivos à melhoria ambiental ($b_1 + b_2 > 1$).

As variedades mostraram rendimento médio de grãos de 4.868kg ha⁻¹ e dentre aquelas oito que revelaram melhor adaptação ($b_0 >$ média geral), seis apresentaram estimativas de b_1 significativamente diferentes da unidade, e duas mostraram estimativas de b_1 não significativas ($b_1 = 1$), o que evidencia comportamento diferenciado dessas variedades em ambientes desfavoráveis. As variedades Sertanejo, AL 25, AL 34, AL 30, Asa Branca e São Francisco mostraram ser muito exigentes nas condições desfavoráveis ($b_1 > 1$). Com relação à resposta nos ambientes favoráveis, apenas as variedades AL 25 e Sintético Dentado responderam à melhoria ambiental ($b_1 + b_2 > 1$).

Todos os genótipos avaliados mostraram os desvios da regressão estatisticamente diferentes de zero, o que evidencia comportamento imprevisível nos ambientes considerados. Considerando que a estabilidade pode também ser avaliada pelas estimativas de R^2 (CRUZ et al., 1989), constatou-se que as menores estimativas de R^2 foram obtidas nos híbridos Pioneer 3021 e BRS 3123 e nas variedades Caatingueiro e CMS 47, sendo, portanto, tais materiais de menor estabilidade. Considerando-se, em termos percentuais, que a estimativa de R^2 pode variar de 0% a 100%, percebe-se que os materiais

avaliados apresentaram bom nível de estabilidade, uma vez que, 76% desses materiais tiveram valores de R^2 superiores a 80%.

Verificando-se os resultados apresentados, nota-se que o material ideal preconizado pelo modelo bissegmentado ($b_0 >$ média geral, $b_1 < 1$, $b_1 + b_2 >$ e desvios da regressão igual a zero) não foi encontrado no conjunto avaliado. Observando-se o grupo de materiais de melhor adaptação ($b_0 >$ média geral), não foi encontrada qualquer cultivar que atendesse a todos os requisitos necessários para adaptação nos ambientes desfavoráveis ($b_0 >$ média geral, $b_1 < 1$ e $b_1 + b_2 < 1$). No entanto, os híbridos testemunhas Pioneer 3021 e BRS 3123, apesar de serem exigentes nessas condições ($b_1 > 1$) e serem responsivos à melhoria ambiental ($b_1 + b_2 > 1$), mostraram altos rendimentos médios de grãos nas condições desfavoráveis, o que sugere suas recomendações para essa classe de ambientes. As variedades Sertanejo e AL 25, também exigentes nas condições desfavoráveis, apresentaram bons rendimentos de grãos nessas condições de ambiente, o que sugere suas recomendações para os ambientes desfavoráveis. Os resultados obtidos com a cultivar sertanejo estão em desacordo com os resultados relatados por Carvalho et al. (2000 e 2001), que detectaram ampla adaptabilidade dessa cultivar em 75 ambientes do Nordeste brasileiro, no triênio 1995/1996/1997. Cardoso et al. (1997) e Carvalho et al. (2002) também obtiveram adaptabilidade ampla e alta estabilidade de produção dessa variedade.

No grupo de variedades de melhor adaptação ($b_0 >$ média geral), a variedade AL 25 reuniu os atributos necessários para adaptação nessas condições de ambiente ($b_0 >$ média geral, b_1 e $b_1 + b_2 > 1$ e $R^2 > 80\%$). As variedades Sertanejo, AL 34, AL 30, Asa Branca e São Francisco atenderam a um número maior de requisitos para recomendação nessas condições (estimativas de $b_0 >$ média geral, de variedades, e de $b_1 > 1$ e valores de $R^2 > 80\%$). A variedade Sintético Dentado que apresentou estimativa de $b_0 >$ média geral de variedades e respondeu à melhoria ambiental ($b_1 + b_2 > 1$), com valor de $R^2 > 80\%$, pode, também, ser recomendada para os ambientes favoráveis. As variedades São Vicente e Sintético Duro, com estimativas de $b_0 >$ média geral de variedades e de $b_1 = 1$, evidenciaram adaptabilidade ampla, justificando suas recomendações para os diferentes sistemas de produção em execução na região. As variedades Caatingueiro e Assum Preto, apesar de mostrarem baixa adaptação ($b_0 <$ média geral para variedades) e baixa exigência nas

condições desfavoráveis, têm na sua superprecocidade forte justificativa para seus usos em áreas do sertão, por reduzirem os riscos de frustração de safras nessa região. A variedade Assum Preto, por ser também, um material de alta qualidade protéica, pode ser utilizada em programas de combate à fome e à miséria.

CONCLUSÕES

1. Os híbridos mostram melhor adaptação que as variedades e se destacam para os sistemas de produção de melhor técnica.
2. Os materiais avaliados diferem quanto à adaptabilidade.
3. A cultivar ideal, preconizada pelo modelo bissegmentado, não faz parte do conjunto avaliado.
4. As variedades de melhor adaptação destacam-se nos ambientes favoráveis: Sertanejo, AL 25, AL 34, AL 30 e Asa Branca.

Tabela 1. Coordenadas geográficas dos municípios.

Municípios	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (m)
Anapurus/MA	3°35'	43°30'	
Barra do Corda/MA	5°43'	45°18'	84
Brejo/MA	3°41'	42°45'	55
Sambaíba/MA	7°08'	45°45'	212
São Raimundo das Mangabeiras/MA	7°22'	45°36'	225
Paraibano/MA	6°18'	43°57'	241
Floriano/PI	6°46'	43°11'	85
Guadalupe/PI	6°26'	43°50'	180
Parnaíba/PI	2°53'	41°41'	15
Rio Grande do Piauí/PI	7°36'	43°31'	270
Teresina/PI	5°05'	42°49'	72
Baixa Grande do Ribeiro/PI	7°32'	45°14'	325
Bom Jesus/PI	9°04'	44°21'	217
Palmeiras do Piauí/PI	8°43'	44°14'	270
Canguaretama/RN	6°22'	35°07'	5
Ipanguassu/RN	5°37'	36°50'	70

Cont. Tab. 1			
Vitória Santo Antão/PE	8°11'	32°31'	350
Araripina/PE	7°33'	40°34'	620
Serra Talhada/PE	8°17'	38°20'	365
São Bento do Una/PE	8°31'	36°22'	645
Caruaru/PE	8°34'	38°00'	537
Teotônio Vilela/AL	9°04'	36°27'	150
Arapiraca/AL	9°45'	36°33'	248
Neópolis/SE	10°16'	36°05'	15
Nossa Senhora das Dores/SE	10°30'	37°13'	200
Simão Dias/SE	10°44'	37°48'	283
Lapão/BA	11°21'	41°41'	785
Ibititá/BA	11°31'	41°41'	700
Barreiras/BA	12°09'	44°59'	800
Barra do Choça/BA	14°36'	40°50'	880
Paripiranga/BA	10°14'	37°51'	430
Adustina/BA	10°35'	38°07'	250

Tabela 2. Resumo das análises de variância de rendimento de grãos (kg ha⁻¹) de cada ensaio. Região Nordeste do Brasil, 1999/2000/2001/2002/2003⁽¹⁾.

Ambientes	Quadrados médios		Média	C. V. (%)
	Cultivares	Resíduo		
	1999			
Florianópolis/PI	2351757,3**	580371,3	4151	18
Guadalupe/PI	1689441,1**	108567,2	3697	9
Parnaíba /PI	1776733,0**	227622,0	4601	10
Rio Grande do Piauí/PI	1647548,0**	586618,2	3894	19
Teresina/PI	2587790,6**	117931,4	5574	6
Neópolis/SE	3521098,6**	306951,1	4046	14
N. Sra.das Dores/SE	1647296,4**	270844,4	4687	11
Vitória de Santo Antão/PE	1200683,3**	236882,3	4064	12
Araripina/PE	1879669,2**	631687,5	4734	17
Lapão/BA	1310049,0**	269810,7	2991	17
Ibititá/BA	713877,6**	269032,1	3068	17

Barreiras/BA	1645555,6**	350614,9	4309	14
Cont. Tab. 2				
Barra do Choça/BA	2371056,1**	447582,5	4846	14
	2000			
Anapurus/MA	1958300,7**	394452,6	5715	11
Barra do Corda/MA	2077392,4	173418,1	5075	8
Guadalupe/PI	969203,2**	262907,8	4274	12
Parnaíba/PI	2661326,8**	316558,2	6272	9
Parnaíba irrigado/PI	2048678,3**	617452,2	7867	10
Rio Grande do Piauí/PI	3485330,3**	363764,0	6689	9
Teresina/irrigado/PI	4658816,1**	345150,2	6562	9
Neópolis/SE	1944939,3**	116688,2	4909	7
N. Sra. das Dores/SE	3174284,7**	154715,3	4376	8
Canguaretama/RN	534583,3**	150188,1	3950	8
Vitória de Santo Antão/PE	1292611,6**	115211,3	3771	8
Serra Talhada/PE	843922,5**	133897,9	3803	10
São Bento do Una/PE	3499321,9**	146211,8	3810	10
Caruaru/PE	1828621,3**	256185,6	4228	12
Araripina/PE	1627168,2**	417620,3	4775	13
Paripiranga/BA	1334701,2**	212442,3	5152	9
Lapão/BA	5286759,6**	584897,6	6113	12
Ibititá/BA	1514653,4**	300390,9	4754	11
Barreiras/BA	4397510,9**	392877,2	5846	11
Barra do Choça/BA	3565660,8**	532033,0	5216	14
Teotônio Vilela/AL	564534,6**	134102,2	4626	8
	2001			
Barra do Corda/MA	2701055,6**	341361,1	5567	10
Brejo/MA	2702310,3**	319320,9	4079	14
Sambaíba/MA	1572403,1**	207630,6	4328	10
S. Raimundo das Mangabeiras/MA	1965608,0**	463326,3	7173	9
Baixa Grande do Ribeiro/PI	3745616,8**	302857,9	6784	8
Bom Jesus/PI	2176605,7**	427820,3	5250	12
Palmeiras do Piauí/PI	1681236,1**	298191,7	4619	12

Parnaíba/PI	2565900,6**	318170,8	6949	8
Cont. Tab. 2				
Parnaíba/PI	1908728,3**	426291,0	6232	10
Teresina/PI	4138599,4**	621326,7	6592	12
Teresina irrigado/PI	2077271,9**	400944,5	7107	9
Simão Dias/SE	3926388,6**	313585,1	7957	7
Neópolis/SE	3726541,7**	246656,2	4287	11
N. Sra. Das Dores/SE	2660446,4**	392747,0	5886	10
Canguaretama/RN	2403936,1**	314899,6	5852	9
São Bento do Una/PE	964457,1**	234053,4	3080	16
Caruaru/PE	566357,3**	146620,7	3490	11
Araripina/PE	1040844,2**	208166,5	3243	14
Lapão/BA	186973,6ns	161778,7	4042	10
Barreiras/BA	2163885,9**	279679,3	4708	11
Barra do Choça/BA	4598371,0**	586956,0	5388	14
	2002			
Barra do Corda/MA	1289666,4**	293209,2	4550	12
Brejo/MA	2268441,6**	186713,4	6489	7
Colinas/MA	6194217,8**	202040,1	5676	8
S. Raimundo das Mangabeiras/MA	2099483,3**	285536,0	5858	9
Baixa Grande do Ribeiro/PI	766581,2**	178888,2	5906	7
Bom Jesus/PI	390811,2**	127800,2	4803	7
Palmeiras do Piauí/PI	464656,6**	146832,3	4302	9
Parnaíba/PI	2530043,9**	252448,5	6900	7
Teresina/PI	2113303,5**	366163,4	6857	9
Simão Dias/SE	1779802,5**	366746,2	5026	12
N. Sra. Das Dores/SE	4096135,4**	416088,1	5832	11
Caruaru/PE	1095183,0**	134463,3	2873	12
Araripina/PE	1370481,6**	232360,8	3038	16
Ibititá/BA	336318,7**	140230,8	2863	12
Barra do Choça/BA	1342724,2**	339725,3	3371	17
Adustina/BA	1103275,6**	262238,1	3765	14
Arapiraca/AL	3253942,1**	167972,0	4752	9
Teotônio Vilela/AL	1076935,6**	143861,6	5457	7

Cont. Tab. 2

	2003			
Brejo/MA	1751528,1**	279002,7	4307	12
Colinas/MA	2965004,1	306884,2	6204	9
Paraibano/MA	1972884,1**	290269,1	5205	10
S. Raimundo das Mangabeiras/MA	1911930,9**	443535,8	6463	10
Baixa Grande do Ribeiro/PI	3138433,0**	219624,0	6672	7
Parnaíba/PI	2733772,4**	117376,3	5321	6
Teresina/PI	1610245,1**	410126,0	5497	12
Teresina irrigado/PI	1965468,1**	328359,1	5614	10
Parnaíba irrigado/PI	3004692,8**	501962,7	5483	13
Simão Dias/SE	3577119,1**	452559,6	6918	10
N. Sra.das Dores/SE	1836141,4**	471531,0	5705	12
Ipanguassu/RN	1848833,9**	419276,0	5023	13
Canguaretama/RN	2318362,3**	279200,5	4242	12
Serra Talhada/PE	1564950,9**	430070,1	4345	15
Lapão/BA	565620,3**	151430,7	2471	16
Barra do Choça/BA	1188967,6**	173610,9	4693	9
Arapiraca/AL	419235,4ns	302133,9	3462	16
Teotônio Vilele/AL	1533663,7**	332965,1	5016	11

(¹) Graus de liberdade: 16 (cultivares);32 (resíduo) e ** significativo 1 % de probabilidade pelo teste F.

Tabela 3. Resumo da análise de variância conjunta de rendimento de grãos (kg ha⁻¹) de 17 cultivares de milho em 91 ambientes do Nordeste brasileiro, no período de 1999 a 2003.

Fonte de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios
Ambientes (A)	90	76089132,9**
Cultivares (C)	16	88543503,9**
Interação (AxC)	1440	1154047,0**
Resíduo	2912	302892,6
C. V. (%)		11
Média		5012

** Significativo a 1 % de probabilidade pelo teste F.

Tabela 4. Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de 17 cultivares de milho em 91 ambientes do nordeste brasileiro, no período de 1999 a 2003.

Cultivares	Médias de grãos			b ₁	b ₂	b ₁ +b ₂	s ² _d	R ²
	Geral	Desfavorável	Favorável					
Pioneer 3021	6230a	5168	7365	1,07*	0,16*	1,23**	2676847,0**	67
BRS 3123	5944b	4823	7140	1,14**	0,01ns	1,15**	1631646,5**	78
Sertanejo	5430c	4358	6576	1,11**	-0,07ns	1,04ns	905924,5**	86
AL 25	5316d	4258	6447	1,11*	0,05ns	1,16**	1105448,4**	84
AL 34	5244e	4199	6361	1,09**	-0,08ns	1,01ns	942157,1**	85
AL 30	5232e	4119	6422	1,13**	-0,04ns	1,09ns	901430,1**	86
Asa Branca	5128f	4074	6253	1,08*	-0,30**	0,77**	908776,1**	84
São Vicente	5017g	4027	6074	1,04ns	-0,06ns	0,98ns	950956,1**	83
Sintético Dentado	5007g	4013	6070	1,03ns	0,09ns	1,13*	670406,7**	88
São Francisco	5007g	4002	6082	1,06*	-0,41**	0,64**	600338,3**	88
Sintético Duro	4792h	3937	5705	0,90**	0,10ns	1,00ns	762457,3**	83
BRS 4150	4758h	3793	5789	1,00ns	0,21**	1,21**	945063,7**	84
Cruzeta	4710h	3825	5656	0,91**	-0,10ns	0,81**	691763,5**	84
BR 106	4699h	3676	5791	1,03ns	-0,03ns	0,99ns	1157031,1**	80
Assum Preto	4565i	3665	5526	0,93*	0,09ns	1,02ns	595603,1**	87
Caatingueiro	4306j	3611	5048	0,70**	0,16*	0,87*	876799,5**	73
CMS 47	3806l	3214	4439	0,58**	0,22**	0,80**	809854,8**	69

*e** significativamente diferente da unidade, para b₁ e b₁+b₂, e de zero, para b₂. Significativamente diferentes de zero, pelo teste F, para s²_d. As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Nott, a 5% de probabilidade.

REFERÊNCIAS

ARIAS, E. R. A. **Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Estado do Mato Grosso do Sul e avanço genético obtido no período de 1986/87 a 1993/94.** Lavras: ESAL, 1996. 118p. Tese de Doutorado.

CARDOSO, M. J.; CARVALHO, H. W. L. de.; PACHECO, C. A. P. et al. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Estado do Piauí, no biênio 1993/1994. **Revista Científica Rural**, Bagé, v.2, n.1, p. 35-44, 1997.

CARDOSO, M. J.; CARVALHO, H. W. L. de.; LEAL, M. de L. da S.; et al. Comportamento, adaptabilidade e estabilidade de híbridos de milho no Estado do Piauí no ano agrícola de 1998. **Revista Científica Rural**, Bagé, v.5, n.1, p.146-153, 2000.

CARDOSO, M. J.; CARVALHO, H. W. L. de.; LEAL, M. de L. da S.; et al. Adaptabilidade e estabilidade de híbridos de milho na Região Meio-Norte do Brasil no ano agrícola de 1999/2000. **Agrotropica**, Itabuna, v.13, n.2, p.59-66, 2001.

CARDOSO, M. J.; CARVALHO, H. W. L. de.; SANTOS, M. X. dos.; et al. Desempenho de híbridos de milho na Região Meio-Norte do Brasil. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.2, n.1, p.43-52, 2003.

CARBONELL, S. A. M.; POMPEU, A. S. Estabilidade fenotípica de linhagens de feijoeiro em três épocas de plantio no Estado de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 35, n.2, p.321-329, 2000.

DUARTE, J. B.; ZIMMERMANN, M. J. Selection of location for common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) germoplasm evaluation. **Revista Brasileira de Genética**. Ribeirão Preto, v.14, n.3, p.765-770, 1991.

DUARTE, J. B.; ZIMMERMANN, M. J.; Adaptabilidade e estabilidade de rendimento de genótipos de feijoeiro comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.29, n-1, p.25-32, 1994.

CARNEIRO, P. C. S. **Novas metodologias de análise de adaptabilidade e estabilidade de comportamento**. Lavras: ESAL, 1998. 168P. Tese de Doutorado.

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.

CARVALHO, H. W. L. de; LEAL, M. de L. da S.; SANTOS, M. X. dos.; et al. Estabilidade de cultivares de milho em três ecossistemas do Nordeste brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.9, p.1773-1781, 2000.

CARVALHO, H. W. L. de; SANTOS, M. X. dos.; LEAL, M. de L. da S.; et al. Adaptabilidade e estabilidade de produção de cultivares de milho no Nordeste brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.9, p.1581-1591, 1999.

CARVALHO, H. W. L. de; CARDOSO, M. J.; LEAL, M. de L. da S.; et al. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Nordeste brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n 5, p.471-477,2005.

CRUZ, C. D.; TORRES, R. A. de.; VENCOSKY, R. An alternative approach to the stability analysis by Silva and Barreto. **Revista Brasileira de Genética**, v. 12, p.567 a 580, 1989.

DUARTE, J. B.; ZIMMERMANN, M. J. Selection of location for common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) germoplasm evaluation. **Revista Brasileira de Genética**. Ribeirão Preto, v.14, n.3, p.765-770, 1991.

DUARTE, J.B.; ZIMMERMANN, M.J.; Adaptabilidade e estabilidade de rendimento de genótipos de feijoeiro comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.29, n-1, p.25-32, 1994.

EBERHART, S. A.; RUSSELL, W. A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, Madison, v. 6, n.1, p. 36-40, 1966.

FINLAY, K. W.; WILKINSON, G. N. The analysis of adaptation in plant

breeding programme. **Crop Science**, Madinson, v. 7, p. 192-195, 1963.

LIN, C. S.; BINNS, M. R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 68, n. 1, p. 193-198, 1988.

MONTEIRO, A. A. T.; CARVALHO, H. W. L. de.; PACHECO, C. A. P.; et al. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Estado do Ceará. **Revista Científica Rural**, Bagé, v. 3, n.2, p.1-10,1998.

RIBEIRO, P. H. E.; RAMALHO, M, A. P.; FERREIRA, D. F. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho avaliadas em diferentes condições ambientais do Estado de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.11, p.2213-2222, 2000.

SAS INSTITUTE (Cary, Estados Unidos). **SAS/STAT user`s Guide** : version 6. 4. Ed. Cary, 1996. V.1.

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.

SOUZA, E. M. de.; CARVALHO, H. W. L. de.; LEAL, M. de L. da S.; Adaptabilidade e estabilidade de variedades e híbridos de milho no Estado de Sergipe no ano agrícola de 2002. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 35, n. 1, p. 52-60, 2004.

VENCOVSKY. R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496p.

VERMA, M. M.; CHAHAL, G. S.; MURTHY, B. R. Limitations of conventional regression analysis : a proposed modification. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v.53, p,89-91, 1978.

ALTERAÇÕES NOS ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICOS DE UM LATOSSOLO VERMELHO AMARELO DISTROFÉRRICO CULTIVADO COM CRISÂNTEMO, APÓS APLICAÇÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS

Ana Maria Conte e Castro¹; Carmen Silvia Fernandes Boaro²; João Rodrigues Domingues²

¹Pesquisadora UENP, Campus Luiz Meneghel Rodovia BR-369 Km 54, Vila Maria, CP 261, CEP 86360-000 – Bandeirantes, PR, e-mail: acastro@unioeste.br; ²Pesquisadores IBB-UNESP, Botucatu, SP

RESUMO: O interesse pela utilização de resíduos orgânicos urbanos em plantas ornamentais cultivadas no solo é crescente, tendo em vista as vantagens em termos de nutrição mineral das plantas e importância quanto as alterações químicas e físicas dos solos. Assim esse trabalho teve como objetivo avaliar a utilização de composto de lixo urbano e lodo de esgoto nas características de um Latossolo Vermelho Amarelo, distroférico, conduzido sob cultivo protegido, na Fazenda Experimental de São Manoel, da Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP, Campus de Botucatu. O delineamento experimental em blocos ao acaso foi composto de 7 tratamentos com 4 repetições: T1 (testemunha); T2, T3 e T4 respectivamente (10Mg ha⁻¹, 20Mg ha⁻¹ e 30Mg ha⁻¹ de composto de lixo urbano); T5, T6 e T7 respectivamente (10Mg ha⁻¹, 20Mg ha⁻¹ e 30Mg ha⁻¹ de lodo de esgoto). Foram avaliados teores de macro e micronutrientes do solo, granulometria, densidade do solo e de partícula e estabilidade de agregados. Os dados foram avaliados pelo programa ESTAT. Nas condições experimentais, pode se concluir que as variações nos teores de nutrientes presentes no solo estão associadas à fertilidade inicial do solo e à constituição dos bio sólidos. A adição de composto de lixo urbano e do lodo de esgoto foram favoráveis na estruturação do solo, recomenda-se a utilização de 10Mg ha⁻¹ do resíduo orgânico, independente da sua origem.

Palavras-chave: lodo de esgoto, composto de lixo urbano, *Dendranthema grandiflora*.

ALTERATIONS IN THE CHEMICAL AND PHYSICAL ATTRIBUTES OF LATOSOL RED YELLOW DISTROFÉRRICO SOIL, CULTIVATED WITH CHRYSANTHEMUM AFTER APPLICATION OF ORGANIC RESIDUES

ABSTRACT: The interest for the use of urban organics residues in cultivated ornamental plants in ground is increasing in view of the advantages in terms of mineral nutrition of plants and importance how much the physical and chemical alterations of the ground. The present work had as objective evaluates the use of composed of urban garbage and sewage sludge in the characterisation of Latosol Red Yellow distroférico soil. The experiment under protected cultivation, in São Manoel Experimental Farm, of University of Agronomic

Sciences of UNESP, Campus of Botucatu/São Paulo/Brazil. The experimental design was entirely in randomized blocks with 7 treatments and four repetitions: T1 (testifies); T2, T3 and T4 respectively (10Mg ha⁻¹, 20Mg ha⁻¹ and 30Mg ha⁻¹ composed of urban garbage); T5, T6 and T7 respectively (10Mg ha⁻¹, 20Mg ha⁻¹ and 30Mg ha⁻¹ sewage sludge). They were appraised macro tenors and micronutrients of the soil, texture, density of the soil and of particle and stability of aggregates. The data were appraised for the program ESTAT. In the experimental conditions, it can be ended that: the variations in the present tenors of nutrients in the soil the initial fertility of the soil and the constitution of the biossolids are associated; the addition of composed of urban garbage and of the sewage sludge they were favourable in the structuring of the soil and the use of the 10Mg ha⁻¹ residue organics is recommended, independent of origin.

Keywords: sewage sludge, composed of urban garbage, *Dendranthema grandiflora*.

INTRODUÇÃO

Com o aumento da população observa-se uma preocupação com a elevada quantidade de material orgânico gerado nas mais diferentes atividades. Com o intuito de resgatar melhores condições de vida em ambientes degradados, várias pesquisas vem sendo desenvolvidas com o objetivo de reaproveitar esses resíduos utilizando-os na agricultura e uma das alternativas mais viáveis é seu emprego no cultivo de plantas ornamentais.

O tratamento dessa fração orgânica, através da compostagem resulta num produto estabilizado com larga utilidade para a agricultura e atividades correlatas como fator de melhoria das propriedades físicas e químicas do solo (OLIVEIRA, 1997).

Uma das formas de apresentação desse material é o lodo de esgoto, sendo que sua distribuição em áreas agrícolas parece ser a mais vantajosa do ponto de vista econômico (KORENTAJER, 1991), além do aproveitando como fonte de nutrientes, pois possui elevado teor de matéria orgânica, teores de nitrogênio, fósforo, potássio, zinco, cobre, manganês e molibdênio, e de proporcionar uma melhor estruturação do solo (SANTOS, 1984 e ANGLIAN, 1991).

Atualmente estão sendo utilizados materiais alternativos, geralmente resíduos, como o composto de lixo urbano (CLU), na adubação orgânica para as flores, como componentes de substratos, em complementação a adubação química e como condicionadores do solo, (CONTE e CASTRO et al. 2001a, RUPPENTHAL e CONTE e CASTRO, 2005 e CONTE e CASTRO et al.,

2001b).

Entre os principais fatores que limitam o uso de CLU, citam-se alto valor de pH, teor total de sais solúveis e a presença de metais pesados, (CHANYASAK et al., 1983 e GLÓRIA, 1992).

Segundo Bergamin et al. (1994), vários bio sólidos, oriundos de compostagem de lixo urbano, são empregados em plantas ornamentais, sendo esse segmento da agricultura um dos principais consumidores dos produtos gerados a partir da reciclagem. Sanderson (1980), ressalta que a utilização deste composto, é ideal para a produção de plantas ornamentais, pois não se tem o hábito de utilizar as mesmas na alimentação humana, isentando os riscos à saúde por ingestão eventual de metais pesados ou agentes infecciosos absorvidos de CLU pelo sistema radicular.

Pivot (1988) estudou o uso de compostos orgânicos domiciliares na cultura da gérbera, observando mudanças nas propriedades físicas e químicas do solo, no valor comercial das flores e na época de florescimento.

Ruppenthal e Conte e Castro (2005), trabalhando com a cultura do gladiolo, utilizando como adubos o composto de lixo urbano, observaram que a dose de 10,0Mg ha⁻¹ proporcionou condições suficientes para adequada nutrição, desenvolvimento e produção da cultura do gladiolo, com incremento no pH e manutenção de teores adequados de P e K no solo.

Abreu Júnior et al. (2002), estudaram a aplicação de CLU em 21 solos ácidos e 05 alcalinos e constataram que houve aumento nos teores de N e S para todos os solos e que o P só aumentou nos ácidos, independente das doses utilizadas.

Os principais efeitos da aplicação de CLU, nas propriedades químicas dos solos são: elevação do pH e do teor de M.O, redução da acidez trocável e potencial, aumentos na disponibilidade de N, P, Ca, Mg, e K, (ABREU JÚNIOR et al., 2000 e OLIVEIRA, 2000).

O uso de CLU nas características químicas de solos de granulometria argilosa e arenosa, segundo Breda et al. (2002) e Conte e Castro et al. (2002a), para a cultura do gladiolo, contribuíram para a elevação dos teores de nutrientes nos dois tipos de solo, sendo que no arenoso os benefícios foram mais elevados.

Villas Boas (1984) estudou a disponibilidade de fósforo do lodo de esgoto (LE) aplicado no solo e verificou que o tratamento com o lodo apresen-

tou teores de P disponível superior a testemunha, porém inferiores ao tratamento com adubação química.

A avaliação da aplicação de LE nas propriedades químicas de diferentes solos foi estudada por Oliveira et al. (2001), onde os autores observaram que após a aplicação de lodo, o mesmo mostrou-se como importante fonte de P, Ca e matéria orgânica nos solos.

Para avaliar o efeito residual LE sobre o carbono orgânico de um Cambissolo Álico de textura argilosa, Lira et al. (2002), observaram que os dados obtidos indicaram que não houve efeito residual da adição do LE sobre o teor de matéria orgânica do solo, em nenhuma dose utilizada.

Silva et al. (2002), utilizando 54Mg ha⁻¹ de LE aplicado em Latossolo Vermelho distrófico, observaram que o biossólido incorporou a esse solo, em kg ha⁻¹, respectivamente 240 de P₂O₅, 320 de N, 160 de Ca e 13 de K₂O e que as concentrações de metais pesados presentes no biossólidos, não foram críticas e portanto podem ser usadas sem contaminar o solo.

A utilização de LE em Latossolo Vermelho distrófico, em dois anos consecutivos, promoveram aumentos no pH e na condutividade elétrica, nos dois anos analisados, segundo Oliveira et al. (2002).

O efeito da aplicação de LE, nos atributos químicos do solo e como fornecedor de nutrientes, para a cultura do eucalipto, foi estudado por Vaz e Gonçalves (2002), e seis meses após a aplicação do biossólido, não foram observadas alterações do pH e dos teores de P, Mg, Zn, Cu e B no solo, porém 13 meses após aplicação, esses valores foram elevados.

Vários autores citam o aumento do pH, CTC e teores de macronutrientes, principalmente N, P e Ca em solos com uso de LE (TSUTYA, 2000 e SUI e THOMPSON, 2000).

Lopes et al. 2003, trabalhando com a cultura do crisântemo, em diferentes solos, com utilização de resíduos industriais, observaram que doses acima de 3,0g L⁻¹ resíduo por vasos, ocasionou um desequilíbrio nutricional, fitotoxicidade de Zn, resultando em queda da produção.

Breda (2003) aplicou LE na cultura do milho e observou, que independente da dose, houve aumento nos teores de matéria orgânica, P, micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Fe), bem como na CTC do solo, além da diminuição do pH e nos teores de K, Ca e Mg, com conseqüente aumento da acidez potencial.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido sob cultivo protegido, na Fazenda de São Manoel, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, Campus de Botucatu, de coordenadas 24° 44' latitude Sul e 48° 34' longitude Oeste. A região apresenta clima subtropical úmido, com precipitação média anual de 1404mm e temperatura média anual de 22°C. O solo é um Latossolo Vermelho Amarelo distroférico. As análises químicas e físicas realizadas segundo metodologia descrita em (EMBRAPA, 1997). As características químicas e físicas estão apresentadas nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Análise química do solo, no início do experimento.

pH CaCl ₂	M.O. g dm ⁻³	P mg dm ⁻³	H+Al	K mol dm ⁻³	Ca+Mg	SB	CTC	V%
6,0	17	229	16	0,35	94	102	117	87
Cu		Mn		Zn		Fe		
-----				mg dm ⁻³		-----		
2,90		68,00		6,90		53,70		

Tabela 2. Análise física do solo, no início do experimento.

Granulometria			Densidade		Agregados			
g kg ⁻¹			g cm ³		%			
Areia	Silte	Argila	Solo	Partícula	> 2,00	2,00-1,00	1,00-0,50	<0,50
					-----mm-----			
778,30	124,30	97,40	1,59	2,65	27,4	11,88	30,08	30,64

Para compor os tratamentos foram utilizados o CLU, proveniente da Estação de Tratamento de Lixo Urbano, do Município de Marechal Cândido Rondon-PR (Tabela 3), e o LE utilizado foi retirado da Estação de Tratamento de Esgoto, instalada na FCA/UNESP/ Campus de Botucatu, cujas características estão apresentadas na Tabela 4, cujas metodologias estão descritas em EMBRAPA (1997).

A cultura utilizada foi o crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev), variedade Calábria, cultivada para corte.

Tabela 3. Análise química do composto de lixo urbano.

C/N	M.O.	P ₂ O ₅	C	K ₂ O	Ca	Mg	S	N	Zn	Mn	Cu	Fe	Na
-----g kg ⁻¹ -----									-----Mg kg ⁻¹ -----				
10/1	240	17,4	130	1,4	35,9	3,2	12,5	12,5	1026	1004	472	71000	800

Tabela 4. Análise química do lodo de esgoto.

pH	C/N	M.O.	N	P ₂ O ₅	C	K ₂ O	Ca	Mg	S	Zn	Mn	Cu	Fe	Na
-----g kg ⁻¹ -----									-----Mg kg ⁻¹ -----					
5,7	10/1	56	32,2	13,6	310	1,3	20,8	2,1	8	536	208	110	27600	580

O delineamento experimental em blocos ao acaso, foi constituído de sete tratamentos com quatro repetições: T1 (Testemunha); T2 (10Mg ha⁻¹ CLU); T3 (20Mg ha⁻¹ CLU), T4 (30Mg ha⁻¹ CLU), T5 (10Mg ha⁻¹ LE), T6 (20Mg ha⁻¹ LE) e T7 (30Mg ha⁻¹ LE). Foram preparados dois canteiros de 20m², onde foram distribuídos os tratamentos, sendo que os resíduos orgânicos foram incorporados ao solo a profundidade de 0-20cm. Após o preparo dos canteiros, distribuição das parcelas e dos tratamentos, foram transplantadas 50 estacas pré-enraizadas, por parcela, num espaçamento de 8 x 8cm, entre plantas e 50cm entre tratamentos.

Não foi realizada adubação química de plantio, pois a análise inicial do solo (Tabela 1) atendia as necessidades da cultura, porém foram realizadas adubações semanais, em cobertura, via foliar, com as fórmulas 13-40-13 + 0,025% de B; 0,004 de Mo; 0,01 de Cu; 0,07 de Fe; 0,04 de Mn e 0,025 de Zn na dose de 0,3g L⁻¹, até o desponte e 6-12-36-3 + 0,025% de B; 0,004 de Mo; 0,01 de Cu; 0,07 de Fe; 0,04 de Mn e 0,025 de Zn, na dose de 0,5g L⁻¹, até o florescimento segundo Raij (1997). A irrigação foi no sistema de gotejamento, conforme necessidade de água pela cultura.

Após a colheita das flores, o solo foi amostrado numa profundidade de 0–20cm, foram realizadas análises de macro e micronutrientes do solo, no Laboratório de Análise de Solo da FCA/UNESP/Campus de Botucatu e também foram realizadas análises de granulometria (método do densímetro), densidade de solo (método do torrão impermeabilizado) e de partícula (método do álcool etílico), e estabilidade de agregados (método da via seca) no Laboratório de Física do Solo da FCA/UNESP/Campus de Botucatu.

Os dados foram comparados com auxílio da análise de variância como blocos ao acaso, utilizando o teste de Tukey e o software ESTAT.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A adição de composto de lixo urbano e lodo de esgoto em diferentes tipos de solos, elevou os valores de pH, M.O., acidez potencial, Ca, Mg, K e P, em trabalhos desenvolvidos por Abreu Júnior et al. (2000), Oliveira (2000), Tsutya (2000) e Sui e Thompson (2000), esses resultados não concordam com os apresentados na Tabela 5, onde pode-se observar que não houve diferenças estatísticas, para nenhum parâmetro avaliado.

Os teores de micronutrientes (Tabela 6), apresentam significância estatísticas para todos elementos estudados com exceção do B e Mn, esses resultados discordam de Breda (2003) e Vaz e Gonçalves (2002).

Assim, os valores de Cu, Fe e Zn, tiveram variação estatística, quando se utilizou diferentes doses e fontes de biossólidos, pois o Cu, foi encontrado em maior quantidade nos tratamentos que receberam CLU, independente da dose (T2, 3 e 4), para o Fe os maiores valores foram obtidos com se aplicou as maiores doses de LE, e o Zn, teve um comportamento estatístico semelhante para os tratamentos utilizados, deferindo apenas quando se aplicou 30Mg ha⁻¹ de LE, se comparado a testemunha. Para esses micronutrientes os resultados concordam com Breda (2003) e Vaz e Gonçalves (2002).

Tabela 5. Análise química do solo, em função de doses de composto de lixo urbano e lodo de esgoto, no final do experimento.

Trat.	pH	M.O.	P	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V
Mg ha ⁻¹	(CaCl ₂)	(g dm ⁻³)	(mg dm ⁻³)	(_m mol dm ⁻³)			(%)			
0	5,90	21,50	301,00	18,50	1,60	62,00	13,00	82,25	99,75	78,50
10 CLU	6,02	25,75	316,00	16,50	1,75	67,75	15,50	84,75	101,25	82,00
20 CLU	6,10	28,75	311,50	16,25	2,30	72,25	18,00	93,50	109,75	84,50
30 CLU	6,45	35,25	321,75	16,75	3,03	103,00	20,00	125,25	138,75	89,50
10 LE	6,10	31,00	315,00	13,75	2,32	73,00	17,50	93,50	110,50	84,25
20 LE	6,12	31,00	315,75	15,75	2,88	74,50	17,50	95,25	111,00	85,00
30 LE	6,25	35,50	329,25	18,50	2,30	88,00	18,50	108,00	123,00	87,50
CV (%)	4,35	21,05	3,42	12,10	38,02	24,36	18,81	22,15	17,86	4,52
DMS	0,62	14,44	25,29	4,50	2,18	44,16	7,82	50,65	47,48	8,98
F	1,70ns	2,18ns	1,99ns	1,65ns	1,25ns	1,99ns	0,63ns	1,74ns	1,65ns	1,92ns

1 (0); 2, 3 e 4 (10, 20 e 30 Mg ha⁻¹ de composto de lixo urbano); 5, 6 e 7 (10, 20 e 30 Mg ha⁻¹ de lodo de esgoto). ns= não significativo Médias de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Tabela 6. Análise química de micronutrientes do solo, em função de doses de composto de lixo urbano e lodo de esgoto.

Trat.	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Mg ha ⁻¹	(mg dm ⁻³)				
0	0,32	10,55 b	63,25 c	11,57	15,40 b
10 CLU	0,44	10,75 ab	61,50 c	10,70	16,22 ab
20 CLU	0,43	12,35 ab	60,25 c	11,87	16,15 ab
30 CLU	0,47	17,80 a	75,75 c	9,40	21,63 ab
10 LE	0,54	10,65 b	77,50 bc	10,00	18,65 ab
20 LE	0,52	9,98 b	97,25 a	9,22	19,20 ab
30 LE	0,54	10,15 b	107,75 a	9,65	25,85 a
CV (%)	22,25	23,48	15,82	14,38	23,04
DMS	0,23	6,44	28,35	3,47	10,23
F	1,64 ns	4,06 **	8,41 **	2,03 ns	2,87 *

ns= não significativo * = significativo a 5% pelo teste de Tukey ** = significativo a 1% pelo teste de Tukey. Médias de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey.

As variações encontradas nas Tabelas 5 e 6, algumas delas contraditórias aos encontrado na literatura, podem ser atribuídas ao curto tempo de realização do experimento, portanto tempo insuficiente para que ocorra reações químicas nesse solo, já que o ciclo da cultura é de 3 meses, e também pela heterogenidade dos produtos aplicados.

Na Tabela 7, são apresentados os dados da análise granulométrica, densidade de solo e de partícula, onde pode-se observar que para os dois primeiros parâmetros, não houve diferenças estatísticas, embora a literatura de modo geral, mostre que a incorporação de resíduos orgânicos tendem a diminuir a densidade do solo. Assim, pode-se observar que quando não se aplicou biossólidos (T1), a densidade foi de 1,84g cm³, para os demais tratamentos a média foi de 1,66g cm³, embora esses valores são superiores aos encontrados, na implantação do experimento (Tabela 2). Isso pode ser atribuído, a aproximação das partículas do solo pelo sistema radicular, já que ao se desenvolver a raiz tende a aproximar as partículas do solo .

A densidade de partícula dos latossolos de granulometria arenosa, como é o caso do solo utilizado nesse estudo, está em torno de 2,60–2,65g cm³, pois se trata de um solo caracteristicamente rico em quartzo, e portanto quando é observado na Tabela 7, que a densidade de partícula variou, com o

uso de biossólidos, uma possível explicação pode estar na heterogeneidade do material amostrado, pois a amostra tomada para análise, pode ter levado consigo uma quantidade maior de material mais leve e portanto apresentar valores médios de densidade de partículas em torno de 2,55g cm³.

Tabela 7. Análise granulométrica, densidade do solo e de partícula, em função de doses de composto de lixo urbano e lodo de esgoto.

Trat.	Granulometria			Densidade	
	areia	Silte	argila	solo	partícula
Mg ha ⁻¹	g kg ⁻¹			g cm ³	
0	764	124	112	1,84	2,58a
10 CLU	768	112	120	1,69	2,58a
20 CLU	764	117	119	1,68	2,53ab
30 CLU	773	122	105	1,66	2,54ab
10 LE	774	116	110	1,64	2,59a
20 LE	759	126	115	1,62	2,59ab
30 LE	755	128	117	1,68	2,48b
Média	765	121	114	1,69	2,56
CV(%)	2,10	13,49	9,79	5,68	1,63
DMS	37,62	38,00	26,03	0,22	0,09
F	0,73 ns	0,48 ns	0,86 ns	2,17 ns	3,52*

ns= não significativo * = significativo pelo teste de Tukey a 5%. Médias de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Uma importante característica na melhoria física de um solo, diz respeito à estabilidade de agregados, pois um solo desestruturado, está sujeito a inúmeros problemas entre eles a perda de água, nutrientes e erosão. Se for comparado os dados observados na Tabela 2 onde mais de 60% dos agregados do solo, possuem diâmetro inferior a 1,0mm, apontando uma agregação fraca, caracterizando um solo pulverizado, com o dados apresentados na Tabela 8, notamos que apesar de dentro de cada classe de diâmetro não ter ocorrido diferença estatística significativa, fica evidenciado que a utilização do composto de lixo urbano e do lodo de esgoto, foram favoráveis em promover a agregação do solo estudado, pois mais de 70% dos agregados apresentaram diâmetro superior a 2,00mm em todas as doses de biossólidos aplicados, esses resultados corroboram com os apresentados por (CONTE e CASTRO et al.

2001a, RUPPENTHAL, 2000, CONTE e CASTRO et al., 2001b, SANTOS, 1984, ANGLIAN, 1991 e OLIVEIRA, 1997), quando afirmam a importância, do uso de resíduos orgânicos como condicionadores físicos dos solos.

Tabela 8. Análise da estabilidade de agregados, em função de doses de composto de lixo urbano e lodo de esgoto.

Mg ha ⁻¹	Tratamentos						
	Estabilidade de agregados (%) (mm)						
	> 2,00	2,00-1,00	1,00-0,50	0,50-0,25	0,25-0,10	0,10-0,05	< 0,05
0	71,75	15,00	2,00	5,25	3,75	0,75	1,50
10 CLU	80,25	10,25	1,25	4,00	2,75	0,25	1,25
20 CLU	81,25	10,75	1,50	2,50	2,25	0,50	1,25
30 CLU	75,75	13,50	1,50	2,50	3,50	0,50	1,50
10 LE	75,50	12,50	1,75	4,00	4,00	0,25	1,75
20 LE	78,50	11,75	2,00	4,25	2,25	0,50	0,75
30 LE	79,00	17,25	2,75	5,50	3,75	0,50	1,50
Média	77,43	13,00	1,82	4,18	3,18	0,46	1,34
CV(%)	9,57	23,98	35,61	41,40	50,83	122,86	41,00
DMS	16,99	7,28	1,51	4,04	3,74	1,33	1,30
F	1,50 ns	2,52 ns	2,32 ns	1,33 ns	0,87 ns	0,37 ns	1,31 ns

ns= não significativo

Segundo Kiehl (1979), para haver formação de agregados num solo, duas condições são necessárias, sendo que a primeira, é que haja uma força mecânica que provoque aproximação das partículas do solo, e esse movimento pode ser causado, por exemplo, pelo crescimento das raízes. Essa afirmação pode explicar os resultados da Tabela 8, quando, apesar de não ter sido adicionado material orgânico no Tratamento 1, os valores também foram superior a 70%, para agregados de tamanho superior a 2mm.

CONCLUSÕES

Nas condições experimentais, pode se concluir que:

As variações nos teores de nutrientes presente no solo estão associadas a fertilidade inicial do solo e a constituição dos resíduos orgânicos.

A adição de composto de lixo urbano e do lodo de esgoto foram favoráveis na estruturação do solo.

Recomenda-se a utilização de 10Mg ha⁻¹ do resíduo orgânico, independente da sua origem.

Agradecimentos

A Ball VanZanten Schoenmaker da Cooperativa Agroindustrial de Holambra-SP, pela doação das mudas de crisântemo. A Lucas Conte Gouveia, Cid Henrique Corvino, Maria do Carmo Conte, Inez Conte Corvino e José Luiz Zanella, pelo apoio na implantação, condução e coleta de dados do experimento.

REFERÊNCIAS

ABREU JÚNIOR, C. H.; MURAOKA, T.; OLIVEIRA, F. C. (2002). Carbono, nitrogênio, fósforo e enxofre em solos tratados com composto de lixo urbano. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, vol.26, p.769-780.

ANGLIAN, W. (1991). *Manual of good practice for utilization of sewage sludge in agriculture*. Cambridgeshire, p.53.

BERGAMIN, F. N.; ZINI, C. A.; GONZAGA, J. V.; BORTOLAS, E. (1994). Resíduo de fábrica de celulose e papel: lixo ou produto. In: SEMINÁRIO SOBRE O USO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS E URBANOS EM FLORESTAS. *Anais...* Botucatu, Faculdade de Ciências Agrônômicas, p.97-120.

BREDA, C. C. (2003). *Utilização de lodo de efluentes domésticos: efeitos na produtividade agrícola e em alguns aspectos ambientais*. Botucatu, 2003. 143p. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

BREDA, C. C.; CONTE E CASTRO, A. M.; CONTE, M. L.; et al. (2002). Composto de lixo urbano: efeitos nas características químicas de solos de diferentes granulometrias. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA., 31., Salvador. CD ROM.

CHAKRABARTI, C.; NASHIKKAR, V. J. (1994). Forest tree fertilization with sewage. *Biology Technology*, vol. 50, no 3, p.185-187.

CHANYASAK, D.; KATAYAMA, A.; HIRAI, M. E. (1983). Effects of compost maturity on growth of komatsuna (*Brassica rapa* var. *Pervidis*) in Neubauer's. Growth inhibitory factors assessment of degree of maturity by org.-C/org.-N ratio of water extract. *Soil Science*, vol.29, no 3, p. 251-259.

CONTE e CASTRO, A. M.; BACKES, C.; ZIGIOTTO, D. C.; et al. (2001a). Mistura de substrato no desenvolvimento inicial do ipê roxo In: CONGRESSO BRASIELIRO DE CIENCIAS DO SOLO, 28, Londrina, 2001a, **Anais...** Londrina, vol. 1, p.153.

CONTE e CASTRO, A. M.; BRENDA, C. C.; CONTE, M. L.; et al. (2002a). Aproveitamento de composto de lixo urbano no cultivo de plantas ornamentais e sua influência sobre as características químicas de solos de diferentes granulometrias. *Ciência Geográfica*, vol. 3, no 23, p. 26-30.

CONTE e CASTRO, A. M.; RUPPENTHAL, V.; ZIGIOTTO, D. C.; et al. (2001b). Adubação orgânica na produção de gladiolo. *Revista Scientia Agraria Paranaensis*, vol.1, p.33-41.

EMBRAPA, (1997). Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Manual e Métodos de Análises de solos. EMBRAPA Solos, Rio de Janeiro, RJ, 217p.

GLÓRIA, N. A. (1992). Uso agrônômico de resíduos. In: DECHEN, A.R.; BOARETO, A. E.; VERDADE, F.C., cords. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20. 1992 Piracicaba. *Anais Piracicaba*, p.443-461.

KORENTAJER, L. (1991). A review of the agricultural use of sewage sludge: benefits and potential hazards. *Water*, vol.17, no 3, p. 189-196.

LIRA, S. G.; RIOS, E. de M.; KEIL, S. S.; et al. (2002). Avaliação do Efeito

Residual de Fertilizantes Sobre a Biomassa Microbiana em Solo Degradado. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 25. REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZA, 8., SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 6. e REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 3., 2002. Anais. Rio de Janeiro. CD ROM.

LOPES, L. F.; COSTA, da, A. C. S.; OLIVEIRA, P. S.; et al. (2003). Utilização agrícola de resíduo industrial de galvanoplastia como fonte de nutrientes para a cultura do crisântemo. In CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29., Ribeirão Preto. CD ROM.

OLIVEIRA, F. C. (2000). Disposição de lodo de esgoto e composto de lixo urbano em um Latossolo Amarelo Distrófico cultivado com cana de açúcar. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 247p. (Tese de doutorado).

OLIVEIRA, F. C.; MATTIAZZO, M. E.; MARCIANO, C. R. Et al.(2002). Efeitos de aplicações sucessivas de lodo de esgoto em um Latossolo Amarelo Distrófico cultivado com cana de açúcar: Carbono orgânico, condutividade elétrica, pH e CTC. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, vol.26, p.505-519.

OLIVEIRA, S. (1997). Gestão dos resíduos sólidos urbanos na microrregião serra de Botucatu – caracterização física dos resíduos sólidos domésticos na cidade de Botucatu/SP. Botucatu, 1997. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Faculdade de Ciências Agronômicas, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, 127p.

OLIVEIRA, C.; SANTOS, V. M.; AMARAL SOBRINHO, N. M. B.; et al. (2001). Avaliação dos efeitos da aplicação do lodo de esgoto enriquecido na cultura do arroz. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E ÁGUA, 13., 2001, Anais. Ilhéus, CD ROM.

PIVOT, D. (1988). Substrates consisting of sewage sludge compost-

ed with sawdust for growing gerbera in pots. *Viticulture d`Arboriculture d`Horticulture*, vol. 20, no 3, p.1179-181.

RAIJ, B. van.; CANTARELL, H.; QUAGGIO, J. A. (1997). *Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo*. 2 ed., Rev. Atual. Campinas: Instituto Agrônômico/ Fundação IAC, 285 p.

RUPPENTHAL, V.; CONTE E CASTRO, A. M. (2005). Efeito do composto de lixo urbano na nutrição e produção do gladiolo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. VIÇOSA, vol.29, no 1, p.145-150.

SANDERSON, K. C. (1980). Use of sewage-refuse compost in the production of ornamental plants. *Horticulture Science*, vol.15, no 2, p. 173-178.

SANTOS, H. F. (1984). Uso do lodo de estações de tratamento de esgotos em solos agrícolas. In *ANAIS DO SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES ORGÂNICOS*. Botucatu, p.69-93.

SILVA, J. E.; RESCK, D. V. S.; SHARMA, R. D. (2002). Alternativa agrônômica para o biossólido produzido no Distrito Federal. I – Efeito na produção de milho e na adição de metais pesados em Latossolo no cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, vol.26, p.487-495.

SUI, Y.; THOMPSON, M. L. (2000). Phosphorus sorption, desorption, and buffering capacity in a biossolids-amended mollisol. *Soil Science Society American. Journal*, vol.64, p.164-169.

TSUTYA, M. T. (2000). Alternativas de disposição final de biossólidos gerados em estações de tratamento de esgoto. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A., eds. *Impacto ambiental do uso de lodo de esgoto*. São Paulo, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, p.69-105.

VAZ, L. M. S.; GONÇALVES, J. L. M. (2002). Uso de biossólidos em povoamento de eucalipto: Efeito em atributos químicos do solo, no crescimento

e na absorção de nutrientes. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, vol.26, p.747-758.

VILLAS BOAS, R. L. (1984). Estudo da disponibilidade de fósforo do lodo de esgoto aplicado ao solo. In CONGRESSO BRASILEIRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS. Taubaté-SP, p.34-36.

ARMADILHAS ADESIVAS PARA AMOSTRAGEM DE *Calepitrimerus vitis* (NALEPA, 1905) (ACARI: ERIOPHYIDAE) EM MATERIAL PROPAGATIVO DE VIDEIRA

Paulo Ricardo Ebert Siqueira¹; Anderson Dionei Grützmacher²; Rosete Aparecida Gottinari Kohn³

¹ Prof. Dr. CCR/URCAMP, Bagé, RS, e-mail: siqagro@uol.com.br; ² Prof. Dr. FAEM/UFPEL, Pelotas, RS; ³ Prof. M.Sc. CCR/URCAMP, Bagé, RS

RESUMO: O ácaro-da-ferrugem-da-vidreira *Calepitrimerus vitis* (Nalepa, 1905) (Acari: Eriophyidae), tem sido encontrado com frequência em vinhedos da Região da Campanha do Rio Grande do Sul. Uma importante via de disseminação da espécie é a coleta de gemas e estacas em vinhedos infestados e a utilização destas estruturas como material de propagação vegetal, infestando outros vinhedos. Neste trabalho foi avaliada a possibilidade de amostragem de *C. vitis* em estacas de videira destinadas à propagação utilizando armadilhas adesivas. O experimento foi conduzido nos anos agrícolas de 2006/2007 e 2007/2008 utilizando estacas de videira oriundas dos municípios de Bagé, Candiota e Dom Pedrito, na Região da Campanha e com diferentes históricos de ataque do ácaro. O trabalho foi realizado em casa de vegetação, empregando estacas enraizadas em substrato. Foram instaladas armadilhas adesivas abaixo da última gema de cada estaca, sendo as capturas monitoradas em intervalos semanais por oito semanas consecutivas. Foram encontradas diferenças significativas para o número de indivíduos capturados nas armadilhas de estacas oriundas de locais com distintas infestações. A utilização de armadilhas adesivas mostrou-se eficiente para detectar a presença da espécie no material propagativo, auxiliando a tomada de decisão para o emprego de acaricidas.

Palavras-chave: Migração; Monitoramento; Ácaro-da-ferrugem-da-vidreira; *Vitis* spp.

ADHESIVE TRAPS FOR SAMPLING *Calepitrimerus vitis* (NALEPA, 1905) (ACARI: ERIOPHYIDAE) IN PROPAGATIVE MATERIAL FROM VINES

ABSTRACT: The grape rust mite *Calepitrimerus vitis* (Nalepa, 1905) (Acari: Eriophyidae), has been frequently found in vineyards in the Campanha Region in Rio Grande do Sul. An important way of dissemination by this specie is the collection of buds and cuttings in infested vineyards and use of these structures as propagating material, infesting other vineyards. In this study we evaluated the possibility of sample *C. Vitis* in grapevine cuttings for propagation using adhesive traps. The experiment was conducted in the agricultural years

2006/2007 and 2007/2008 using vine cuttings coming from the municipalities of Bagé, Candiota and Dom Pedrito, in the Campanha Region and with different histories about attacks by the mites. The study was conducted in greenhouse, through the use of cuttings rooted in substrate. Adhesive traps were installed below the last bud of each cutting, being the captures monitored in weekly intervals during eight consecutive weeks. Significant differences were found the number of individuals caught in the traps of cuttings originating from sites with different infestations. The use of adhesive traps was efficient to detect the presence of this species in nursery material, aiding decision making for the use of acaricides.

Keywords: Migration; Monitoring; Grape rust mite; *Vitis* spp.

INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma área de 81.286 hectares cultivados com videiras, dos quais 47.206 hectares estão implantados no Rio Grande do Sul, o maior produtor nacional, sendo que deste montante 1.208 hectares estão localizados na Região da Campanha (SIDRA, 2010). A Região da Campanha vem apresentando recente expansão, devido às condições edafo-climáticas regionais propícias ao cultivo de variedades viníferas e à produção de vinhos de excelente qualidade.

Diversas espécies de ácaros fitófagos estão associadas à videira no Brasil, como *Polyphagotarsonemus latus* (Banks), *Oligonychus mangiferous* Rahman e Pundjab, *Tetranychus cinnabarinnus* (Boisduval), *Allonychus braziliensis* (Mcgregor) e *Colomerus vitis* (Pagenstecher) (SORIA e DAL CONTE, 2005) e, mais recentemente, *Panonychus ulmi* (Koch), no Estado do Rio Grande do Sul (FERLA e BOTTON, 2008).

O ácaro-da-ferrugem-da-videira *Calepitrimerus vitis* (Nalepa) (Acari: Eriophyidae) está presente em vinhedos de *Vitis vinifera* (L.) em várias partes do mundo, causando atraso no desenvolvimento de folhas e ramos, secamento de flores, folhas e ramos (HLUCHÝ e POSPÍŠIL, 1992), promovendo perdas na produção de uvas de até 13%, como na Austrália (BERNARD et al., 2003a) ou mesmo de 24% como nos Estados Unidos (WALTON et al., 2007).

No Brasil *C. vitis* foi relatado inicialmente em 1951, no Rio Grande do Sul, causando danos à cultura da videira e, após um período sem ocorrência, voltou a ser encontrado em intensidade em vinhedos na Região da Campanha, no mesmo Estado na safra 2004/2005 (MORAES e FLECHTMANN, 2008). Segundo Klock (2008), *C. vitis* tornou-se a espécie de ácaro mais abundante nos vinhedos da Região da Campanha, apresentando o pico populacional no

mês de janeiro, quando ocorre uma redução na precipitação pluviométrica e na umidade do ar, semelhante ao observado por Pérez Moreno e Moraza Zorrilla (1996) na Espanha e por De Lillo et al. (2004), na Itália, os quais associaram as maiores infestações a períodos de menor intensidade de chuvas. A intensidade da infestação de *C. vitis* em uma determinada safra está diretamente correlacionada com períodos de incremento de calor no verão anterior, resultando em maior número de gerações de deutóginas, que, após o período de hibernação, se deslocam em grande intensidade para a folhagem na primavera (DUSO et al., 2009).

Os adultos de *C. vitis* possuem 0,15 a 0,20mm de comprimento e 0,04mm de largura, são vermiformes, e apresentam dois pares de pernas além de um par de filamentos caudais, enquanto os ovos são semi-esféricos, esbranquiçados, medindo entre 0,03 e 0,04mm de diâmetro (RODRÍGUEZ et al., 2008). Durante o desenvolvimento *C. vitis* apresenta as fases de larva, ninfa e adulto; sendo verificada a ocorrência de machos na primavera e verão, os quais resultam de partenogênese arrenótica (MORAES e FLECHTMANN, 2008). As fêmeas são originárias de reprodução sexuada podendo ser do tipo, primaveril ou protóginas, com apêndices bem desenvolvidos e de coloração pardo-amarelada e as formas de inverno ou deutóginas, com apêndices menos desenvolvidos e de cor esbranquiçada (CARMONA e DIAS, 1996), estas surgindo com a redução da temperatura a partir do outono (FLECHTMANN, 1983). Durante o inverno *C. vitis* pode habitar o interior das gemas, porém sem danificá-las neste período, e na primavera, as fêmeas migram para a face inferior das folhas, na metade basal dos ramos, sendo que em condições de alta pressão populacional pode atacar o pecíolo e as nervuras da folha (WALTON et al., 2007; RODRÍGUEZ et al., 2008), entretanto a maioria das formas hibernantes mantém-se abrigada sob o córtex dos sarmentos (BERNARD et al., 2003a).

A dispersão de *C. vitis* ocorre principalmente através do vento, quando os ácaros acumulam-se na posição vertical, num processo denominado “encadeamento”, principalmente no verão, permitindo a dispersão da espécie por correntes aéreas (DUFFNER et al., 2001). Já a dispersão a grandes distâncias ocorre pela utilização de sarmentos ou gemas obtidas de plantas infestadas como material de propagação vegetal (RODRÍGUEZ et al., 2008).

Uma vez instalado no vinhedo, o crescimento populacional de *C. vi-*

tis, varia conforme as condições climáticas e a composição e quantidade de ácaros predadores, especialmente fitoseídeos e de acordo com a seletividade dos agrotóxicos aplicados no vinhedo a estes predadores (DUSO e VETTORAZZO, 1999). Devido ao reduzido tamanho, a detecção de *C. vitis* apresenta papel decisivo tanto na pesquisa quanto em programas de controle, predominando métodos de amostragem baseados em armadilhas para os ácaros durante o movimento na superfície da planta como por exemplos armadilhas adesivas (BERNARD et al., 2005; WALTON et al., 2007) ou métodos de extração por lavagem, os quais são mais difíceis e demorados por serem mais trabalhosos (PÉREZ-MORENO e MORAZA ZORRILLA, 1998).

Devido ao pouco conhecimento sobre o ácaro-da-ferrugem-da-videira na Região da Campanha do RS, o presente trabalho objetivou avaliar a capacidade de armadilhas adesivas detectarem a presença de *C. vitis* em estacas de videira obtidas de viveiros e vinhedos com distintos históricos de ocorrência do ácaro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Campus Rural da Universidade da Região da Campanha - URCAMP, situado no município Bagé, na Região da Campanha do Estado do Rio Grande do Sul, com latitude 31°16'49''S, longitude 53°59'26''W e altitude de 297 metros.

No ano agrícola 2006/2007, foram coletadas estacas da cultivar vinífera Cabernet Sauvignon procedentes de um vinhedo do município de Candiota-RS e com histórico de forte infestação de *C. vitis* no verão anterior; no município de Dom Pedrito-RS, foram obtidas estacas das cultivares viníferas Chardonnay e Merlot, de vinhedos com ocorrência moderada e baixa, respectivamente, deste ácaro, e de um matrizeiro localizado em Bagé, foram obtidas as estacas do porta-enxerto Paulsen 1103, em duas áreas distintas, além de estacas do porta-enxerto SO4, sendo as estacas do matrizeiro oriundas de local sem infestação do ácaro no verão anterior.

No ano agrícola 2007/2008 foram obtidas estacas da cultivar Cabernet Sauvignon no mesmo vinhedo de Candiota-RS, e em outros dois vinhedos localizados em Bagé-RS e sem informações quanto ao nível de infestação, além dos porta-enxertos Paulsen 1103 e SO4 obtidos no mesmo matrizeiro

do ano anterior.

Todas as estacas foram coletadas antes do inchamento das gemas e mantidas em câmara com a temperatura de $5 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa do ar de $90 \pm 5\%$ até o momento do preparo e plantio, de modo a igualar o início do período de desenvolvimento vegetativo na casa de vegetação.

Por ocasião do plantio, as estacas foram padronizadas para o tamanho de cinco gemas e receberam tratamento para enraizar com ácido indolbutírico na concentração de 2g L^{-1} , sendo colocadas a seguir em bandejas de 72 células de 25cm^2 com substrato à base de cinza de casca de arroz, vermiculita, areia grossa e terra de mato numa proporção de 6:3:2:2, respectivamente; plantadas em quatro bandejas por tratamento as quais permaneceram em casa de vegetação.

Cada cultivar constituiu um tratamento, sendo que para o porta-enxerto Paulsen 1103 as estacas de diferentes áreas do viveiro constituíram cada qual, um tratamento.

Foi adotado delineamento inteiramente casualizado sendo sorteadas, semanalmente, em cada tratamento, dez estacas, as quais foram identificadas através de fitas coloridas e cada uma constituiu uma repetição.

Em cada repetição foi colocado um segmento de fita adesiva de dupla face (Adelbras®), com 11mm de largura, circundando a estaca imediatamente abaixo à primeira gema, no sentido ápice-base, constituindo uma armadilha adesiva aos ácaros durante sua dispersão nos sarmentos em direção às gemas vegetativas, conforme metodologia adaptada de Bernard et al. (2003a). As armadilhas permaneceram nas estacas por 72 horas, sendo após este período recolhidas e distendidas sobre lâminas de vidro e transportadas em caixas do tipo porta-lâmina até o laboratório, onde foram analisadas sob microscópio estereoscópio.

Em ambos os anos foram realizadas oito avaliações em intervalos semanais, sendo que em 2006 estas ocorreram de 11 de setembro a 30 de outubro (Figura 1) e, em 2007, entre 19 de setembro e 7 de novembro (Figura 2).

As observações foram transformadas segundo $\sqrt{x + 0,5}$, e os resultados analisados pelo teste “F” com a comparação das médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa Statistica for Windows v.7 (STATSOFT, 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de ácaros capturados nas armadilhas adesivas foi significativamente diferente entre os diferentes locais de origem avaliados ($p < 0,05$), nos dois anos de avaliação (Tabelas 1 e 2). A análise das capturas de *C. vitis* nas armadilhas adesivas, durante a atividade migratória no ano de 2006 permitiu detectar que a infestação ocorrida no último verão exerceu forte efeito na dispersão primaveril. Na cultivar Cabernet Sauvignon, proveniente de vinhedo com elevada infestação de *C. vitis* no verão de 2005/2006, a média de capturas superou significativamente os demais tratamentos (Tabela 1). Esta diferença encontra respaldo no trabalho de Duso et al. (2009) que verificaram que na Europa a intensidade populacional de *C. vitis* está diretamente correlacionada à intensidade registrada no verão anterior.

As estacas da cultivar Chardonnay, procedentes de vinhedo com infestação moderada apresentaram nível de captura nas armadilhas maior que as observadas em estacas da cultivar Merlot (Tabela 1), oriundas de ambiente com baixa infestação no verão, enquanto os porta-enxertos avaliados procedentes de locais sem histórico de *C. vitis*, não apresentaram incidência nas armadilhas, confirmando as observações de Duso et al. (2009).

No ano de 2007, quando foram comparadas as capturas realizadas em estacas da cultivar vinífera Cabernet Sauvignon e dos porta-enxerto Paulsen 1103 e SO4, foi possível distinguir diferentes níveis de infestação, sendo a infestação de *C. vitis* nas estacas de Cabernet Sauvignon oriundas do vinhedo "A" de Bagé significativamente maior em relação aos demais tratamentos (Tabela 2). Além disto, foi possível constatar que nas estacas oriundas do vinhedo de Candiota-RS, as quais no ano de 2006 apresentaram as maiores infestações, houve uma redução na intensidade de infestação, fato atribuído às mudanças verificadas no manejo sanitário do vinhedo, como a adoção da aplicação de enxofre e a redução do uso do fungicida mancozebe, critérios preconizados por Bernard et al. (2003b).

Os resultados de dois anos de avaliação permitiram associar a infestação no local de origem do material ao número de capturas nas armadilhas, o que vem ao encontro das considerações de Duffner et al. (2001) e Rodríguez et al. (2008), os quais consideram as estacas, gemas e mudas de videira como as fontes mais eficazes de disseminação de *C. vitis* a longas distâncias.

A ausência de *C. vitis* nas estacas de porta-enxertos no ano de 2006 (Tabela 1) e a baixa incidência no ano de 2007 (Tabela 2), estão de acordo com as observações de Walton et al. (2007) segundo os quais *C. vitis* ataca de forma significativa apenas *Vitis vinifera* L., uma vez que os porta-enxertos utilizados são híbridos interespecíficos, onde Paulsen 1103 é resultante do cruzamento entre *Vitis berlandieri* e *Vitis rupestris* e Teleki 4 seleção Oppenheim (SO4) resulta do cruzamento entre *V. berlandieri* e *Vitis riparia* (GIOVANNINI, 1999 e 2004).

A eficácia das armadilhas adesivas na detecção de *C. vitis* vem ao encontro do verificado por Bernard et al. (2005), os quais concluíram que armadilhas adesivas interceptam 89,5% de *C. vitis* durante o deslocamento nos ramos sendo ferramentas válidas para estimar a população desta espécie.

De acordo com Bernard et al. (2003a), na Austrália, a primeira atividade de dispersão de *C. vitis* dos abrigos de hibernação para as gemas, por ocasião do início da primavera, coincide com o inchamento das gemas da cultivar Chardonnay. No presente experimento o início das capturas no ano de 2006 (Figura 1) ocorreu em todas as cultivares viníferas de forma simultânea em 11/09/2006, fato atribuído ao armazenamento das estacas em câmara com temperatura controlada associado ao ambiente da casa de vegetação, uniformizando o inchamento das gemas e neutralizando a precocidade da cultivar Chardonnay.

No ano de 2007 foi correlacionado o total acumulado das capturas de *C. vitis* nas armadilhas adesivas com o estágio fenológico das estacas, segundo a escala de Eichhorn e Lorenz, sendo verificado que à medida que as estacas passaram para um estágio fenológico mais adiantado houve um incremento na atividade dos ácaros presentes no córtex (Figura 2). Esta observação concorda com Connelly (2005), para os quais a dispersão primaveril de *C. vitis* inicia no estágio de botão lanoso e se intensifica rapidamente, de maneira que por ocasião da abertura da quinta folha de cada ramo (estádio 12 da escala de Eichhorn e Lorenz), dois terços da população já se moveu dos abrigos de invernos para as folhas novas. Para as estacas de Cabernet Sauvignon oriundas do vinhedo Bagé “A” foi encontrada uma correlação para estes parâmetros com $r^2=0,65$ e $p=0,004$, resultando em uma equação de regressão igual a $y=8,3856-5,1133x+0,6210x^2$, enquanto para as estacas provenientes do vinhedo Bagé “B” foi obtido um $r^2=0,88$ e $p=0,002$,

com equação a de regressão $y=2,5952-1,5273x+0,1790x^2$, não sendo encontradas correlações significativas para os demais tratamentos.

CONCLUSÕES

O ácaro-da-ferrugem-da-videira pode ser monitorado com o uso de armadilha adesiva.

Vinhedos com maior infestação de *C. vitis* no verão anterior apresentaram maior quantidade de formas deutóginas no início da primavera.

REFERÊNCIAS

BERNARD, M.; HORNE, P.; HOFFMANN, A. Movement, distribution and effects of rust mite (*Calepitrimerus vitis*) and preliminary studies of bud mite (*Colomerus vitis*) on grapevines. In: EMMETT, B. (org.) **Strategic use of sulphur in integrated pest and disease management (IPM) programs for grapevines**. Victoria: Department of Primary Industries/Primary Industries and Resources South Australia/Centre for Environmental Stress and Adaptation Research/La Trobe University, 2003a. p.133-152.

BERNARD, M.; HORNE, P.; HOFFMANN, A. Integrated management of grapevine rust mite (*Calepitrimerus vitis*) in Australian vineyards. In: EMMETT, B. (org.) **Strategic use of sulphur in integrated pest and disease management (IPM) programs for grapevines**. Victoria: Department of Primary Industries/Primary Industries and Resources South Australia/Centre for Environmental Stress and Adaptation Research/La Trobe University, 2003b. p.182-188.

BERNARD, M.; HORNE, P.; HOFFMANN, A. Eriophyoid mite damage in *Vitis vinifera* (grapevine) in Australia: *Calepitrimerus vitis* and *Colomerus vitis* (Acari: Eriophyidae) as the common cause of the widespread 'Restricted Spring Growth' syndrome. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, n.1, v.35, p.83-109. 2005.

CARMONA, M. M.; DIAS, J. C. S. **Fundamentos de acarologia agrícola**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1996. 423p.

CONNELLY, A. Rust and bud mites in wine grapes: biology, damage, detection, spray considerations and control information for Oregon growers. In: _____. 2005 Pest Management Guide for Wine Grapes in Oregon. Oregon: Oregon State University, 2005, p.16-20.

DE LILLO, E.; BARI, G.; MONFREDA, R. Preliminary study on distribution of *Calepitrimerus vitis* (Nalepa) on tendone trained vineyards in Apulia, Southern Italia. **Phytophaga**, v.14, p.605-610. 2004.

DUFFNER, K.; SCHRUF, G.; GUGGENHEIM, R. Passive dispersal of the grape rust mite *Calepitrimerus vitis* Nalepa 1905 (Acari, Eriophyoidea) in vineyards. **Journal Pest Science**, Berlin, n.1, v.74, p.1-6. 2001.

DUSO, C.; VETTORAZZO, E. Mite population dynamics on different grape varieties with or without phytoseiids released (Acari: Phytoseiidae). **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, n.23, p.741-763. 1999.

DUSO, C.; CASTAGNOLI, M.; SIMONI, S.; ANGELI, G.. The impact the eriophyoids on crops: recent issues on *Aculus schlechtendali*, *Calepitrimerus vitis* and *Aculops lycopersici*. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, Online, p.1-14, 2009. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/580p127150725662/>>. Acesso em: 25 mar. 2010.

FERLA, N. J.; BOTTON, M. Ocorrência do ácaro vermelho *Panonychus ulmi* (Koch) (Tetranychidae) associado à cultura da videira no Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.6, p.1758-1761, 2008.

FLECHTMANN, C. H. W. **Ácaros de importância agrícola**. 5.ed. São Paulo: Nobel, 1983. 189p.

GIOVANNINI, E. **Produção de uvas para vinho, suco e mesa**. Porto Alegre: Renascença, 1999. 364p.

GIOVANNINI, E. **Viticultura, gestão para qualidade**. Porto Alegre: Renascença, 2004. 104p.

HLUCHÝ, M.; POSPÍŠIL, Z. Damage and economic injury levels of eriophyid and tetranychid mites on grapes in Czechoslovakia. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v.14, p.95-106, 1992.

KLOCK, C. L. **Bioecologia de ácaros em videira (*Vitis vinifera* L.: Vitaceae) no Rio Grande do Sul, Brasil**. 2008. 101f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-graduação em Ambiente e Desenvolvimento, Centro Universitário UNIVATES.

MORAES, G. J.; FLECHTMANN, H. W. **Manual de acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2008, 308p.

PÉREZ MORENO, I.; MORAZA ZORRILLA, M. L. Método de muestro secuencial-enumerativo y binomial para *Calepitrimerus vitis* (Nalepa, 1905) (Acari: Eriophyidae). **Boletín Sanidad Vegetal Plagas**, Madrid, n.22, p.179-187, 1996.

PÉREZ MORENO, I.P.; MORAZA ZORRILLA, M. L. Population dynamics and hibernation shelters of *Calepitrimerus vitis* in the vineyards of Rioja, Spain, with a description of a new eriophyid extraction technique (Acari: Eriophyidae). **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v.22, p.215-226, 1998.

RODRÍGUEZ, L. S.; GAETE, L. A.; REVETRIA, F. C.; ARRIAGADA, C. M. Nuevas especies de ácaros fitófagos asociados a la vid vinífera en Chile. Universidad de Chile. 11p. Disponível em: <<http://www.google.com.br/search?q=calepitrimerus+vitis&hl=pt.BR&lr=&start=20&as=N>> Acesso em 20 dez. 2008.

SIDRA-Sistema IBGE de Recuperação Automática. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em 10 abr. 2010.

SORIA, S. de J.; DAL CONTE, A.F. **Bioecologia e controle das pragas da videira**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005. 20p. (Circular Técnica, 63).

STATSOFT Statistica for Windows v.7.0.61.0. Netherlands: Mininova.org. Disponível em: <<http://www.mininova.org/tor/582195>> Acesso em 11 jan. 2010.

WALTON, V. M.; DREVES, A. J.; GENT, D. H.; JAMES, D. G.; MARTIN, R. R.; CHAMBERS, U.; SKINKIS, P. A. Relationship between rust mites *Calepitrimerus vitis* (Nalepa), bud mites *Colomerus vitis* (Pagenstecher) (Acari: Eriophyidae) and short shoot syndrome in Oregon vineyards. *International Journal Acarology*, Abingdon, v.33, n.4, p.307-318, 2007.

Tabela 1. Número de *Calepitrimerus vitis* em armadilhas adesivas em genótipos de videira de diferentes procedências durante o ano agrícola 2006/2007. Bagé-RS, 2007.

Material Vegetal	Município de Origem	Média por armadilha adesiva
Cabernet Sauvignon	Candiota	1,02 ± 0,07 a
Chardonnay	Dom Pedrito	0,42 ± 0,03 b
Merlot	Dom Pedrito	0,15 ± 0,02 c
Paulsen 1103	Matrizeiro "A" - Bagé	0,00 ± 0,00 d
Paulsen 1103	Matrizeiro "B" - Bagé	0,00 ± 0,00 d
SO4	Matrizeiro "A" - Bagé	0,00 ± 0,00 d

Médias (±EP) seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Dados originais, para análise estatística foram transformados em $\sqrt{x + 0,5}$.

Tabela 2. Número de *Calepitrimerus vitis* em armadilhas adesivas em genótipos de videira de diferentes procedências durante o ano agrícola 2007/2008. Bagé-RS, 2008.

Material Vegetal	Município de Origem	Média por armadilha adesiva
Cabernet Sauvignon	Vinhedo "A" - Bagé	0,54 ± 0,08 a
Cabernet Sauvignon	Vinhedo "B" - Bagé	0,14 ± 0,04 b
Cabernet Sauvignon	Candiota	0,01 ± 0,01 c
Paulsen 1103	Matrizeiro "A" - Bagé	0,01 ± 0,01 c
SO4	Matrizeiro "A" - Bagé	0,01 ± 0,01 c

Médias (±EP) seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Dados originais, para análise estatística foram transformados em $\sqrt{x + 0,5}$.

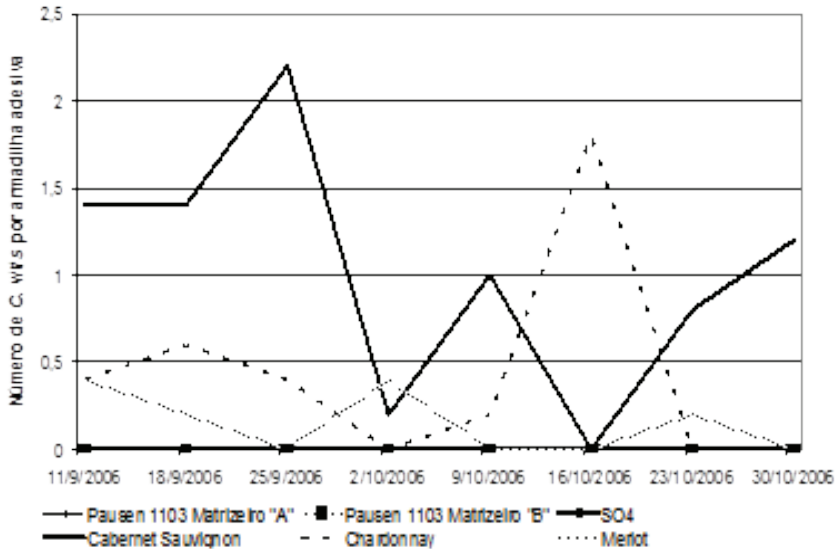


Figura 1. Média de *Calepitrimerus vitis* por armadilhas adesivas em genótipos de videira de diferentes procedências durante o ano agrícola 2006/2007. Bagé-RS, 2007.

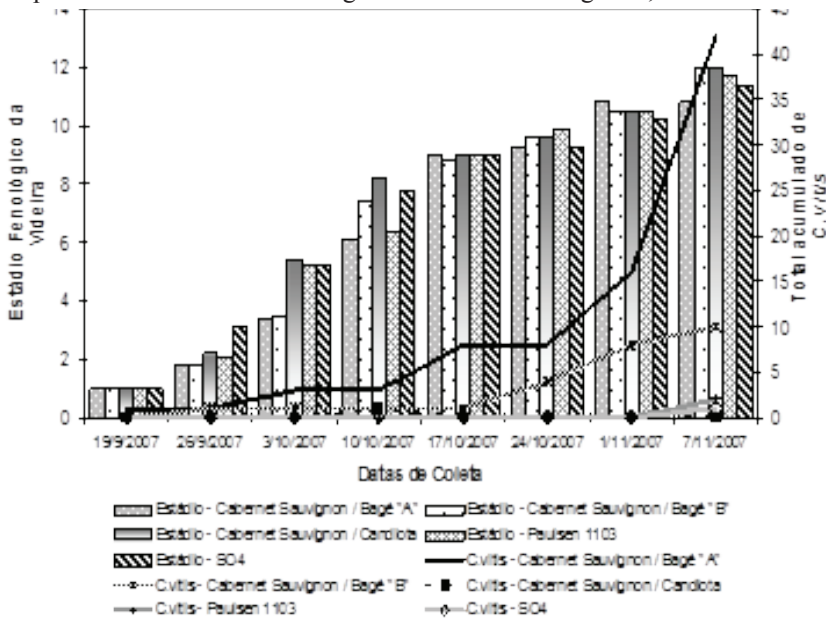


Figura 2. Estádios fenológicos da videira e total acumulado de *Calepitrimerus vitis* nas armadilhas em genótipos de videira de diferentes procedências durante o ano agrícola 2007/2008. Bagé-RS, 2008.

BIOSSÓLIDOS NA COMPOSIÇÃO DE SUBSTRATOS PARA PRODUÇÃO DE CRISÂNTEMO

Ana Maria Conte e Castro¹; Carmen Silvia Fernandes Boaro²; Gisela Ferreira²; João Domingos Rodrigues²

¹ Pesquisadora UENP, Campus Luiz Meneghel Rodovia BR-369 Km 54, Vila Maria, CP 261, CEP 86360-000 – Bandeirantes, PR, e-mail: acastro@unioeste.br; ² Pesquisadores IBB-UNESP, Botucatu, SP

RESUMO: Dentre as várias áreas da agricultura, a floricultura vem se destacando devido ao grande número de espécies de flores produzidas, sendo que é uma das atividades em que o uso de resíduos orgânicos seja em complementação de substratos e mesmo como fornecedor de nutrientes, está se difundindo com grande aceitação. Dentre as plantas de vaso, o crisântemo se destaca por ser uma planta bastante difundida e comercializada no Brasil, principalmente pela sua relativa facilidade de cultivo, grande variedade de formas, cores e durabilidade. O presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de doses de lodo de esgoto, como componente de substratos, no desenvolvimento e na produtividade de plantas de crisântemo. O experimento foi conduzido sob cultivo protegido, no Departamento de Botânica do Instituto de Biociências da UNESP, Campus de Botucatu/SP. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com quatro tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram: T1 - substrato comercial (SC); T2 - (50% de SC + 50% lodo de esgoto - LE); T3 - (70% SC + 30% LE) e T4 (30% SC + 70% LE). Foram plantadas cinco estacas pré enraizadas por vaso, conduzidas sob luz por 14 dias após, foi realizado o desponte manual e conduzido sob dia curto até o florescimento. As amostragens quinzenais para altura e diâmetro de plantas, foram realizadas após o desponte, num total de cinco amostragens. Os parâmetros avaliados foram: altura de planta, diâmetro da haste e das inflorescências, área foliar massa seca da parte aérea. A adição de lodo de esgoto em complementação ao substrato comercial, não influenciou a altura de plantas na colheita, a área foliar, massa seca da parte aérea e o número de inflorescências aumentou com o uso do lodo de esgoto, independente das proporções, então se pode concluir que a variedade Bajimba, poderá ser produzida em substrato contendo 70% de lodo esgoto.

Palavras-chave: substrato, *Dendranthema grandiflora*, biossólido.

BIOSOLIDS IN THE COMPOSITION OF SUBSTRATUM FOR PRODUCTION OF CHRYSANTHEMUM

ABSTRACT: Among the several areas of the agriculture, the floriculture comes if highlighting due vast field, because it includes from the production and the cultivation of ornamental plants, until the use of those plants in the landscape. The Brazilian floriculture started to highlight as agricultural activity of economical importance there is more than thirty years. It was in the last decade, however, that it was really verified a significant growth of floriculture

products and landscape, with prominence for the cultivation of flowers in pots. Among the vase plants, the chrysanthemum stands out for being a quite spread plant and marketed in Brazil, mainly for his/her relative cultivation easiness, great variety in ways, colors and durability. The present work had as objective evaluates the effects of doses of sewage sludge, as component of substratum, in the development and in the productivity of chrysanthemum plants. The experiment was driven under protected cultivation, in the Department of Botany of the Institute of Biociências of UNESP, Campus of Botucatu/São Paulo/Brazil. The used experimental design of randomized blocks with four treatments and five repetitions. The treatments were: T1 - commercial substratum (CS); T2 - (50% CS + 50% sewage sludge-SS) T3 - (70% CS + 30% SS) and T4 (30% CS + 70% SS). Five stakes were planted taken root by pot, driven under light by 14 days after, it was accomplished blunts manual and driven under short day until the flowering. The biweekly samplings were accomplished after it clips him/it, in a total of five samplings. The appraised parameters were: plant height, diameter of the stem and of the inflorescences, area to foliate dry mass of the aerial part. The addition of sewer mud in complementation to the commercial substratum, didn't influence the height of plants in the crop, the area to foliate, mass dries of the aerial part and the number of inflorescences, it increased with the use of the sewer mud, independent of the proportions, then she can end that the variety Bajimba, can be produced in substratum containing 70% of mud sewer.

Keywords: substratum, biossolids, *Dendranthema grandiflora*

INTRODUÇÃO

A floricultura brasileira passou a destacar-se como atividade agrícola de importância econômica há mais de trinta anos e foi na última década, porém, que realmente se verificou um crescimento significativo de produtos de floricultura e paisagismo.

É um ramo da agricultura onde se utiliza resíduo orgânicos das mais diferentes origens, quer na composição de substratos para plantas envasadas, quer na complementação da adubação e também como condicionadores físicos do solo.

Ruppenthal e Conte e Castro (2005), trabalhando com a cultura do gladiolo, utilizando como adubos o composto de lixo urbano, observaram que a dose de 10,0Mg ha⁻¹ proporcionou condições suficientes para adequada nutrição, desenvolvimento e produção da cultura do gladiolo.

Trabalhando com duas variedades de crisântemo de vaso, em diferentes misturas de substratos contendo composto de lixo urbano, Stringheta et al. (2003), concluíram que excetuando o K, os demais nutrientes avaliados foram influenciados pelas maiores concentrações de composto de lixo urbano

utilizados.

Nos diferentes sistemas de produção de flores e plantas ornamentais está o cultivo em vasos, cuja decoração de interiores, se torna uma das principais finalidades e entre as plantas de vaso, o crisântemo se destaca por ser uma planta bastante difundida e comercializada no Brasil, principalmente pela sua relativa facilidade de cultivo, resposta fotoperiódica, grande variedade de formas, cores e durabilidade (LOPES, 1997).

Para a produção de plantas em vasos o estudo de substratos é extremamente importante, os recipientes restringem o volume e quantidade de nutrientes a serem explorados pelas raízes fazendo com que seja dada maior atenção às propriedades físicas e químicas do substrato. Esses estudos ganharam maior incremento, pois a tônica atual é a utilização de materiais alternativos, geralmente resíduos, em mistura, para uma possível substituição do solo utilizado. Nesse caso a caracterização química e física desses substratos é imprescindível, já que com ela é possível viabilizar sua utilização, programar adubações e turnos de rega no sentido de otimizar o sistema, sem deficiências ou excessos (BELLE e KÄMPF, 1988).

O lodo oriundo do tratamento de esgoto doméstico apresenta conteúdos significativos de matéria orgânica e nutrientes, os quais possibilitam sua reciclagem como fertilizante orgânico em substituição ao químico (GOGUE e SANDERSON, 1975; SANDERSON, 1980; STRINGHETA et al. 1996). Essa reciclagem, desde que avaliada a qualidade do lodo quanto à presença de metais pesados, aspectos parasitológicos e outros, se enquadra plenamente dentro dos princípios da auto-sustentabilidade, conforme proposto na Agenda 21, em seu capítulo 18 (ABEAS, 1996).

Pesquisas têm demonstrado que a utilização do lodo de esgoto promove aumentos significativos na CTC e do C-orgânico, melhorando a estrutura do solo, atuando como corretivo do complexo coloidal do solo. O lodo quando aplicado em dosagens que promovam a melhor relação custo/benefício, proporciona economia ao agricultor que poderá substituir alguns insumos pelo lodo, mantendo ou até aumentando a produtividade (ROCHA e SHIROTA, 1999; BRENDA, 2003).

As características ideais do substrato são regidas por propriedades inerentes a eles. Diferentes materiais, orgânicos ou não, podem ser utilizados como substrato, sendo os orgânicos de uso mais comum. Os substratos são

geralmente formulados com alta porcentagem de materiais orgânicos (cascas, serragens, turfas, etc.) que exercem influência sobre sua composição e suas propriedades físicas, tais como facilidade de penetração das raízes e retenção de água (GAVANDE, 1972).

Segundo Hartmann e Kester (1990), um substrato ideal deve proporcionar suficiente porosidade permitindo aeração, alta capacidade de retenção de água e boa drenagem, capacidade de fixar a planta, bem como se apresentar livres de patógenos e plantas daninhas. Lima et al. (1986), relatam ainda que o substrato não deve apresentar odor desagradável e deve ser facilmente removível; deve ainda ser leve e ter a capacidade de armazenamento por longos períodos sem perder suas propriedades. Além disso, para Hoffmann et al. (1994), a facilidade de obtenção do substrato e o baixo custo de aquisição, são características importantes que também devem ser consideradas.

De acordo com Backes e Kämpf (1991), o composto de lixo urbano pode ser utilizado em complementação ao substrato comercial, na produção de flores. Conte e Castro et al. (2001), trabalhando com mistura de substrato na cultura do crisântemo, constataram que o melhor substrato, independente da mistura foi o que utilizou, o composto de lixo urbano, tanto na determinação dos parâmetros da planta, como na avaliação econômica.

Segundo Bergamin et al. (1994), vários produtos orgânicos, oriundos de compostagem de lixo urbano, são empregados em plantas ornamentais, sendo esse segmento da agricultura um dos principais consumidores dos produtos gerados a partir da reciclagem. Dessa forma, o composto de lixo urbano (CLU) pode ser considerado como material alternativo em misturas para a obtenção de um substrato próximo do ideal. Sanderson (1980), ressalta que a utilização deste composto, é ideal para a produção de plantas ornamentais, pois não se tem o hábito de utilizar as mesmas na alimentação humana, isentando os riscos à saúde por ingestão eventual de metais pesados ou agentes infecciosos absorvidos de CLU pelo sistema radicular.

Outro aspecto a considerar, é que a aplicação de bio sólidos, em plantas ornamentais sob o ponto de vista ecológico, é um caminho promissor, já que sua produção se torna cada vez mais elevada (ABEAS, 1996; ANDREOLI, 1999).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar diferentes proporções de lodo de esgoto em combinação com substrato comercial, para substituição

parcial desse substrato, na cultura do crisântemo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido sob cultivo protegido, no Departamento de Botânica do Instituto de Biociências da UNESP, Campus de Botucatu/SP, onde utilizou a cultura do crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev), variedade Bajimba, com inflorescências do tipo Margarida, provenientes da Cooperativa Agro-industrial Holambra.

Os tratamentos em número de quatro com cinco repetições, eram compostos de cinco vaso por repetição e constituídos de: T1 – (substrato comercial); T2 - (50% substrato comercial + 50% lodo de esgoto); T3 – (70% substrato comercial + 30% lodo de esgoto) e T4 - (30% substrato comercial + 70% lodo de esgoto), em delineamento experimental em blocos ao acaso.

O substrato comercial era composto por 80% de casca de pinus carbonizada e 20% de vermiculita, enriquecido com 12kg de superfosfato simples, 10kg de fosmag, 480g de micronutrientes e 300g de nitrato de potássio por 1,5m³ do composto. O lodo de esgoto usado foi retirado da Estação de Tratamento de Esgoto, na FCA/UNESP/Campus de Botucatu, cujas características químicas estão apresentadas no Tabela 1.

Tabela 1. Resultados da análise química do lodo de esgoto.

pH	C/N	M.O	N	P ₂ O ₅	C	K ₂ O	Ca	Mg	S	Zn	Mn	Cu	Fe	Na
-----g kg ⁻¹ -----										-----mg kg ⁻¹ -----				
5,7	10/1	56	32,2	13,6	310	1,3	20,8	2,1	8	536	208	110	27600	580

Após o preparo dos substratos, os vasos com capacidade de 1,4L, foram preenchidos conforme os tratamentos em cada um deles foram plantadas cinco estacas de crisântemo pré-enraizadas e conduzidas sob luz por 14 dias, após esse período foi realizado o desponte manual e conduzido sob dia curto até o florescimento.

Foram realizadas adubações semanais, em cobertura com a fórmula 13-40-13 + Micro (0,025% de B; 0,004 de Mo; 0,01 de Cu; 0,07 de Fe; 0,04 de Mn e 0,025 de Zn) na dose de 0,3g L⁻¹ até o desponte e com a fórmula 6-12-36 + Micro (0,025% de B; 0,004 de Mo; 0,01 de Cu; 0,07 de Fe; 0,04 de Mn e 0,025 de Zn), na dose de 0,5g L⁻¹ até o florescimento, ambas utilizadas

Tratam. ⁽⁻¹⁾	Altura média (cm)				
	Datas				
	11/06	22/06	15/07	23/07	18/08
1	16,48a	17,01a	19,38	21,76	22,40
2	14,72b	16,43ab	20,47	22,40	23,14
3	15,25b	16,42ab	20,20	22,13	24,92
4	14,17b	16,02b	19,56	21,81	22,90
CV(%)	2,75	3,17	4,08	6,88	7,73
F	19,60*	3,02*	2,03ns	0,80ns	1,85ns
DMS	0,79	0,98	1,53	2,82	3,39
	Diâmetro médio (mm)				
1	3,51	4,02	4,15	3,95	3,87
2	3,27	3,82	3,84	4,21	4,05
3	3,32	3,74	4,03	4,14	3,81
4	3,33	3,76	3,90	3,99	3,75
CV(%)	5,09	3,88	4,48	5,16	9,10
F	1,92ns	2,55ns	3,09ns	1,67ns	0,69ns
DMS	0,32	0,28	0,33	0,40	0,66

⁽⁻¹⁾T1 - substrato comercial (SC); T2 - (50% de SC + 50% lodo de esgoto - LE); T3 - (70% SC + 30% LE) e T4 (30% SC + 70% LE) ns = não significativo

pelos produtores de crisântemo de vaso.

A irrigação foi realizada manualmente, aplicando-se 50m L por vaso até o desponte e posteriormente 150m L até a fase de florescimento.

Semanalmente, após o desponte, foram realizadas cinco avaliações nos dias 11/06, 22/06, 15/07, 22/07 e 18/08/2004, sendo determinadas: altura da planta e diâmetro de haste, sendo que na última avaliação, foram também avaliados a área foliar, diâmetro das inflorescências, número e massa seca das inflorescências e massa seca da parte aérea (g pl⁻¹). Foi realizada uma análise econômica para se obter a viabilidade de utilização de cada substrato. Para analisar economicamente os substratos, foram obtidos os preços de seus componentes sem considerar o transporte e mão-de-obra para o preparo.

Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias foram comparadas, utilizando o teste de Tukey, à nível de significância de 5%, sendo que para os parâmetros obtidos na colheita, foi realizado uma análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de altura de planta, a partir da terceira amostragem e diâmetro médio da haste do crisântemo no decorrer do ciclo da cultura, não apresentaram diferenças estatísticas significativas, (Tabela 2) porém nas duas primeiras avaliações a altura do crisântemo apresentou o desenvolvimento seguido nas curvas, apresentadas nas Figuras 1 e 2.

Assim no início do desenvolvimento da cultura (Figura1), houve um maior crescimento em altura da plantas quando foi utilizado o substrato comercial (T1), isso pode ser explicado, pois, quando transplantadas, as mudas possuem um sistema radicular bem sensível e o maior volume de água retido após irrigação, fez com que as plantas cultivadas nesse substrato não passassem por um estresse hídrico, já que os demais substratos, inicialmente, drenavam facilmente a água, utilizadas na irrigação, fato observado na prática.

Tabela 2. Altura média (cm) e diâmetro médio (mm) de plantas de crisântemo, no decorrer do ciclo da cultura, em função de níveis de biossólidos.

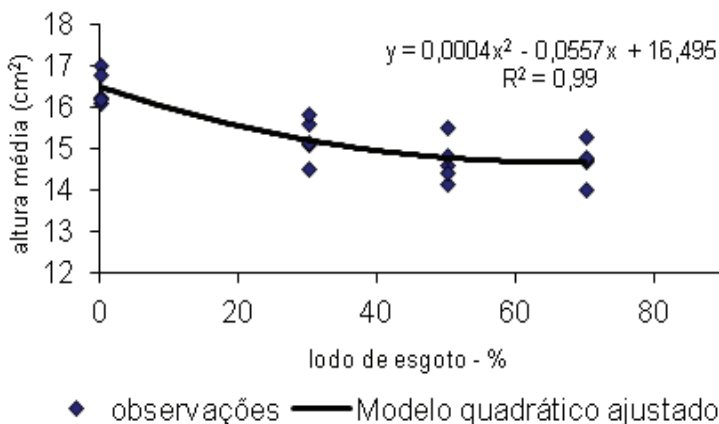


Figura 1. Altura média de plantas (cm²) de crisântemo de vaso para os tratamentos com 0, 50, 30 e 70 % de lodo de esgoto. Primeira amostragem (11/06).

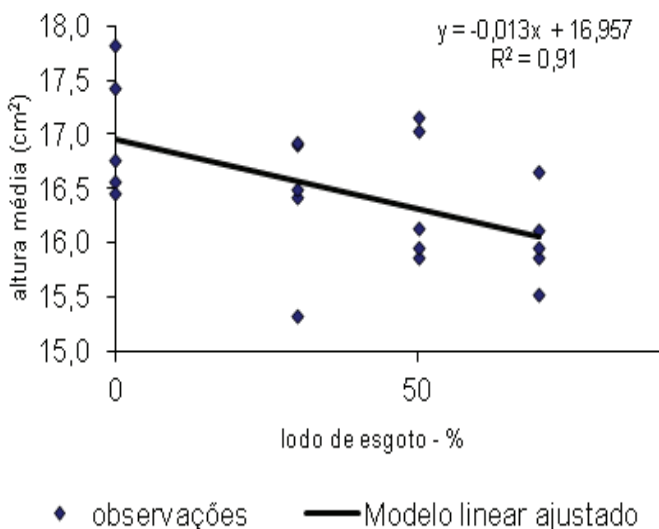


Figura 2. Altura média de plantas (cm²) de crisântemo de vaso para os tratamentos com 0, 50, 30 e 70 % de lodo de esgoto. Segunda amostragem (22/06).

Na colheita para os parâmetros número de folhas, massa seca da haste e diâmetro das inflorescências, não houve diferenças entre as doses de lodo de esgoto aplicado, Tabela 3. A área foliar (Figura 3), mostrou que a mistura de lodo de esgoto independente da proporção utilizada, resultou em maior área foliar, e também a massa seca das folhas (Figura 4), ou seja apesar do número de folhas estatisticamente ter sido semelhante, as folhas tiveram maior dimensão, possivelmente pelo maior nível de fertilidade do substrato.

Tabela 3. Número, área e massa seca de folhas, número, diâmetro e massa seca da inflorescência, e massa seca total de plantas de crisântemo, no decorrer do ciclo da cultura, em função de níveis de biossólidos.

Tratam.(-1)	Folha			Haste
	Número	Área (cm ²)	Massa seca (g pl ⁻¹)	Massa seca (g pl ⁻¹)
1	21,36	208,10c	1,06 b	1,04
2	24,84	276,69ab	1,23 ^a	0,95
3	24,80	297,84a	1,34 ^a	1,02
4	22,44	261,67b	1,24 ^a	0,92
CV(%)	10,60	6,28	6,18	9,27

Cont. Tab. 3

F	2,48ns	27,26*	11,58*	2,24ns
DMS	3,65	30,52	0,14	0,17
		Inflorescência		Massa seca total (g pl ⁻¹)
	Número	Diâmetro (mm)	Massa seca(g pl ⁻¹)	
1	10,29b	75,98	1,75b	4,01
2	12,66a	81,40	2,06 ^a	4,24
3	11,75a	86,19	2,02 ^a	4,38
4	12,59a	80,74	1,90 ^a	4,05
CV(%)	5,46	8,63	7,73	7,43
F	18,97*	1,78ns	4,16*	1,61ns
DMS	1,18	13,15	0,28	0,58

⁽¹⁾ T1 - substrato comercial (SC); T2 - (50% de SC + 50% lodo de esgoto - LE); T3 - (70% SC + 30% LE) e T4 (30% SC + 70% LE). * = significativo a 5% de probabilidade e ns= não significativo
ns = não significativo

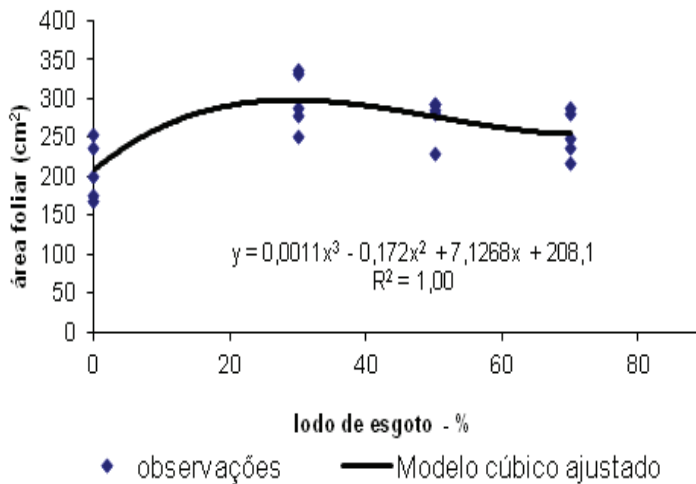


Figura 3. Área foliar (cm²) de crisântemo de vaso para os tratamentos com 0, 50, 30 e 70 % de lodo de esgoto.

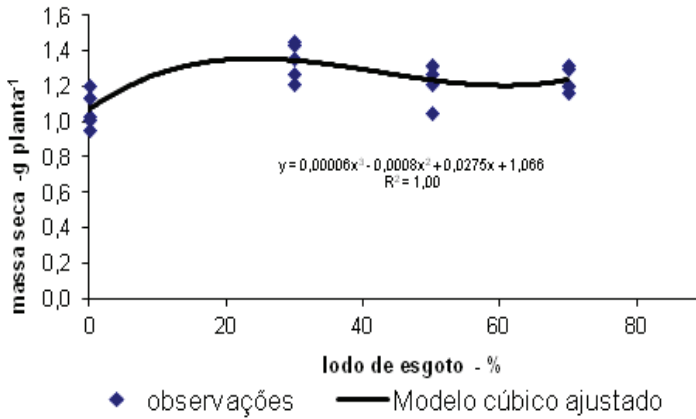


Figura 4. Massa seca foliar (gpl⁻¹), de crisântemo para os tratamentos com 0, 50, 30 e 70 % de lodo de esgoto.

O número de inflorescências (Figura 5), seguiu a mesma tendência da massa seca das folhas e inflorescências. O lodo de esgoto, é rico em K, um dos macronutrientes responsáveis pelo florescimento, por essa razão o parâmetro massa seca das inflorescências (Figura 6), foi superior nos tratamentos que recebeu lodo, se comparado ao uso de substrato comercial., apesar de que estatisticamente o diâmetro ter sido semelhante.

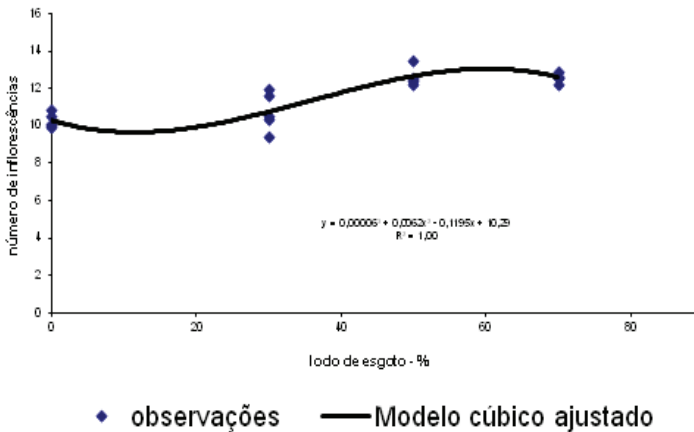


Figura 5. Número de inflorescências de crisântemo para os tratamentos com 0, 50, 30 e 70 % de lodo de esgoto.

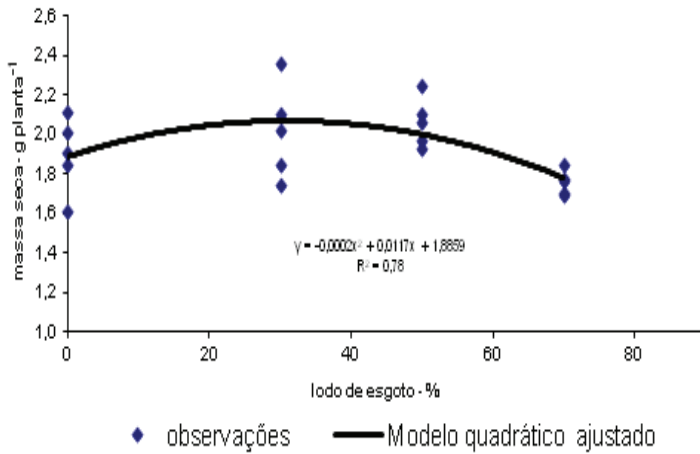


Figura 6. Massa seca das inflorescências (g pl^{-1}), de crisântemo para os tratamentos com 0, 50, 30 e 70 % de lodo de esgoto.

Além da fertilidade proporcionada pelo lodo, que compõe os tratamentos T2, T3 e T4, dados da literatura (BACKES e KÄMPF, 1991 e HARTMANN e KESTER, 1990) apontam que a mistura de materiais orgânicos como os biossólidos, também melhoram fisicamente o substrato, quanto à areação, absorção de água e leveza, características procuradas num substrato para produção de flores envasadas, que apesar de não terem sido avaliados, possivelmente influenciaram nos dados obtidos.

CONCLUSÕES

A adição de lodo de esgoto em complementação ao substrato comercial, não influenciou a altura de plantas na colheita.

A área foliar, massa seca da parte aérea e o número de inflorescências, aumentou com o uso do lodo de esgoto, independente das proporções.

A variedade Bajimba, poderá ser produzida com a maior proporção de lodo de esgoto.

Agradecimentos

A Ball VanZanten Schoenmaker da Cooperativa Agroindustrial de Holambra-SP, pela doação das mudas de crisântemo.

REFERÊNCIAS

ABEAS (1996). Encontro nacional: Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável - Agenda 21 - Cap. 18. Relatório final. Brasília, ABEAS, 107p.

BACKES, M. A.; KÄMPF, A. N. (1991). Substratos à base de composto e lixo urbano para a produção de plantas ornamentais. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, vol. 26, no5, p.753-758.

BELLÉ, S.; KÄMPF, A. N. (1988). Estudo comparativo de turfos do município de Viamão/RS para uso como substrato em viveiros. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 6. Nova Prata, 1988. Anais..., Nova Prata, vol.1, p.493-511.

BERGAMIN, F. N. (1994). Resíduo de Fábrica de celulose e papel: lixo ou produto. In: SEMINÁRIO SOBRE O USO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS E URBANOS EM FLORESTAS. Anais..., Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, p.97-120.

BREDA, C. C. (2003). Reciclagem de lodo de efluentes domésticos: efeitos na produtividade agrícola e conseqüências ambientais. Botucatu, 2003. 144p. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista.

CONTE E CASTRO, A. M.; SORNBERGER, A.; BRAGA, C. L.; BALDO, M.; GRISA, S.; BACKES, B.; ZIGIOTTO, D. C.; OLIVEIRA, F. F. (2001). Misturas de substratos na produção de crisântemo. Revista Scientia Paranaensis, vol.1, no 2, p.75-85.

GAVANDE, S. A. (1972). Física de suelos: principios y aplicaciones. 19.ed. México: Centro Regional de Ayuda Técnicas, 53p.

GOGUE, J. G.; SANDERSON, K. C. (1975). Municipal composto as a médium amendment for Chrysanthemum culture. Journal of American Society Horticultural Science, Alexandria, vol. 100, no 3, p.213-216.

HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; ROSSAL, P. A. L. (1994). Influência do substrato sobre o enraizamento de estacas semilenhosas de figueira e araçazeiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Cruz das Almas, vol.16, no 1, p.302-307.

LIMA, A. M. L. P.; MINAMI, K.; MACEDO, J. C. R. (1986). Uso de vermiculita em mistura com casca de pinus e casca de arroz no enraizamento de plantas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 3, 1986, Campinas. Anais... Campinas: Cargil, p.183-191.

LOPES, L. C. (1997). O cultivo de crisântemo. *Boletim Técnico da Universidade Federal de Viçosa*, Minas Gerais, 13p.

ROCHA, M. T.; SHIROTA, R. (1999). Reciclagem agrícola de lodo de esgoto: determinação do ótimo social e custos privados. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, ABES, vol.4, no 2, p. 55-62.

RUPPENTHAL, V.; CONTE E CASTRO, A. M. (2005). Efeito do composto de lixo urbano na nutrição e produção do gladiolo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. VIÇOSA, vol.29, no 1, p.145 - 150.

SANDERSON, K. C. (1980). Use of sewage-refuse compost in the production of ornamental plants. *HortScience*, Alexandria, vol. 15, no 2, p.173-178.

STRINGHETA, A. C. O.; FONTES, L. E. F.; LOPES, L. C.; CARDOSO, A. A. (1996). Crescimento de crisântemo em substrato contendo composto de lixo urbano e casca de arroz carbonizada. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, vol.31, no 11, p.32-36.

STRINGHETA, A. C. O.; MARTINEZ, H. P.; CARDOSO, A. A.; COSTA, C. A. (2003). Teores foliares de macronutrientes em crisântemo cultivado em substrato contendo composto de lixo urbano e casca de arroz carbonizada. *Revista Brasileira de Floricultura e Plantas Ornamentais*, Campinas, SP, vol.9, no 2, p.191-197.

COEFICIENTES DE REPETIBILIDADE PARA CARACTERES DE CACHO E DE PRODUÇÃO DE FRUTOS EM AÇAIZEIROS

Maria do Socorro Padilha de Oliveira¹; João Tomé de Farias Neto²

¹ Eng.^a, Agr.^a, Dr.^a, Laboratório de Fitomelhoramento, Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48, CEP 66095-100, Belém, PA, e-mail: spadilha@cpatu.embrapa.br; ² Eng. Agr., Dr., Laboratório de Fitomelhoramento, Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA.

RESUMO: O objetivo desse trabalho foi estimar os coeficientes de repetibilidade para seis caracteres de cacho e três de produção de frutos em açazeiros, visando determinar o número de avaliações necessárias para a predição do valor real do indivíduo e comparar a eficiência das metodologias utilizadas no processo de estimação. Os caracteres produção de frutos por planta (PFP), número de meses em produção (NMP) e de cachos colhidos por planta (NCC) foram obtidos de 72 indivíduos do Banco de Germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, Pará, durante cinco anos (1995 a 1999). Os caracteres peso do cacho (PC), peso de frutos por cacho (PFC); peso de cem frutos (PCF); número de ráquias por cacho (NRC); comprimento da ráquis do cacho (CRC); e rendimento de frutos por cacho (RFC) foram mensurados de sete cachos colhidos em 83 indivíduos desse banco, em 1997. Os coeficientes de repetibilidade foram estimados a partir da análise de variância (ANOVA), de componentes principais e pela análise estrutural. A maioria dos caracteres apresentou coeficiente de repetibilidade de baixa magnitude, em todas as metodologias, exceto o PFP e o PCF. Para o caráter PFP as repetibilidades variaram de $r=0,36$ (ANOVA) a $r=0,47$ (componentes principais); enquanto para PCF a variação foi de $r=0,43$ (ANOVA) a $r=0,67$ (componentes principais). Os caracteres PFP e PCF podem ser utilizados na seleção de açazeiros, sendo necessárias avaliações de quatro anos e de três cachos para analisar diferenças entre indivíduos com 80% de certeza, e que a análise de componentes principais foi a metodologia mais adequada.

Palavras-chave: Amazônia, palmeira, planta perene, avaliação, seleção

REPEATABILITY COEFFICIENTS FOR CHARACTERS OF RACEME AND FRUITS PRODUCTION IN EUTERP PALM

ABSTRACT: The aim of this work was to estimate the repeatability coefficient for six of raceme characters and three of fruits production in euterp palm, to determine the number of evaluations necessary for a real value prediction of the individual and to compare repeatability coefficients using various methodologies. The characters evaluated were fruits production per plant (PFP), number of months in production (NMP) and number of raceme per plant (NRP), which were obtained of 72 individuals from Germplasm Bank of Oriental Ama-

zonian Embrapa, in Belém, Pará, for five years (1995 to 1999). The characters weight of the raceme (WR), weight of fruits per raceme (WFR); weigh of a hundred fruits (WHF); rachilles number per raceme (RNR); length of the rachis of the raceme (LRR); and revenue of fruits per raceme (RFR) were measured of seven racemes picked in 83 individuals from the same bank, in 1997. The repeatability coefficients were estimated based on the analysis of variance (ANAVA), principal component analysis and structural analysis. Most of the characters presented repeatability coefficient value of low magnitude, in all the methodologies, except PFP and WHF. For the character PFP the values varied in according to the methodology used, $r=0.36$ (ANAVA) and $r=0.47$ (principal components); while the WHF variation was of $r=0.43$ (ANAVA) and $r=0.67$ (principal components). The characters PFP and WHF can be used in the euterp plants selection. It is necessary four years and three racems to analyze differences among individuals with 80% of certainty, and the principal components analysis was the most appropriated methodology.

Keywords: Amazonian, palm, perenial plant, evaluation, selection.

INTRODUÇÃO

O açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) é uma espécie perene, nativa da Amazônia que apresenta como principal finalidade econômica a produção de frutos (OLIVEIRA et al., 2007). Possui caule múltiplo e inicia a produção de frutos por volta de quatro anos após o plantio, permitindo a colheita de cachos de pesos variáveis ao longo do ano, com a maior safra concentrada nos meses de menor pluviosidade e produção média de 15kg de frutos/planta/ano (OLIVEIRA et al., 2007). Por apresentar longo período juvenil e várias colheitas ao longo de, pelo menos 25 anos, exige muitas avaliações o que dificulta sobremaneira a identificação de indivíduos desejáveis.

A falta de informações sobre o período mínimo de colheitas para se avaliar genótipos em programas de melhoramento, especialmente em espécies perenes, pode levar o pesquisador a coletar dados de um número de colheitas superior ao necessário para diferenciar os tratamentos e identificar indivíduos desejáveis nos ciclos de seleção. Esse processo pode acarretar um desperdício na utilização de mão-de-obra e de recursos financeiros, haja vista que esses estudos ocupam grandes áreas e envolvem muitos tratamentos. Por outro lado, a avaliação em um período muito pequeno pode levar a erros na identificação dos genótipos superiores. Dessa forma, a estimativa do coeficiente de repetibilidade é uma estratégia utilizada para aprimorar a eficiência da seleção, proporcionando aos melhoristas resultados mais precisos quanto a identificação de indivíduos superiores, além de reduzir consideravelmente

o uso de mão-de-obra.

O coeficiente de repetibilidade foi definido como sendo a correlação entre as medidas de um caráter no mesmo indivíduo repetidas no tempo ou no espaço (CRUZ e REGAZZI, 2001). Logo, expressa a proporção da variância total que é devida as variações do genótipo e das alterações permanentes atribuídas ao ambiente comum (CRUZ e REGAZZI, 2001). Pode ser estimado por meio de vários métodos, sendo os mais usuais a análise de variância, a análise de componentes principais e a análise estrutural (ABEYWARDENA, 1972; MANSOUR et al., 1981; CRUZ e REGAZZI, 2001).

A avaliação de caracteres produtivos de um indivíduo em sucessivos anos de produção é um exemplo de repetibilidade no tempo, assim como os mensurados em vários cachos no mesmo indivíduo. Estimativas de repetibilidade no tempo têm sido obtidas para várias culturas perenes (SIQUEIRA, 1982; VASCONCELLOS, 1985; CORNACCHIA et al., 1995; CAVALCANTI et al., 2000; LOPES et al., 2001; DEGENHARDT et al., 2002; CEDILLO e CRUZ, 2003; BONOMO et al., 2003), cujo o método mais tradicionalmente utilizado tem sido o da análise de variância. Em açaizeiro, esse método foi utilizado na avaliação de caracteres de cacho em um número muito pequeno de indivíduos de onde foram obtidos coeficientes de baixa magnitude (OLIVEIRA e FERNANDES, 2001). Porém, outros métodos têm sido sugeridos, como o de componentes principais, por apresentarem maior precisão (CRUZ e REGAZZI, 1997).

Considerando a inexistência de relatos sobre o número de avaliações necessárias para os componentes de produção em processos seletivos de indivíduos de açaizeiro para a produção de frutos, foi realizado o presente trabalho, com o objetivo de estimar o número mínimo de colheitas necessárias para a predição acurada do valor real dos indivíduos, por meio das metodologias da análise de variância, de componentes principais e da análise estrutural. Além disso, foi estimado o coeficiente de repetibilidade para caracteres de cacho, por meio das mesmas metodologias para um número considerável de indivíduos.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em indivíduos pertencentes ao Banco de Germo-

plasma de Açaizeiro da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, Pará (1° 27' 21" S e 48° 30' 16", com altitude de 10,8m), cujo clima, segundo a classificação de Koppen, corresponde ao tipo quente e úmido (Af). Essa banco foi instalado em novembro de 1985, sendo constituído por 124 acessos (progênies de polinização livre), cada um representado por um número variável de plantas, dispostas em linhas, no espaçamento de 5m x 3m, totalizando 541 indivíduos.

Para os caracteres de produção de frutos foram utilizados dados da análise de cachos de 72 indivíduos que apresentaram produção de frutos contínua durante cinco anos: 1995, 1996, 1997, 1998 e 1999, e avaliados três caracteres: número de meses em produção por ano (NMP); número total de cachos colhidos por planta/ano (NCP) e produção de frutos por planta/ano (PFP), expresso em kg.

Os caracteres de cacho foram obtidos dos sete primeiros cachos colhidos em 83 indivíduos, em 1997, sendo eles: peso do cacho (PC) e peso de frutos por cacho (PFC), expressos em kg; peso de 100 frutos (PCF), expresso em g; número de ráquias por cacho (NRC); comprimento da ráquis do cacho (CRC), expresso em cm; e rendimento de frutos por cacho (RFC), obtido pela relação entre os caracteres PFC e PC, sendo expresso em porcentagem.

As metodologias aplicadas para as estimativas do coeficiente de repetibilidade constaram do emprego da análise de variância (ANOVA), na qual o efeito temporário do ambiente é removido do erro, conforme Cruz e Regazzi (2001); análise dos componentes principais (CP), obtidos a partir da matriz de correlação e covariâncias fenotípicas, de acordo com Abeywardena (1972) e também por meio da análise estrutural (AE) com base no autovalor teórico da matriz de correlações proposto por Mansour et al. (1981).

A estimativa do número de medições foi obtida pela expressão (CRUZ e REGAZZI, 2001): $\eta_o = R^2(1-r)/(1-R^2)r$. Em que η_o : número de medições necessárias para se ter um determinado nível de precisão, na comparação entre indivíduos, para uma dada característica cujo coeficiente de repetibilidade é conhecido; R^2 : coeficiente de determinação ou grau de precisão do método; r : coeficiente de repetibilidade.

Todas as estimativas foram realizadas por meio do procedimento repetibilidade do programa computacional GENES (CRUZ, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os resultados da análise de variância para os três caracteres de produção e os seis de cacho avaliados. Foram detectados efeitos de indivíduos significativos para todos os caracteres sendo ao nível de 1% de probabilidade para a maioria, exceto para comprimento da ráquis, indicando a existência de variação entre os genótipos e, conseqüentemente, perspectivas promissoras na obtenção de ganhos genéticos por meio da seleção.

Para os caracteres de produção de frutos, percebe-se que as plantas produziram, em média, cachos em dois meses por ano, com produção de 4 cachos/planta/ano e 8,22kg de frutos/planta/ano. No caso dos caracteres de cacho foram evidenciadas médias de 2,91kg para peso de cacho com 2,22kg de peso de frutos por cacho, comprimento de 47cm, 92 ráquias e peso de cem frutos de 145,64g, sendo registrado alto rendimento de frutos (74 %). Todos os caracteres de produção de frutos exibiram coeficientes de variação altos, fato comum em caracteres produtivos que apresentam variação contínua, herança quantitativa e base genética complexa. O mesmo foi constatado para os caracteres de cacho, exceção feita apenas para três deles (RFC, CRC e NRC). Os resultados para os caracteres de cacho estão em concordância com os relatados por Oliveira e fernades (2001).

Em relação as estimativas das variâncias genéticas e do índice b , percebe-se que em todos os caracteres os valores da variância residual foram mais altos que os da genética, indicando que tais caracteres sofrem elevada influência do ambiente. Mesmo assim, os caracteres PFP e PCF apresentaram valores de índice b de 0,57 e 0,76, respectivamente, com o último caráter sendo o mais próximo de 1. Oliveira e Fernandes (2001) também detectaram resultados similares, o que evidencia a necessidade de alto controle ambiental na instalação de experimentos de melhoramento genético com essa palmeira para a produção de frutos.

Segundo Cruz e Regazzi (2001) uma grande aplicação do coeficiente de repetibilidade é a possibilidade de se determinar o número de observações fenotípicas necessárias em cada indivíduo, para que a discriminação fenotípica entre genótipos seja realizada com eficiência. Além disso, quando o coeficiente de repetibilidade (r) é alto, o aumento no número de medições

não resultará em acréscimo de precisão, mas quando r é baixo, o aumento de medidas poderá resultar num significativo ganho em precisão.

As estimativas dos coeficientes de repetibilidade e de determinação (R^2) para os caracteres avaliados, constam na Tabela 2. Pode se verificar que todos os caracteres apresentaram coeficientes de repetibilidades de baixas magnitudes nas três metodologias, porém com os valores mais baixos sendo detectados na análise de variância. Oliveira e Fernandes (2001) analisando caracteres de cacho em açazeiros e Siqueira (1982) caracteres de produção de frutos de coqueiro pela metodologia da ANOVA encontraram resultados similares.

Dentre os caracteres de produção, o caráter PFP foi o que atingiu valores mais altos de repetibilidade, variando de $r=0,36$, pela análise de variância, a $r=0,47$, pelos componentes principais. Valores similares foram encontrados por Farias Neto et al. (2003) para produção de frutos em variedades híbridas de coqueiro pelas mesmas metodologias e por Costa (2003) para a produção de frutos em mangueira utilizando a análise de componentes principais.

Tabela 1. Análise de variância para três caracteres de produção de frutos e seis de cacho de açazeiro avaliados em indivíduos da coleção de germoplasma.

Caracteres	QM			CV(%)	Média	σ_g^2	b
	Ambientes	Indivíduos	Resíduo				
Produção de frutos							
NMP (unid.)	16,86	2,04 **	0,90	41,90	2,27	0,23	0,26
NCP (unid.)	134,53	12,18 **	4,24	50,07	4,11	1,59	0,38
PFP (kg)	846,64	89,41 **	23,20	58,56	8,22	13,24	0,57
Cacho							
PC (kg)	0,79	2,93 **	0,89	32,33	2,91	0,29	0,33
PFC (kg)	0,70	2,37 **	0,84	41,24	2,22	0,22	0,26
RFC (%)	57,71	2411,26 **	64,31	10,84	74,00	25,28	0,39
CRC (cm)	98,70	106,34 *	32,29	12,09	47,02	10,58	0,33
NRC (unid.)	77,25	416,49 **	130,01	12,34	92,43	40,93	0,31
PCF (g)	439,81	4512,82 **	712,09	18,32	145,64	542,96	0,76

NMP: número de meses em produção por ano; NCP: número total de cachos/planta; PFP: produção total de frutos/planta; PC: peso médio do cacho; PFC: peso médio de frutos por cacho; RFC: rendi-

mento médio de frutos/cacho; NRC: número médio de ráquias/cacho; CRC: comprimento médio da ráquis do cacho; PCF: peso médio de 100 frutos; * e **: significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente; σ_g^2 : Variância genética; b : relação entre a σ_g^2 : Variância genética e a σ_e^2 : Variância ambiental.

Tabela 2. Estimativas da repetibilidade (r , fora dos parênteses) para três caracteres de produção de frutos e nove de cacho obtidas pela análise de variância, componentes principais e análise estrutural e seus respectivos coeficientes de determinação (R^2 , dentro dos parênteses) em açaizeiros.

Caracteres	ANOVA	Componentes principais		Análise Estrutural	
		Covariância	Correlação	Covariância	Correlação
Produção de frutos					
NMP (unid.)	0,20 (55,78)	0,22 (59,50)	0,21 (56,78)	0,20 (55,78)	0,21 (56,50)
NTC (unid.)	0,27 (65,18)	0,34 (72,30)	0,28 (66,52)	0,27 (65,18)	0,28 (65,96)
PFP (kg)	0,36 (74,04)	0,47 (81,66)	0,38 (75,21)	0,36 (74,04)	0,37 (74,96)
Cacho					
PC (kg)	0,25 (69,82)	0,26 (70,73)	0,26 (71,34)	0,25 (70,47)	0,25 (69,82)
PFC (kg)	0,21 (64,96)	0,23 (67,56)	0,23 (68,12)	0,23 (67,29)	0,21 (64,96)
RFC (%)	0,28 (73,34)	0,36 (79,39)	0,31 (76,01)	0,28 (72,82)	0,28 (73,34)
CRC (cm)	0,24 (68,78)	0,28 (73,51)	0,26 (70,65)	0,23 (67,88)	0,24 (68,78)
NRC (unid.)	0,25 (69,63)	0,31 (75,96)	0,29 (74,40)	0,24 (69,14)	0,25 (69,63)
PCF (g)	0,43 (84,22)	0,54 (89,08)	0,67 (93,44)	0,64 (92,46)	0,43 (84,22)

NMP: número de meses em produção por ano; NCP: número total de cachos/planta; PFP: produção total de frutos/planta; PC: peso médio do cacho; PFC: peso médio de frutos por cacho; RFC: rendimento médio de frutos/cacho; NRC: número médio de ráquias/cacho; CRC: comprimento médio da ráquis do cacho; PCF: peso médio de 100 frutos; (R²): coeficiente de determinação expresso em %.

Para os caracteres de cacho, o caráter PCF foi o que registrou as estimativas de repetibilidades mais altas, exibindo magnitudes de $r=0,43$, na ANOVA, a $r=0,67$, nos componentes principais. Nos caracteres PFP e PCF, os quais evidenciaram média regularidade na repetição desses caracteres de um ano para o outro e de um cacho para outro, os coeficientes de determinação associados foram de 81,66% e 93,44%, respectivamente. Como o caráter PCF apresenta menor influência ambiental, caso seja correlacionado positivamente com a produção de frutos (PFP), deve ser indicado para a seleção indireta.

De um modo geral, percebe-se que as estimativas de repetibilidades foram maiores na metodologia de componentes principais, onde os caracteres

PFP e PCF alcançaram acurácia das medições realizadas superiores a 80%, evidenciando a natureza cíclica desses caracteres. Abeywardena (1972) considera a análise de componentes principais como a mais eficiente em caracteres com essa natureza. Tais valores expressam uma regularidade média na superioridade dos indivíduos de um ano para o outro e de um cacho para outro, uma vez que, para estimativas acima de 0,50 podem ser consideradas razoáveis (SHIMOYA et al., 2002). Entretanto, o aumento da confiabilidade poderia ser obtido com melhor controle das influências do ambiente ou aumentando o número de avaliações. Cavalcanti et al. (2000) relata a eficiência desse método na estimação da repetibilidade para o caráter produção de castanha em clones de cajueiro.

O número de medições necessárias para a predição do valor real dos indivíduos foi bastante variável, tanto para os caracteres de produção quanto nos de cacho, nas três metodologias (Tabela 3). Os caracteres PFP e PCF foram os que expressaram os menores números de medições, necessitando de no mínimo quatro anos e de três cachos, respectivamente, para atingirem precisão de 80% do valor real, com o uso da análise de componentes principais. Para 90% e 95% de precisão esses valores seriam elevados para o caráter PFP e dificultariam sobremaneira os ciclos de seleção, por tornarem-se longos (dez e 21 anos), sugerindo a necessidade de experimentos com maior controle ambiental como alternativa mais viável.

Para o caráter PCF com os maiores níveis de acurácia (90% e 95%), os números de cachos a serem mensurados por ano estariam dentro da faixa possível de ser realizada, com base na análise de componentes principais, ou seja, seis e dezesseis cachos por ano. O número de avaliações necessárias para o caráter produção de frutos esteve próximo aos detectados para o coqueiro (SIQUEIRA, 1982; FARIAS NETO et al., 2003) e para outras espécies perenes (DIAS e KAGEYAMA, 1998; SANTOS, 1999; CAVALCANTI et al., 2000).

Tabela 3. Número de medições necessárias para diferentes coeficientes de determinação (0,80, 0,90 e 0,95) estimado com base na repetibilidade para três caracteres de produção de frutos e seis de cacho de açaizeiro por meio de três metodologias.

Caracteres	ANOVA			Componentes Principais (Covariância)			Análise Estrutural (Correlação)		
	0,80	0,90	0,95	0,80	0,90	0,95	0,80	0,90	0,95
Produção de frutos									
NMP (unid.)	16	36	75	14	31	65	15	35	73
NCP (unid.)	11	24	51	8	17	36	10	23	49
PFM (kg)	7	16	33	4	10	21	7	15	32
Cacho									
PC (kg)	12	27	57	12	26	55	12	26	56
PFC (kg)	15	34	72	13	30	64	14	31	65
RFC (%)	10	23	48	7	16	35	10	23	49
CRC (cm)	13	29	60	10	23	48	13	30	63
NRC (unid.)	12	27	58	9	20	42	12	28	59
PCF (g)	6	12	25	3	8	16	2	5	11

NMP: número de meses em produção por ano; NCP: número total de cachos/planta; PFM: produção total de frutos/planta; PC: peso médio do cacho; PFC: peso médio de frutos por cacho; RFC: rendimento médio de frutos/cacho; NRC: número médio de ráquias/cacho; CRC: comprimento médio da ráquia do cacho; PCF: peso médio de 100 frutos.

Quando se analisa o número de medições necessárias, para os caracteres avaliados, pelas três metodologias aplicadas, percebe-se que os valores obtidos na análise de componentes principais estiveram dentro de níveis praticáveis para todos os caracteres a 80% de certeza. Esta metodologia foi considerada como a mais eficiente na estimação da repetibilidade em várias culturas (BONOMO et al., 2003; CARGNELUTTI FILHO et al., 2004; CARDOSO, 2006; CAVALCANTI et al., 2000; COSTA, 2003; FARIAS NETO et al., 2003); enquanto os valores encontrados na ANOVA e na análise estrutural foram bem próximos, altos, impraticáveis e ineficientes para isolar a periodicidade desses caracteres, exceto para os caracteres PFM e PCF cujas medições seriam de sete anos e de seis cachos para serem alcançados coeficientes de determinação superiores a 80%, respectivamente.

Certamente, os valores mínimos de avaliações não devem ser os mesmos para todas as condições. O coeficiente de repetibilidade é uma relação

entre as variâncias genética e ambiental (CRUZ e REGAZZI, 2001) e qualquer grande alteração ambiental, local e outras, tais como: diferentes número de perfilhos/touceira, podem alterar a estimativa de r . Também deve-se destacar que foram avaliadas plantas pertencentes ao banco de açazeiro que apresentaram ampla variabilidade genética para vários caracteres (OLIVEIRA et al., 1998). Talvez a utilização de genótipos mais uniformes em delineamentos experimentais apropriados resultasse em diminuição no número mínimo de avaliações. Cardoso (2006) mencionou a possibilidade de variedades de polinização aberta necessitarem de um maior número de colheitas para analisar diferenças de produtividade entre indivíduos.

Como não há estudos sobre a herdabilidade para caracteres de produção de frutos e de cachos do açazeiro, as estimativas de repetibilidade aqui obtidas podem ser úteis para dar suporte aos programas de melhoramento dessa palmeira, por expressarem o valor máximo que a herdabilidade no sentido amplo pode atingir (CRUZ e REGAZZI, 2001). Especialmente, para aquelas características pouco influenciadas pelo ambiente e que necessitam de poucas medições, como foi o caso do PCF. Este caráter pode ser indicado como parâmetro em métodos simples de melhoramento de açazeiro, como a seleção fenotípica com possibilidades de se obter bons ganhos genéticos.

CONCLUSÕES

Os caracteres PFP e PCF têm regularidade na superioridade de indivíduos e necessitam de quatro a sete anos e dois a seis cachos para que sejam alcançados coeficientes de determinação superiores a 80%.

A análise de componentes principais é o método mais eficiente para estimar a repetibilidade em caracteres de produção de frutos e de cacho em açazeiros. Por essa metodologia é possível avaliar a produção com base em quatro anos e o cacho por três medições para atingir 80% de confiabilidade.

AGRADECIMENTOS

Aos funcionários do Laboratório de Fitomelhoramento da Embrapa Amazônia Oriental pela prestimosa ajuda na colheita e análise dos cachos.

REFERÊNCIAS

- ABEYWARDENA, V. An application of principal component analysis in genetics. **Journal of Genetics**, Hyderabad, v.61, n.1, p.27-51, 1972.
- BONOMO, P.; CRUZ, C. D.; VIANA, J. S.; et al. Análise da repetibilidade da produção de grãos de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 2, 2003, Porto Seguro. CD-Rom.
- CAVALCANTI, J. R. V.; PAIVA, J. R.; BARROS, L. M.; et al. Repetibilidade de caracteres de produção e porte da planta em clones de cajueiro anão precoce. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.4, p.773-777, 2000.
- CARDOSO, A. I. I. Número mínimo de colheita em pepino híbrido estimado por meio do coeficiente de repetibilidade. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 4, p. 591-595, 2006.
- CARGNELUTTI FILHO, A.; RADIN, B.; MATZENAUER, R.; et al. Número de colheitas e comparação de genótipos de tomateiro cultivados em estufa de plástico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, p.953-959, 2004.
- CEDILLO, D. O.; CRUZ, C. D. Estimativa da repetibilidade e de correlação entre caracteres avaliados em progênies de dendê. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 2, 2003, Porto Seguro. CD-Rom.
- CORNACCHIA, G.; CRUZ, D. D.; PIRES, I. E. Estimativas do coeficiente de repetibilidade para características fenotípicas de procedências de *Pinus tecunumanii* (Schw.) Eguluz & Perry e *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barret & Golfari. **Revista Árvore**, Viçosa, v.19, n.3, p.333-345, 1995.
- COSTA, J. G da. Estimativas de repetibilidade de alguns caracteres de produção em mangueira. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.2, p.263-266,

mar-abr, 2003.

CRUZ, C. D. **Programa GENES: versão Windows – Aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa: Editora UFV, 2003. 648p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG: UFV, 2001, 390p.

DIAS, L. A. S.; KAGEYAMA, P. Y. Repeatability and minimum harvest period of cacao (*Theobroma cacao* L.) in Southern Bahia. **Euphytica**, Wageningen, v.102, p.29-35, 1998.

FARIAS NETO, J. T. de; LINS, P. M. P.; MULLER, A. A. Estimativa dos coeficientes de repetibilidade para produção de fruto e albúmen sólido em coqueiro híbrido. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n.10, p. 1237-1241. 2003.

FALCONER, D. S. **Introduction to quantitative genetics**. London: Longman, 1989. 438p.

LOPES, R.; CRUZ, C. D.; LOPES, W. T. G.; et al. Repetibilidade de características do fruto de aceloreira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.3, p.507-513, 2000.

MANSOUR, H., NORDHEIM, E., RUTLEDGE, J. J. Estimators of repeatability. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v.60, n.3, p.151-156, 1981.

OLIVEIRA, M. do S. P. de; FARIAS NETO, J. T.; PENA, R. da S. **Açaí: Técnicas de cultivo e processamento**. Fortaleza: Instituto Frutal, 2007. 104p (Coleção Cursos Frutal Amazônia/VII Flor Pará).

OLIVEIRA, M. do S. P. de; LEMOS, M. A; SANTOS, E. O. dos; et al. **Variação fenotípica em acessos de açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) para caracteres relacionados à produção de frutos**. Belém: Embrapa-CPATU,

1998. 23p. (Embrapa-CPATU. Boletim de Pesquisa, 209).

OLIVEIRA, M. do S. P. de; FERNANDES, G. L. da C. Repetibilidade de caracteres do cacho de açaizeiro nas condições de Belém – PA. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v.23, n.3, p. 613-616, 2002.

SANTOS, C. A. F. In situ evaluation of fruit yield and estimation of repeatability coefficient for major fruit traits of umbu tree [*Spondias tuberosa* (Anacardiaceae)] in the semi-arid region of Brazil. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v.46, n.5, p.455-460, 1999.

SHIMOYA, A.; PEREIRA, A. V.; FERREIRA, R. P.; et al. Repetibilidade de características forrageiras do capim elefante. **Scientia Agricola, Piracicaba**, v. 59,n.2, p. 227-234, 2002.

SIQUEIRA, E. R. Coeficiente de repetibilidade da produção de frutos do coqueiro comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.17, n.4, p.573-574, 1982.

YUYAMA, K.; CHÁVES FLORES, W. B.; CLEMENT, C. R. Pupunheira. In: **Melhoramento de fruteiras tropicais**. Cláudio Host Bruckner, Editor. Viçosa: UFV, 2002, p. 411-422.

COMPORTAMENTO DO SORGO GRANÍFERO EM FUNÇÃO DO MANEJO DE NITROGÊNIO

Pedro Celso Soares da Silva¹; Cláudio Lovato²

¹ Pesquisador UNIOESTE, Centro de Ciências Agrárias. Av. Pernambuco, 1777, CEP: 85960-000, Bairro Centro, Marechal Cândido Rondon, PR e-mail: pcsagro@yahoo.com.br; ² Prof. CCR/UFSM, Santa Maria, RS.

RESUMO: O objetivo deste estudo foi o de obter mais subsídios sobre a adubação nitrogenada na cultura do sorgo granífero, utilizando como fonte a uréia em solo de textura média. No experimento conduzido em 2001/02 foi usada uma densidade populacional de 171.000 plantas ha⁻¹, em plantio direto e foi caracterizado por pouca precipitação. No ensaio conduzido no ano agrícola de 2002/03, houve boa precipitação, e foi utilizada uma densidade populacional de 214.000 plantas ha⁻¹, em plantio convencional. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com três repetições, e era constituído por 21 tratamentos com nitrogênio: 200kg N ha⁻¹ na base; 150kg N ha⁻¹ na base mais 50kg N ha⁻¹ cobertura aos 20, 44, 55, 66 e 74 dias após a emergência das plantas; 100kg N ha⁻¹ na base 100kg N ha⁻¹ em cobertura aos 20, 44, 55, 66 e 74 dias após a emergência das plantas; 50kg N ha⁻¹ na base mais 150kg N ha⁻¹ em cobertura aos 20, 44, 55, 66 e 74 dias após a emergência das plantas; 200kg N ha⁻¹ em cobertura aos 20, 44, 55, 66 e 74 dias após a emergência das plantas. A adubação nitrogenada proporcionou rendimento de grãos superior em todos os tratamentos no ano onde ocorreu alta precipitação em comparação com o ano em que ocorreu baixa precipitação. No ano onde ocorreu alta disponibilidade hídrica, os tratamentos com elevada dose de N em cobertura apresentaram os maiores rendimentos, mesmo nas aplicações aos 66 e 74 dias após a emergência das plantas; com base nos dados de rendimento obtidos é possível afirmar que a adubação nitrogenada proporcionou uma maior eficiência de uso da água tanto em condições de reduzida disponibilidade hídrica como em condições de alta disponibilidade hídrica.

Palavras-chave: *Sorghum bicolor*, adubação nitrogenada, manejo, produtividade de grãos.

BEHAVIOR OF GRAIN SORGHUM IN FUNCTION OF THE NITROGEN MANAGEMENT

ABSTRACT: The objective of this study was to obtain more information about the management of nitrogen fertilization of grain sorghum, using urea N as source in soil of average texture. The experiment conducted in 2001/02 had a population density of 171,000 plants ha⁻¹, under no tillage and was characterized by low precipitation. The assay carried out in the agricultural year of 2002/03, was characterized by a higher precipitation and was used 214,000 plants/ha⁻¹, in conventional tillage. The experimental design was a randomized block with three repetitions, and constituted by 21 nitrogen treatments: 200kg N ha⁻¹ at

seeding; 150kg N ha⁻¹ at seeding plus 50kg N ha⁻¹ top dressed 20, 44, 55, 66 and 74 days after the emergence of the plants; 100kg N ha⁻¹ at seeding and 100kg N ha⁻¹ plus 20, 44, 55, 66 and 74 days after the emergence of the plants; 50kg N ha⁻¹ at seeding and 150kg N ha⁻¹ 20, 44, 55, 66 and 74 days after the emergence of the plants; 200kg N ha⁻¹ as top dressed only 20, 44, 55, 66 and 74 days after the emergence of the plants. Nitrogen fertilization resulted in higher grain yields in all treatments in the year with higher rainfall in comparison with the year of lower precipitation. In the year with more available soil water high, even nitrogen fertilization 66 and 74 days after plant emergence resulted in higher yields. Data obtained in this experiment, indicated that nitrogen fertilization increased water use efficiency in both high or low soil water availability.

Keywords: *Sorghum bicolor*, nitrogen fertilization, management, seed yield.

INTRODUÇÃO

Para suprir a deficiência de informações com relação ao manejo de nitrogênio dentro da cultura do sorgo, buscaram-se, muitas vezes, subsídios em resultados de pesquisa de manejo com nitrogênio na cultura do milho, pois nesta existem muitos trabalhos que mostram como este elemento deve ser manejado corretamente para obtenção de elevadas produtividades.

Na cultura do milho, a recomendação do nitrogênio é baseada no teor de matéria orgânica do solo e na expectativa de rendimento que se quer obter (ROLAS, 1995). Para evitar perdas por lixiviação aplica-se uma pequena dose de nitrogênio na sementeira, reservando a maior porção para ser parcelada em uma ou duas coberturas, aos trinta e aos quarenta e cinco dias após a emergência das plantas (YAMADA, 1996). Atualmente considera-se que deveria ser aplicada uma dose maior na sementeira, pois a planta necessita de quantias maiores para o início de seu crescimento e também pelo fato de a pesquisa ter comprovado que as perdas por lixiviação são pequenas nas doses de nitrogênio atualmente empregadas na agricultura (YAMADA, 1995). Considera-se que do total de nitrogênio aplicado, metade é retirado imediatamente pela cultura, e outra parte menor fica imobilizado na matéria orgânica do solo, uma fração menor ainda é perdida pelo sistema, e uma pequena fração é perdida por lixiviação. No que se refere ao parcelamento de adubação nitrogenada em milho, deveria se levar em consideração a fenologia, as condições climáticas e o tipo de solo (FANCELLI e DOURADO NETO, 2000). Um maior número de parcelamentos deveria ser usado sob condições de altas doses de nitrogênio em solos de textura arenosa e áreas

sujeitas a chuvas de alta intensidade (COELHO et al., 1991). Uma única aplicação poderia ser feita em condições de baixas ou médias doses de nitrogênio em solos de textura mediana ou argilosa em plantio intensivo, sem uso de irrigação, em que a distribuição do fertilizante é feita mecanicamente (COELHO et al., 1991).

Embora exista recomendação de adubação nitrogenada para o sorgo, muitas vezes ela é ignorada, uma vez que traz somente informações da aplicação de nitrogênio baseada no teor de matéria orgânica do solo e não considera a expectativa de rendimento. Em função disto, muitas vezes toma-se a decisão de empregar o mesmo manejo da adubação nitrogenada recomendada para o milho, com base de que, se o rendimento foi satisfatório para este, também o deverá ser para o sorgo.

É possível que, usando o mesmo manejo de adubação nitrogenada do milho, o sorgo obtenha um bom rendimento. Entretanto há de se considerar que a planta de sorgo é muito diferente da planta de milho, pois segundo Silva (2000) a mesma apresenta uma série de características adaptativas que o milho não possui, tais como: maior capacidade de tolerância a situações de estresse hídrico, devido a maior eficiência de uso da água; sistema radicular mais profundo e ramificado; presença de estômatos em maior número e em menor tamanho; presença de cera nas folhas e colmos; capacidade de entrar em estado de dormência na presença de estresse; poder retomar o crescimento logo que o estresse é aliviado com taxas similares as que ocorriam antes do seu início e sua maior tolerância a solos com má drenagem.

Por possui estas características adaptativas, é de esperar-se que o sorgo tenha uma maior eficiência de uso do nitrogênio em relação ao milho mesmo em condições edafo-climáticas mais diversas. Isto sugere maior flexibilidade no manejo da adubação nitrogenada, oferecendo assim um número de maior de opções do que o milho. Assim postula-se que se possa realizar uma aplicação com alta dose nitrogênio mais tardiamente, permitindo inclusive aplicar além dos 45 dias como é atualmente recomendado.

Como o efeito da disponibilidade de nitrogênio sobre a produtividade de grãos pode ser analisado através dos componentes fisiológicos, índice de espiga, interceptação da radiação, eficiência de uso da radiação, matéria seca, índice de área foliar. Conduziram-se dois experimentos com o intuito de definir o manejo adequado da adubação nitrogenada na cultura do sorgo

granífero, utilizando como fonte a uréia em solo de textura média. Para atingir este objetivo, aplicou-se 200kg N ha⁻¹, em parcelamentos com diferentes doses e épocas, durante dois anos agrícolas distintos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do Departamento de Fitotecnia, do Centro de Ciências Rurais, da Universidade Federal de Santa Maria, nos anos agrícolas 2001/02 e 2002/03, em solo classificado como alissolo crômico argilúvico típico. O clima da região é subtropical, com temperatura média do ar do mês mais quente de 24,8°C e a do mês mais frio de 14,1°C. A análise do solo da área experimental apresentou no ano agrícola 2001/02 pH SMP = 6,2; P = 8,8mg L⁻¹; K = 112mg L⁻¹ e M. O. = 3,2%. No ano agrícola 2002/03 a análise apresentou pH SMP = 5,9; P = 7,2mg L⁻¹; K = 92mg L⁻¹ e M. O. = 3,3%. Em 2001/02 o experimento, foi realizado em sistema de semeadura direta em campo nativo e em 2002/03 em plantio convencional. A adubação foi realizada na linha de semeadura com 20 e 50kg ha⁻¹ K₂O e P₂O₅ respectivamente.

Os tratamentos foram dispostos em delineamento de blocos ao acaso, com três repetições, constaram de 21 tratamentos assim constituídos: T1-200kg N ha⁻¹ na base T2, T3, T4, T5, T6 - 150kg N ha⁻¹ na base e 50kg N ha⁻¹ em cobertura (20, 44, 55, 66 e 74 dias após emergência (dae)) respectivamente T7, T8, T9, T10, T11 - 100kg N ha⁻¹ na base e 100kg N ha⁻¹ em cobertura (20, 44, 55, 66 e 74dae) respectivamente T12, T13, T14, T15, T16 - 50kg N ha⁻¹ na base e 150kg N ha⁻¹ em cobertura (20, 44, 55, 66 e 74dae) respectivamente T17, T18, T19, T20, T21 - 200kg N ha⁻¹ somente em cobertura (20, 44, 55, 66 e 74dae) respectivamente. A fonte de nitrogênio utilizada foi a uréia. Por se tratar de diferentes tratamentos com nitrogênio na base e cobertura, a aplicação foi feita manualmente. A aplicação de base foi realizada na linha, tão logo era concluída a semeadura e foi incorporada com irrigação em 2001/02 e 2002/03. A aplicação de nitrogênio em cobertura foi na fileira junto às plantas e foi incorporada mecanicamente com o auxílio de enxada.

As parcelas eram formadas por quatro linhas de doze metros de comprimento, espaçadas de 0,70m entre si. A semeadura foi em 01/11/2001 para o experimento 2001/02 e 16/11/02 para o experimento 2002/03, usando a cul-

tivar de sorgo granífero BRS 305. O desbaste foi realizado quando as plantas tinham aproximadamente 15cm (três folhas) e, neste caso, foi ajustado para uma população de 171.000 plantas ha⁻¹ em 2001/02 e 214.000 plantas ha⁻¹ em 2002/03. O controle das plantas daninhas foi feito mediante à aplicação de herbicida Atrazine (3,0L ha⁻¹ de produto comercial) em pós emergência no início do desenvolvimento. Em 2001/02 foi um ano de estiagem e efetuaram-se quatro irrigações, a primeira por ocasião da semeadura, a segunda 66 dias após a emergência, a terceira 7 dias mais tarde e a quarta igualmente uma semana após a última irrigação. Em cada irrigação foi aplicado uma lâmina de 10mm de água.

As determinações foram realizadas nas linhas centrais de cada parcela, excluindo-se 0,5m de cada extremidade. Foram avaliados índice de área foliar e rendimento de grãos para as plantas de cada tratamento com nitrogênio.

A área foliar por planta foi obtida pelo somatório da área foliar de cada folha completamente expandida. A partir da quinta semana até a décima segunda quarta semana (2001/02) e décima quarta semana (2002/03). Após a emergência das plantas, foram efetuadas contagens do número de folhas completamente expandidas, e calculada a área foliar por planta e índice de área foliar, em cinco plantas marcadas e etiquetadas dentro da área útil da parcela. A área foliar foi calculada em cada folha individualmente pela fórmula $A = C \times L \times 0,57$; onde A = área foliar; C = máximo comprimento e L = máxima largura de folha (Montgomery, 1911, apud por PEARCE et al., 1975). O índice de área foliar (IAF) que é a área foliar total por unidade de área de terreno, expresso por um número puro, pois: $IAF = AF/AT$; onde AF (dm²) é área foliar e AT (dm²) é área de terreno.

O rendimento de grãos foi estimado, pela massa de grãos colhidos na área útil e corrigido para 13% de umidade.

Os dados de rendimento foram analisados estatisticamente pela análise de variância em nível de 5% de erro. As médias entre os tratamentos foram comparadas através do teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

Os dados de precipitação (mm) ocorridos durante o período experimental de 2001/02 e 2002/03 foram coletados na Estação Meteorológica do Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal de Santa Maria.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra que a média geral de rendimentos de grãos foi 5190,95kg ha⁻¹. Este valor está de acordo com o obtido por Raupp et al., (1999) e Montagner (2003) em experimentos conduzidos com a cultivar BRS 305. O maior rendimento de grãos (6596,33kg ha⁻¹) pertenceu ao tratamento com 100kg N ha⁻¹ na base mais 100kg N ha⁻¹ em cobertura, que por sua vez diferiu significativamente do tratamento com 200kg N ha⁻¹ em cobertura aos 74 dias. Nas últimas quatro linhas no final da Tabela 1 percebe-se que os tratamentos com 50kg N ha⁻¹ na base mais 150 em cobertura aos 66 e 74 dias e 200kg N ha⁻¹ em cobertura aos 66 e 74 dias apresentaram os mais baixos rendimentos.

As aplicações aos 66 e 74 dias coincidiram com o final do subperíodo de diferenciação dos primórdios florais-florescimento e o início do subperíodo florescimento-polinização, que são considerados períodos críticos para esta planta, quando não deve haver deficiências nutricionais para não causar prejuízos no rendimento. Como houve forte estiagem (Figura 1) e foi empregada semeadura direta, deve ter havido pouca mineralização da matéria orgânica e baixa absorção de nitrogênio. Como o nitrogênio estimula a proliferação de pêlos absorventes e ramificações diferenciadas no sistema radicular, com pouco N é de se esperar que o sistema radicular tenha desenvolvido menos. Com menor sistema radicular, as plantas foram menos eficientes na absorção de água e nutrientes, o que prejudicou o desenvolvimento da parte aérea (Figura 2). Com menor área foliar, ocorreu menor interceptação de radiação desperdiçando parte de recurso. Consequentemente esta menor área foliar resultou em menor produção de fotoassimilados para o enchimento de grãos. A falta de nitrogênio no início de desenvolvimento também pode ter afetado a absorção de fósforo. Pois segundo afirma Lopes (1998), quando aplicado com o nitrogênio, o fósforo se torna mais disponível para as plantas do que quando aplicado sem este nutriente. Segundo este autor, esta influência do N na absorção do fósforo é muito clara durante a fase inicial do crescimento, onde até 65% do fósforo contido no fertilizante é absorvido neste período.

A Tabela 1 mostra que a média de rendimento de grãos no ano 2002/2003 foi de 9607,7kg ha⁻¹. Esta média foi superior a média obtida no

ano anterior que ficou em 5190,95kg ha⁻¹. O maior rendimento de grãos (12763,66kg ha⁻¹) pertenceu ao tratamento com 200kg N ha⁻¹ em cobertura aos 66 dias. Ao compararmos o rendimento médio obtido no último ano com o do primeiro ano de experimento, verifica-se que a uma diferença de 4517kg ha⁻¹. Parte desta diferença pode ser atribuída ao uso de maior densidade populacional neste último ano, porém o que mais contribui para esta diferença foi a melhor disponibilidade hídrica registrada no último ano de experimento (Figura 1).

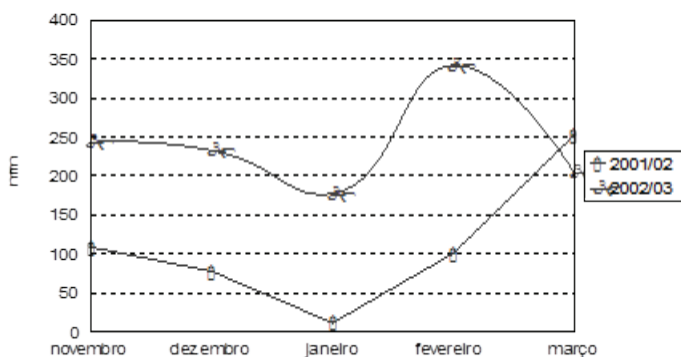


Figura 1. Precipitação total mensal ocorridos na Área Experimental do Departamento de Fitotecnia, CCR/UFSM, Santa Maria, RS, durante o período experimental de 2001/02 e 2002/03.

A Tabela 1 mostra que a média de rendimento de grãos no ano 2002/2003 foi de 9607,71kg ha⁻¹. Esta média foi superior a média obtida no ano anterior que ficou em 5190,95kg ha⁻¹. O maior rendimento de grãos (12763,66kg ha⁻¹) pertenceu ao tratamento com 200kg N ha⁻¹ em cobertura aos 66 dias. Ao compararmos o rendimento médio obtido no último ano com o do primeiro ano de experimento, verifica-se que a uma diferença de 4517kg ha⁻¹. Parte desta diferença pode ser atribuída ao uso de maior densidade populacional neste último ano, porém o que mais contribui para esta diferença foi a melhor disponibilidade hídrica registrada no último ano de experimento (Figura 1).

Nota-se pela Tabela 1 que aplicações de 200kg N ha⁻¹ em cobertura apresentaram maior rendimento de grãos que os demais tratamentos. O fato deste tratamento se destacar pode ser em parte atribuído às condições climáticas vigentes durante o crescimento e desenvolvimento das plantas,

pois ocorreram freqüentes e intensas precipitações, além da presença de dias nublados, resultando em menor número de horas de insolação. Este número reduzido de horas de sol, aliado à menor disponibilidade de nitrogênio no início de desenvolvimento, resultaram em prolongamento do subperíodo de diferenciação dos primórdios florais-florescimento.

O fato da área foliar não ter sido reduzida na aplicação tardia de N, também ajudou fazer com que as plantas apresentassem elevada produtividade de grãos. Sabe-se que o N, é importante para o desenvolvimento foliar, e como neste caso não havia sido ainda aplicado nos tratamentos mais tardios, pode-se postular que o N, responsável pelo elevado índice de área foliar destas plantas, foi resultante da mineralização da matéria orgânica. Para ajudar no processo de mineralização, o preparo convencional realizado no solo deve ter proporcionado condições adequadas de temperatura e umidade para a mesma. Segundo Malavolta (1996) a taxa de liberação é controlada por alterações na temperatura e umidade do solo. Este autor afirma que em geral cerca de 20 a 30kg de N por hectare são liberados anualmente para cada 1% de matéria orgânica contida no solo. Além disto, a boa disponibilidade hídrica fornecida pelas precipitações, deve ter contribuído também para facilitar a liberação de nitrogênio contido na matéria orgânica do solo.

Tabela 1. Médias de rendimento de grãos (kg ha⁻¹) em sorgo granífero submetido a 21 tratamentos com nitrogênio. Santa Maria, RS, CCR/UFSM, 2001/02 e 2002/03.

2001/02					2002/03				
Adubação Nitrogenada (kg ha ⁻¹)					Adubação Nitrogenada (kg ha ⁻¹)				
Trat.	Base	Cobert.	Aplic.	Rendimento (kg ha ⁻¹)	Trat.	Base	Cobert.	Aplic.	Rendimento (kg ha ⁻¹)
T10	100	100	66dae	6596,33a	T20	0	200	66dae	12763,66a
T19	0	200	55dae	6272,33ab	T17	0	200	20dae	11658,00a
T6	150	50	74dae	6145,00ab	T21	0	200	74dae	11608,00a
T7	100	100	20dae	6019,00ab	T18	0	200	44dae	11285,00a
T17	0	200	20dae	6018,66ab	T19	0	200	55dae	10315,66a
T18	0	200	44dae	5979,66ab	T10	100	100	66dae	10216,00a
T13	50	150	44dae	5628,00ab	T13	50	150	44dae	10129,00a
T5	150	50	66dae	5523,33ab	T2	150	50	20dae	9893,00a
T14	50	150	55dae	5411,00ab	T11	100	100	74dae	9744,00a
T1	200	0	0dae	5383,33ab	T3	150	50	44dae	9562,00a

Cont. Tab. 1

T11	100	100	74dae	5311,66ab	T7	100	100	20dae	9447,33a
T4	150	50	55dae	5125,33ab	T9	100	100	55dae	9234,00a
T3	150	50	44dae	5022,33ab	T16	50	150	74dae	9060,33a
T9	100	100	55dae	4943,33ab	T14	50	150	55dae	8886,33a
T2	150	50	20dae	4800,66ab	T8	100	100	44dae	8762,00a
T8	100	100	44dae	4688,33ab	T4	150	50	55dae	8612,66a
T12	50	150	20dae	4580,00ab	T6	150	50	74dae	8596,33a
T20	0	200	66dae	4353,66ab	T12	50	150	20dae	8451,33a
T16	50	150	74dae	3953,00ab	T5	150	50	66dae	8025,00a
T15	50	150	66dae	3852,66ab	T1	200	0	0dae	7781,66a
T21	0	200	74dae	3402,33b	T15	50	150	66dae	7730,66a
Média				5190,95	Média				9607,71
CV (%)				19,38	CV (%)				28,52

*Médias ligadas por mesma letra não diferem pelo teste de Tukey (5%).

*dae = dias após a emergência

A quantidade de N de vinda da liberação de N da fração orgânica somada à excelente condição hídrica de água no solo, ajudou a manter o crescimento e a turgescência das folhas, fazendo com que não houvesse redução de área foliar. E isto pode explicar porque, mesmo naquelas aplicações tardias com 200kg N ha⁻¹, não houve redução de área foliar como no ano seco de 2001/02. Isto está de acordo com Russelle et al. (1983) e Binder et al. (2000) que afirmam, que quando a quantidade de N presente no solo não for muito baixa no início do desenvolvimento do milho, quando a planta demanda máximas taxas de absorção de N, o atraso de aplicação de nitrogênio não prejudica tanto o desenvolvimento da planta. Para estes autores, a quantidade de nitrogênio presente no solo pode explicar porque uma aplicação de nitrogênio mais tardia pode não resultar em menor rendimento de grãos. Com maior área foliar, as plantas promoveram uma maior interceptação de radiação, proporcionando produção mais elevada de fotoassimilados, influenciando assim para que não houvesse redução nas taxas de crescimento. Portanto tudo leva a crer que nestas plantas desenvolvidas, a aplicação de N em cobertura, foi mais eficiente, pois as mesmas encontravam-se com o seu sistema radicular bem desenvolvido. Isto está de acordo com Barber

(1984) que diz que rápida absorção deve-se à sensibilidade da raiz que aumenta linearmente com a taxa de crescimento das mesmas e também devido ao incremento do seu diâmetro médio. Esta absorção se torna rápida também deve-se ao fato de ter-se usado, como fonte de N, a uréia, que segundo Malavolta (1996) leva entre 1 a 36 horas para que haja absorção de 50% da quantidade aplicada. Associado a tudo isto conjectura ainda que a rápida absorção ocorreu também porque a uréia foi hidrolizada rapidamente, devido a boa quantidade da enzima urease no solo também pelo fato de ter apresentado temperatura adequada para este processo.

Ao comparar os dados do primeiro ano de experimento com os do segundo, verifica-se que o rendimento de grãos do último ano foi bem mais elevado. Isto leva a crer que foi devido a um melhor aproveitamento da água disponível por parte das plantas, já que este recurso encontrava-se disponível em bem maior quantidade devido a ocorrência de freqüentes precipitações durante a condução do ensaio em 2002/03. Isto está de acordo com Garrity et al. (1992) que dizem que apesar do sorgo ser uma cultura indicada para regiões onde a disponibilidade hídrica é deficiente, ele responde muito bem onde há boas condições hídricas, podendo duplicar ou mesmo triplicar a sua produção com pequenas quantidades de água aplicadas nos períodos críticos. Este melhor aproveitamento da água por parte das plantas, não seria possível sem o auxílio da adubação nitrogenada. Lopes (1998) afirma que sempre que um elemento ausente ou deficiente aumenta a produção quando é aplicado, a eficiência no uso da água também aumenta. Em experimento com sorgo no Texas (EUA), Lopes (1998) comenta que o nitrogênio ajudou a produzir 2,8kg a mais de sorgo por mm de água usada. Os dados do presente estudo no segundo ano de experimento confirmam que houve uma melhor eficiência de uso da água proporcionada pela adubação nitrogenada (Tabela 1).

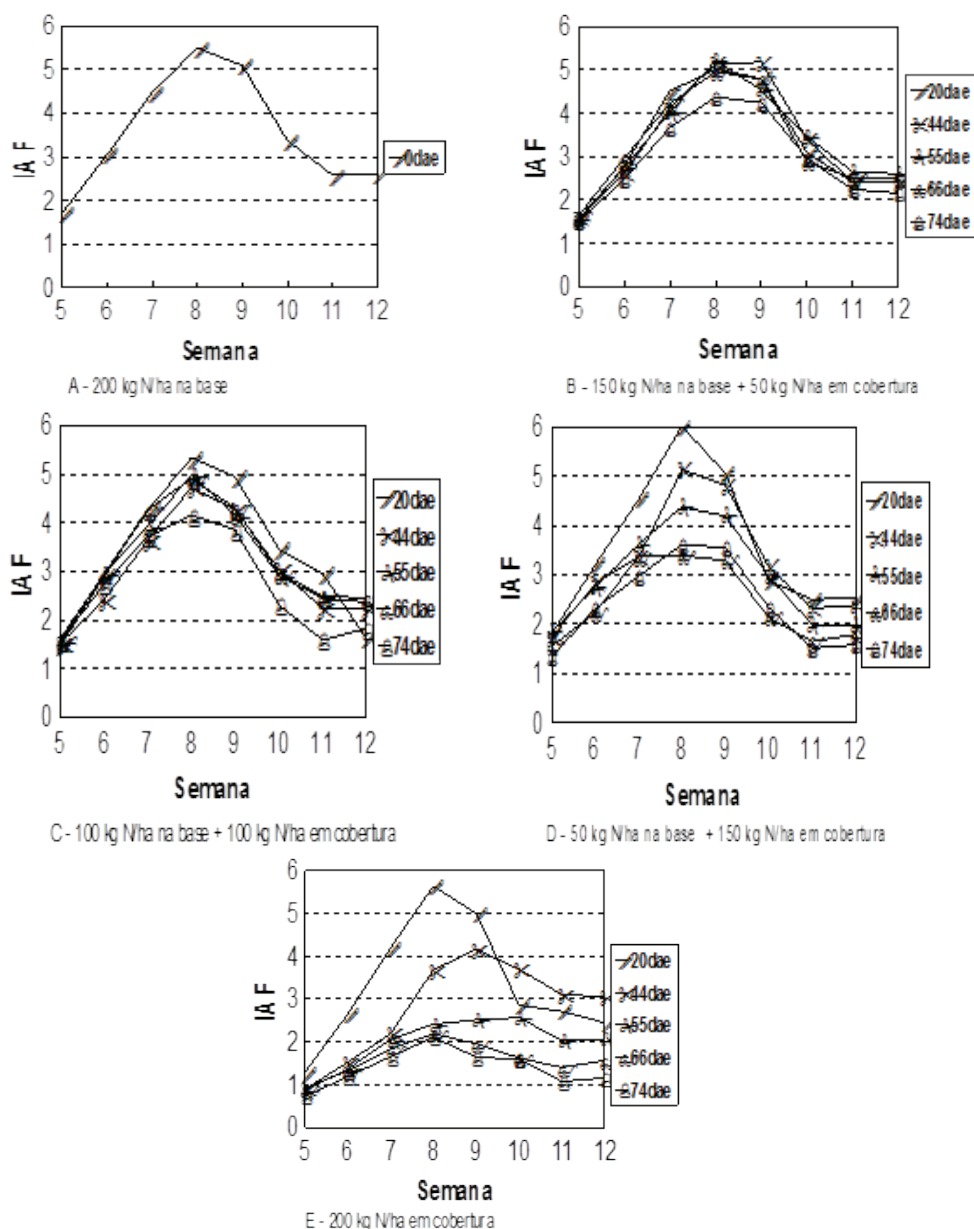
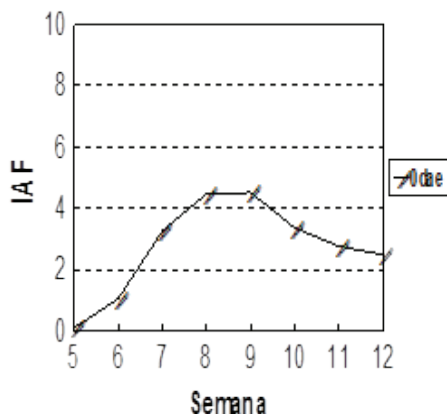
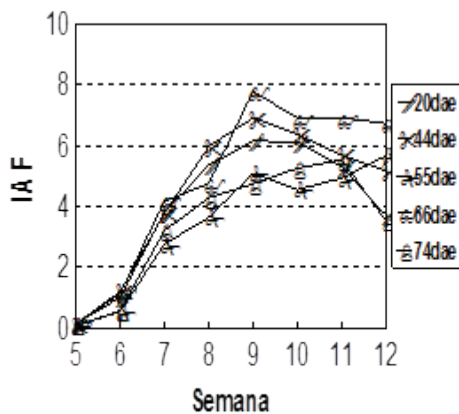


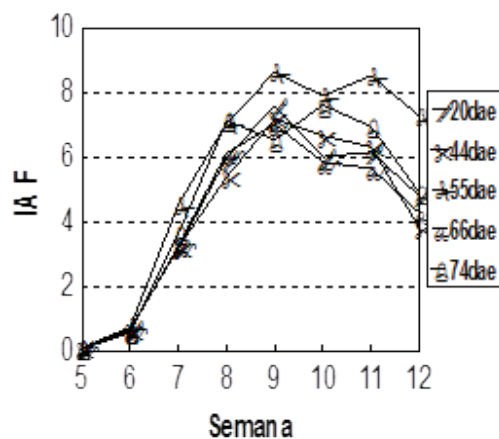
Figura 2. Índice de área foliar obtido em 8 semanas consecutivas após a emergência das plantas em sorgo granífero submetido a 200kg N ha⁻¹ em cobertura em cinco épocas de aplicação. Santa Maria, RS, CCR/UFSM, 2001/02.



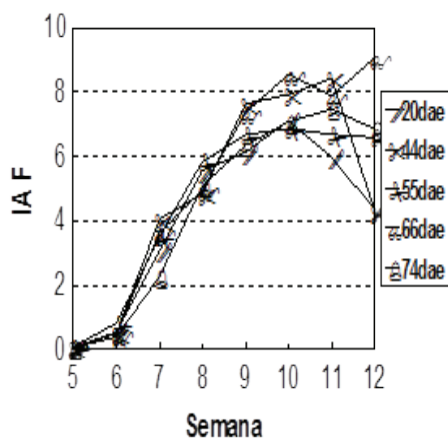
A - 200 kg N/ha na base



B - 150 kg N/ha na base + 50 kg N/ha em cobertura



C - 100 kg N/ha na base + 100 kg N/ha em cobertura



D - 50 kg N/ha na base + 150 kg N/ha em cobertura

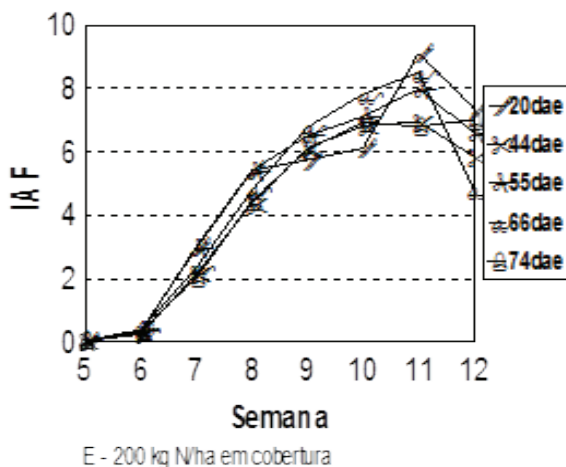


Figura 3. Índice de área foliar obtido em 8 semanas consecutivas após a emergência das plantas em sorgo granífero submetido a 200kg N ha⁻¹ em cobertura em cinco épocas de aplicação. Santa Maria, RS, CCR/UFSM, 2002/03.

Neste contexto, as aplicações com 200kg N ha⁻¹ foram o fator responsável pela melhoria da eficiência de uso da água por parte das plantas de sorgo. Assim foi possível que as plantas manifestassem um elevado potencial produtivo no segundo ano de experimento quando havia boa disponibilidade hídrica. Em função desta mesma adubação nitrogenada, mesmo em ano com forte estiagem como o que ocorreu em 2001/02, houve rendimento médio satisfatório, comparável aos obtidos por outros órgãos de pesquisa do sorgo no Rio Grande do Sul.

Pode sugerir que os 200kg N ha⁻¹ usado no presente estudo, somado ao N contidos na matéria orgânica, estão de acordo com a alta exigência deste elemento citada por Lopes (1998) que diz que para a cultura do sorgo obter uma produtividade 8,4Mg ha⁻¹ deveria apresentar uma quantidade total N na cultura igual a 250kg.

CONCLUSÕES

Do ponto de vista do manejo com adubação nitrogenada na cultura do sorgo granífero, usando 200kg N ha⁻¹ na forma de uréia em solo de textura mediana sob condições de alta e baixa precipitação pluviométrica chegou-se

às seguintes conclusões:

A adubação nitrogenada proporcionou rendimento de grãos superior em todos os tratamentos no ano onde ocorreu alta precipitação em comparação com o ano em que ocorreu baixa precipitação.

No ano onde ocorreu alta disponibilidade hídrica, os tratamentos com elevada dose de N em cobertura apresentaram os maiores rendimentos, mesmo nas aplicações aos 66 e 74 dias após a emergência das plantas.

Com base nos dados de rendimento obtidos é possível afirmar que adubação nitrogenada proporcionou que as plantas de sorgo apresentassem uma maior eficiência de uso da água tanto em condições de reduzida disponibilidade hídrica como em condições de alta disponibilidade.

Pelo que foi observado em termos de rendimento de grãos, poderia se dizer que se houver possibilidade de fazer uso de irrigação no sorgo, o manejo com 200kg N ha⁻¹ poderia ser feito até os 74 dias após a emergência, que não reduziria produtividade de grãos e, portanto, devido às suas características fisiológicas, o sorgo apresenta maior flexibilidade na sua adubação nitrogenada do que o milho, tanto em anos de escassa precipitação quanto em anos com boa disponibilidade de água.

REFERÊNCIAS

BARBER, S. A. Soil nutrient bioavailability: A mecanistic approach. **John Wiley & Sons Inc.**, New York, p. 179-200, 1984.

BINDER, D. L.; SANDER, D. H.; WALTERS, D. T. Maize response to time of nitrogen application as affected by level of nitrogen deficiency. **Agronomy Journal**, v.92, p.1228-1236, 2000.

COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E.; BAHIA-FILHO, A. F. C. et al. Balanço de nitrogênio (15N) em um latossolo vermelho escuro, sob vegetação de cerrado, cultivado com milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.15, p.187-193, 1991.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de Milho**, Guaíba Agropecuária, p.97-146, 2000.

GARRITY, D. P.; WATTS, D. G.; SULLIVAN, C. Y.; et al. Moisture deficits and grain sorghum performance: Evapotranspiration-yield relationships. **Agronomy Journal**, v.74, p.815-20, 1992.

LOPES, A. S. Manual Internacional de Fertilidade do Solo. Tradução e Adaptação de Alfredo Scheid Lopes. **Potafos**, Piracicaba, p.40-41, 1998.

MALAVOLTA, E. Nitrogênio. É uma verdade. O nitrogênio é exigido pelas culturas. Informações Agronômicas. **Potafos**, Piracicaba, n.73, p.1-2, 1996.

MONTAGNER, D. Efeito das perdas aleatórias na população inicial no rendimento de grãos na cultura do sorgo.2003. 61p. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2003.

PEARCE, R.; MOCK, J. J.; BAILEY, T. Rapid method for estimating leaf area per plant in maize. **Crop Science**, Madison, v.13, p.691-694, 1975.

RAUPP, A. A. A.; CHIELLE, Z. G.; BRANCÃO, N.; et al. **Indicação de cultivares de sorgo**. Grupo Pró- Sorgo Sul. Embrapa Clima Temperado. Fepagro - Centro de Pesquisa de Fruticultura, Taquari, 1999.

ROLAS. **Recomendações de Adubação e de Calagem Para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**, 3ª Edição, Passo Fundo, 224p. 1995.

RUSSELLE, M. P.; HAUCK, R. D.; OLSON, R. A. Nitrogen accumulation rates of irrigated maize. **Agronomy Journal**, v.75, p.593-598, 1983.

SILVA, P. R. F. S.; ARGENTA, G. Ecofisiologia e fenologia das culturas do milho e do sorgo. In: PARFITT, J.MB.; **Produção de milho e sorgo em várzea**. Pelotas:Embrapa Clima Temperado. 2000. p.7-26.

YAMADA, T. Adubação nitrogenada do milho. Como melhorar a eficiência. Informações Agronômicas. **Potafos**, Piracicaba, n.71, p.1-3, 1995.

YAMADA, T. Adubação nitrogenada do milho. Quanto, como e quando aplicar. *Informações Agronômicas. Potafos*, Piracicaba, n.74, p.1-5, 1996.

CRESCIMENTO VEGETATIVO DA ABOBRINHA ITALIANA EM FUNÇÃO DA DEMANDA DE DRENOS

André Samuel Strassburger¹; Roberta Marins Nogueira Peil²; Tiago Zanatta Aumonde³; Leandro Andrade da Fonseca³

¹Discente do curso de Doutorado em Sistema de Produção Agrícola Familiar. Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Departamento de Fitotecnia, UFPEL. Campus Universitário s/n, Caixa Postal: 354, CEP: 96010-900, Pelotas, RS, e-mail: strassburger.as@gmail.com; ²Prof^a FAEM/UFPEL, Pelotas, RS; ³Discente do curso de Mestrado em Sistema de Produção Agrícola Familiar, Pelotas, RS; 4 Discente do Curso de Fisiologia Vegetal, Pelotas, RS.

RESUMO: Com o objetivo de avaliar o efeito da demanda de drenos sobre a produção e a distribuição de biomassa na cultura da abobrinha italiana cultivada em substrato de casca de arroz in natura com recirculação da solução nutritiva, foi realizado um experimento em ambiente protegido no período de fevereiro a maio de 2006. Dois tratamentos foram estudados: 1 – retirada de todos os ovários diariamente (baixa demanda de drenos) e 2 – manutenção dos frutos na planta (alta demanda de drenos). Ao final do ciclo de cultivo (55 dias após o transplante), foi determinada a produção e a distribuição de matéria fresca e seca na planta. Os resultados indicam que as produções totais de matéria fresca e seca pela planta não foram influenciadas pela ausência de frutos. Os frutos representaram cerca de 35% da matéria seca total aérea das plantas nas quais permitiu-se a frutificação. A presença de frutos na planta causou uma maior redução proporcional da matéria seca do caule do que da folha, demonstrando que os frutos competem mais fortemente com o caule do que com as folhas pelos fotoassimilados. Desta forma, caule e folha não se comportam como um órgão único sob alta demanda de drenos. A área foliar não foi afetada pela ausência de frutos, o que elevou o peso foliar específico, devido ao maior acúmulo de matéria seca nas folhas, indicando que plantas de abobrinha italiana adaptam-se a uma alta relação fonte-dreno (baixa demanda de drenos) elevando o acúmulo de matéria seca nas folhas.

Palavras-chave: *Cucurbita pepo*, relação fonte-dreno, fisiologia da produção, produção de matéria seca, cultivo sem solo.

VEGETATIVE GROWTH OF SUMMER SQUASH ACCORDING TO THE SINK DEMAND

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the sink demand effect on the biomass production and partitioning of summer squash plants growing in raw rice husk medium with nutrient solution recirculating in greenhouse from February to May of 2006. Two treatments were studied: 1 – the daily all ovaries thinning (low sink demand) and 2 – the fruits maintenance (high sink demand). At the end of crop (55 days after setting), the fresh and dry matter production and partitioning were determinate. The results indicated that the total

fresh and dry matter production were not affected by the absence of fruits in the plants. In the plants that the fructification was allowed, the fruits comprised approximately 35% of the total above-ground plant dry matter production. The presence of fruits in the plants promoted a higher proportional reduction of stem than of leaves dry matter, showing that fruits compete more strongly with the stem than with the leaves for assimilates. Thus, stem and leaves do not act as an only organ under high sink demand. The leaf area was not affected by fruit absence, which elevated the specific leaf weight due the higher leaves dry-matter accumulation, indicating that summer squash plants adapt to a low sink-source ratio (low sink demand) increasing the leaves dry matter accumulation.

Keywords: *Cucurbita pepo*, sink-source ratio, production physiology, dry matter production, soilless cultivation.

INTRODUÇÃO

O estudo da fisiologia da produção das culturas tem buscado detectar os pontos de estrangulamento que limitam a eficiência do processo de produção (ANDRIOLO, 1999), relacionando principalmente, a produção final de uma cultura com a distribuição de biomassa (matéria fresca e seca) e as relações de competição existentes entre os diferentes órgãos da plantas.

A distribuição de matéria seca em uma planta é o resultado final de um conjunto ordenado de processos metabólicos e de transporte que governam o fluxo de fotoassimilados através de um sistema fonte-dreno (PEIL e GÁLVEZ, 2005), considerando, basicamente, as folhas como fonte e os frutos, flores, raízes, tubérculos e meristemas como drenos de fotoassimilados (ANDRIOLO, 1999).

O rendimento de uma cultura é determinado pela capacidade de acumular biomassa nos órgãos que se destinam à colheita. Um incremento proporcional da biomassa destinada a esses órgãos garante um incremento do rendimento sem afetar a intensidade de crescimento total da planta (CHALLA e HEUVELINK, 1993).

No entanto, existem limites para a fração de assimilados que pode ser alocada para os frutos, pois as plantas necessitam destinar uma quantidade suficiente para os órgãos vegetativos, a fim de manter a sua capacidade produtiva futura (PEIL e GÁLVEZ, 2005).

Nas hortaliças de frutos, estes são os principais órgãos importadores de assimilados e competem fortemente entre eles e com os demais órgãos da planta (PEIL e GÁLVEZ, 2005). Nos casos do meloeiro (DUARTE, 2006) e

do pepineiro (PEIL e GÁLVEZ, 2002), os frutos competem de forma indistinta entre o caule e as folhas, indicando que estes dois órgãos comportam-se como um compartimento único de armazenamento de fotoassimilados.

Um dos instrumentos que tem auxiliado o desenvolvimento e o manejo da agricultura em ambientes protegidos tem sido a utilização de modelos matemáticos que buscam prever o comportamento das culturas ao longo do ciclo de cultivo. Modelos são importantes ferramentas para testes de hipóteses e para descrever e entender os complexos sistemas e realizar comparações entre diferentes cenários. Podem ser utilizados na tomada de decisões para prever sistemas, bem como, para planejar a produção final (MARCELIS, 1998).

Atualmente, os modelos de previsão do crescimento das hortaliças de fruto consideram o caule e as folhas como um compartimento único. Esse compartimento é alimentado pela fotossíntese e é onde todos os órgãos da planta buscariam os assimilados necessários para seu crescimento e funcionamento (HEUVELINK, 1995). O perfeito conhecimento do comportamento de uma cultura é fundamental para a obtenção de modelos matemáticos que representem, de forma adequada, o crescimento das plantas.

Vários trabalhos têm sido realizados com o objetivo de estudar o crescimento vegetativo e o comportamento da relação de distribuição de biomassa entre caule e folha sob diferentes demandas de drenos para as culturas do pepineiro (MARCELIS, 1994; PEIL e GÁLVEZ, 2002), do meloeiro (DUARTE, 2006) e do tomateiro (HEUVELINK, 1995), fornecendo conhecimento sobre o comportamento dessas culturas e subsídios à elaboração de modelos matemáticos de previsão do crescimento e rendimento.

Entretanto, pesquisas relacionadas ao crescimento da abobrinha italiana são escassas, ainda mais em se tratando das relações existentes entre os órgãos da planta e as relações fonte-dreno que determinam a produção e a distribuição de biomassa, e conseqüentemente, a capacidade produtiva da planta. Assim, a quantificação da produção e da distribuição de biomassa da cultura, permite subsidiar a elaboração de modelos de crescimento e produção em futuros trabalhos.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi de quantificar o crescimento vegetativo da abobrinha italiana em função da demanda de drenos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em uma estufa modelo “Arco Pampeana”, disposta no sentido Norte-Sul, revestida com filme de polietileno de baixa densidade (150 μ m de espessura), compreendendo uma área de 210m² (10 x 21m), com o solo coberto com plástico dupla face branco/preto, localizada no Campus Universitário da Universidade Federal de Pelotas (com coordenadas geográfica aproximadas de: 31° 52’ S; 52° 21’ W e altitude de 13m). No dia 24 de fevereiro de 2006, efetuou-se a semeadura da abobrinha italiana cv. Caserta (*Cucurbita pepo* var. *melopepo*), em bandejas de poliestireno com 72 células, contendo como substrato vermiculita, em sistema de bandejas flutuantes para a fertirrigação das mudas. A solução nutritiva utilizada foi a mesma empregada para o cultivo definitivo, porém, na concentração de 50% (condutividade elétrica inicial de 1,10dS m⁻¹). Aos 19 dias após a semeadura, as mudas (com aproximadamente três folhas definitivas totalmente abertas) foram transplantadas individualmente para sacos plásticos contendo 13L de casca de arroz in natura, perfurados na base para permitir a drenagem da solução nutritiva excedente à capacidade máxima de retenção de água do substrato. Os sacos utilizados apresentavam dimensões de 0,78 x 0,50m. Após a colocação do substrato, os sacos foram dobrados, grampeados e colados com fitas adesivas, de maneira que as dimensões finais do volume ocupado pelo substrato foram de, aproximadamente, 0,40 x 0,20 x 0,17m.

O sistema de cultivo foi constituído por canais de madeira em número de 18 (7,50 x 0,35 x 0,15m), com declividade de 2%, dispostos em nove linhas duplas, com distância interna de 0,50m e passeio de 1,20m. Os sacos de cultivo foram arranjados nos canais, com espaçamento de 0,70m, e densidade de 1,68 plantas m⁻². Os canais foram revestidos com filme de polietileno dupla face branco/preto, de maneira a formar canais impermeáveis, que se fechavam sobre os sacos de cultivo, constituindo um sistema fechado de cultivo. Os tanques de armazenamento da solução nutritiva se encontravam enterrados próximo à extremidade de cota menor, ao final de cada linha dupla de canais. Um conjunto moto-bomba (¼HP) em cada tanque impulsionava a solução nutritiva para a cota de maior valor do canal através de um cano de PVC de 25mm. A partir deste ponto, a solução era fornecida às plantas por meio de uma mangueira de polietileno de ½ polegada perfurada para a

colocação de dois espaguetes por saco. As plantas foram tutoradas individualmente, com um fio de ráfia amarrado a uma linha de arame preso a estrutura da estufa na altura de 3,5m.

A solução nutritiva empregada foi a recomendada por Castro (1999) para a cultura da abobrinha italiana em substratos, sendo a composição de macronutrientes a seguinte (em mmol L⁻¹): 16,0 de NO₃⁻; 1,5 de H₂PO₄⁻; 2,7 de SO₄⁻²; 1,0 de NH₄⁺; 7,5 de K⁺; 5,0 de Ca²⁺ e 2,2 de Mg²⁺, apresentando uma condutividade elétrica inicial de 2,1dS m⁻¹. Para os micronutrientes foi utilizada a recomendação para a cultura do meloeiro, segundo Castro (1999), em função da inexistência de recomendação para a abobrinha italiana, na seguinte composição (em mg L⁻¹): 4,00 de Fe; 0,56 de Mn; 0,26 de Zn; 0,03 de Cu; 0,22 de B e 0,05 de Mo.

A solução nutritiva foi monitorada diariamente por meio das medidas de condutividade elétrica (empregando-se um eletrocondutivímetro manual digital) e de pH (empregando-se um pHmetro manual digital); o pH foi mantido entre 5,5 e 6,5 por meio da adição de solução de correção à base de hidróxido de potássio (KOH 1N) ou ácido sulfúrico (H₂SO₄ 1N).

A reposição de nutrientes ou de água foi realizada por meio da adição de solução estoque concentrada ou de água, quando o valor da condutividade elétrica apresentava, respectivamente, diminuição ou aumento, da ordem de 15%.

As plantas foram fertirrigadas por fluxo intermitente, programado por um temporizador em oito intervalos de tempo pré-estabelecidos. A vazão média diária por planta foi estabelecida conforme a fase de desenvolvimento, com base em dados de consumo d'água e coeficiente da cultura da abobrinha cultivada a campo (KLOSOWSK, 1999), devido à falta de dados referentes à cultura em ambiente protegido, mais 20% de solução nutritiva para drenagem, resultando em 0,80L planta dia⁻¹ na fase inicial (crescimento vegetativo) e 1,60L planta dia⁻¹ na segunda fase (florescimento e frutificação).

O fator experimental estudado foi a demanda de drenos na cultura. Para tanto, foram selecionadas duas plantas em cada dupla fileira para o estudo da repartição de biomassa. Na primeira foi permitida a frutificação normal da planta; na segunda foram retirados todos os ovários diariamente, não permitindo o desenvolvimento dos frutos. Assim, constituíram-se os dois tratamentos experimentais: alta e baixa demanda de drenos expressas,

respectivamente, pela presença ou pela ausência total de frutos nas plantas. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com 9 repetições, sendo que cada dupla fileira foi constituída por 22 plantas.

O crescimento da cultura foi quantificado por meio da determinação da biomassa aérea das plantas, 55 dias após o transplante, incluindo os frutos colhidos durante o processo produtivo, bem como as folhas provenientes da desfolha antecipada.

As plantas, nas quais se permitiu o crescimento dos frutos, foram separadas em três frações: folha (incluindo pecíolos), caule e frutos, compondo desta forma, o total da planta. Aquelas nas quais foi realizada a remoção de ovários foram divididas em duas frações: folha (incluindo pecíolos) e caule, compondo o total da planta.

Estas frações foram pesadas para a obtenção das massas fresca e seca. A massa seca foi obtida após secagem em estufa de ventilação forçada a 65°C, até peso constante. Determinou-se, também, a área foliar acumulada ao final do experimento, por meio de medidor de imagens (LI-COR, modelo 3100). Com base nestes dados, estabeleceram-se a produção e a distribuição de matéria seca entre os diferentes órgãos da planta, bem como o peso foliar específico (matéria seca das folhas/área foliar) e os teores de matéria seca. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias testadas pelo teste F com um nível de significância de 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ausência de frutos nas plantas não afetou significativamente a produção total de matéria fresca (Tabela 1) e seca (Tabela 2) da planta. No entanto, a fração vegetativa e seus componentes apresentaram diferentes comportamentos nos dois tratamentos estudados, sendo que a matéria fresca e seca da fração vegetativa, de folhas e de caule, foi maior nas plantas que apresentaram baixa demanda de drenos. A matéria seca vegetativa foi aproximadamente 56% maior em plantas com baixa demanda de drenos (frutos ausentes) em função da maior produção de matéria seca do caule e das folhas (Tabela 2).

A presença de frutos nas plantas reduziu de forma contundente o crescimento das folhas e do caule. Os frutos corresponderam à aproximadamente

35% da matéria seca total das plantas nas quais se permitiu à frutificação (Tabela 3). Desta forma, na abobrinha italiana, nessa estação de cultivo, os frutos não foram os maiores drenos de fotoassimilados, uma vez que as folhas representaram aproximadamente 56% da matéria seca total das plantas que frutificaram (Tabela 3). Assim, a fração folhas caracterizou-se como a maior fonte e, ao mesmo tempo, como o maior dreno de fotoassimilados. Este comportamento difere do encontrado por Peil e Gálvez (2002) para o pepineiro e Duarte (2006) para o meloeiro, nos quais, os frutos corresponderam a aproximadamente 60% da matéria seca total produzida pela parte aérea das plantas, valor este que os caracteriza como maiores drenos de fotoassimilados nessas culturas.

A colheita dos frutos na cultura da abobrinha italiana ocorre quando estes ainda estão imaturos, em média seis dias após a antese; no pepineiro em torno de 10 a 14 dias após a antese (PEIL e GÁLVEZ, 2002) e no meloeiro em torno de 28 a 30 dias após a antese (DUARTE, 2006). Os frutos do meloeiro são colhidos no ponto de maturação fisiológica; caso ocorresse o mesmo com a abobrinha italiana, os valores poderiam ser semelhantes aos do meloeiro, no entanto, esta característica é indesejada para a comercialização dos frutos nesta cultura. No pepineiro, os frutos permanecem por um período de tempo maior na planta, comparado à abobrinha italiana, o que pode levar à maior alocação de matéria seca aos frutos. Porém, parece mais correto afirmar que esta é uma característica inerente à cultura da abobrinha italiana, uma vez que sua arquitetura foliar e seu hábito de crescimento diferem completamente do meloeiro e do pepineiro, além de apresentar ciclo inferior às culturas citadas.

Assim, a distribuição da matéria seca, dada pela relação da matéria seca do órgão/matéria seca da planta (Tabela 3), revelou que o principal órgão armazenador de matéria seca na cultura da abobrinha italiana são as folhas. No entanto, o crescimento do caule sofreu maior influência com a remoção dos frutos, uma vez que houve um aumento superior a 100% na matéria seca produzida por este órgão, enquanto houve apenas 49% de incremento da produção de matéria seca das folhas (Tabelas 2). Assim, pode-se concluir que nas plantas em que se permitiu a frutificação, os frutos competiram mais fortemente com o caule do que com as folhas pelos assimilados.

A possível existência de um compartimento de estocagem (pool) temporário dos assimilados de carbono localizado na fração vegetativa da planta,

para sua posterior utilização, foi sugerida por De Koning (1994). Desta forma, a planta, quando apresenta uma alta relação fonte-dreno, armazena os fotoassimilados até que esta relação seja modificada pelo desenvolvimento dos drenos (frutos, no caso). Para a abobrinha italiana, os resultados indicam que dentre os órgãos vegetativos, o caule é proporcionalmente mais afetado do que as folhas pela alta demanda de drenos, pois houve maior redução proporcional da fração de matéria seca alocada no caule (aproximadamente 51% de redução) em relação à redução observada na fração alocada para as folhas (aproximadamente 33% de redução) nesta situação (Tabelas 2).

A ausência de frutos na planta causou a modificação da relação de distribuição de matéria seca entre caule e folha dentro da fração vegetativa, com redução da proporção destinada às folhas e aumento da proporção representada pelo caule (Tabela 3), confirmando que, para a abobrinha italiana, folhas e caule não se comportam como um compartimento único de estocagem de fotoassimilados. Esse comportamento difere do observado para o pepineiro (MARCELIS, 1994; PEIL e GÁLVEZ, 2002), para o meloeiro (DUARTE, 2006) e para o tomateiro (HEUVELINK, 1995), corroborando com a afirmação de que os frutos competem mais com o caule do que com as folhas na cultura da abobrinha italiana.

A ausência de frutos na planta elevou o peso foliar específico (PFE - Tabela 4), ou seja, ocorreu maior acúmulo de fotoassimilados por unidade de área foliar nas folhas de plantas sem frutos em comparação com aquelas com frutos, indicando que as folhas apresentaram maior espessura de limbo. Este fato se deve, principalmente, pela maior produção de matéria seca das folhas dessas plantas, uma vez que a área foliar não foi afetada significativamente (Tabela 4). Desta forma, plantas de abobrinha italiana apresentam comportamento semelhante ao do pepineiro e do meloeiro, que, quando submetidos à alta relação fonte-dreno aumentam o PFE. Contudo, a ausência de diferença significativa entre a produção total de matéria seca em plantas que frutificaram e plantas com baixa demanda de drenos (Tabela 2), leva-nos a inferir que esse maior PFE não acarretou inibição significativa da atividade fotossintética, pois, caso ocorresse a inibição da atividade fotossintética, a produção de matéria seca total das plantas com baixa demanda de drenos deveria ser significativamente inferior em relação àquelas com alta demanda de drenos.

Em plantas de tomateiro uma baixa demanda de drenos (alta relação

fonte-dreno) aumenta o conteúdo de carboidratos devido à maior disponibilidade destes na planta, o que, frequentemente, leva a inibição da fotossíntese como resultado final (NEDERHOFF et al., 1992). Enquanto que, para o pepineiro, não foi observada uma redução da fotossíntese como resposta ao aumento da relação fonte-dreno (MARCELIS, 1991).

A baixa demanda de drenos reduziu o teor de matéria seca das folhas (Tabela 4), sem afetar o teor de matéria seca do caule. Estes resultados contrariam o esperado, uma vez que a redução de frutos na planta, normalmente, traz como consequência, a elevação do teor de matéria seca das folhas (PEIL e GÁLVEZ, 2002; DUARTE, 2006). Observou-se que a matéria fresca produzida pelas folhas (Tabela 1) aumentou em 76,4%, enquanto que a matéria seca (Tabela 2) aumentou somente 32,9 % nas plantas com ausência de frutos, sendo esta segunda variável, portanto, proporcionalmente menos afetada pela baixa demanda de drenos. Adicionalmente, deve-se ter em consideração que, nas plantas em se que permitiu a frutificação, o teor de matéria seca dos frutos foi de somente 3,5%, indicando que estes têm conteúdo de água muito superior ao dos órgãos vegetativos. Estes resultados levam a supor que a retirada total dos frutos interferiria no fluxo interno de água da planta, de forma que, parte da água que seria destinada aos frutos foi destinada às folhas, aumentando de forma expressiva a produção de matéria fresca destes órgãos, o que ocasionou a redução do seu teor de matéria seca.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos indicam que o crescimento da abobrinha italiana cv. Caserta, representado pela produção e distribuição de biomassa dos diferentes órgãos das plantas, é influenciado pela demanda de drenos. Os frutos competem mais fortemente com o caule do que com as folhas pelos fotoassimilados disponíveis. Portanto, nessa cultura o comportamento é diferenciado em relação às culturas do pepineiro, meloeiro e tomateiro nas quais, quando submetidas à alta demanda de drenos, caule e folhas comportam-se como um órgão único de armazenamento de fotoassimilados. A acumulação de fotoassimilados não é inibida em condições de baixa demanda de drenos. Plantas de abobrinha italiana adaptam-se a uma alta relação fonte-dreno (baixa demanda de drenos) elevando o acúmulo de matéria seca nas folhas.

REFERÊNCIAS

ANDRIOLO, J. L. **Fisiologia das culturas protegidas**. Santa Maria: UFSM, 1999. 142 p.

CASTRO, A. C. Formulación de la solución nutritiva. Parámetros de ajuste. In: MILAGROS, M. F.; GÓMEZ, I. M. C. (Edits.). **Cultivos sin suelo II**. Curso Superior de Especialización. Almería: DGIFA-FIAPA-Caja Rural de Almería. 1999, 2ed. p. 499-517.

CHALLA, H.; HEUVELINK, E. Economic evaluation of crop photosynthesis. **Acta Horticulturae**, v. 328, p. 219-228, 1993.

DE KONING, A. N. M. **Development and dry matter distribution in glass-house tomato: a quantitative approach**. 1994. 240f. Dissertação (Mestrado em Horticultura). Wageningen Agricultural University.

DUARTE, T. S. **Crescimento do meloeiro cultivado em substrato de casca de arroz com solução nutritiva recirculante**. 2006, 115f. Tese (Doutorado em Agronomia) Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

HEUVELINK, E. Influence of sink-source interaction on dry matter production in tomato. **Annals of Botany**, n.75, p. 381-389, 1995.

KLOSOWSKI, E. S.; LUNARDI, D. M. C.; SANDANIELO, A. Determinação do consumo de água e do coeficiente de cultura da abóbora na região de Botucatu, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande**, v.3, n.3, p.409-412, 1999.

MARCELIS, L. F. M. Effects of sink demand on photosynthesis in cucumber. **Journal of Experimental Botany**, v.42, p.1387-1392. 1991.

MARCELIS, L. F. M. **Fruit growth and dry matter partitioning in cucumber**. 1994, 173f. Tese (Doutorado em Horticultura). Wageningen Ag-

ricultural University.

MARCELIS, L. F. M.; HEUVELINK, E.; GOUDRIAAN, J. Modelling biomass production and yield horticultural crops: a review. **Scientia Horticulturae**. v.74, p. 83-111, 1998.

NEDERHOFF, E. M.; RIJSDIJK, A. A.; GRAAF, R. Leaf conductance and rate of crop transpiration of greenhouse grown cucumber and tomato. **Journal of Horticultural Science**, v.68, n.6, p.925-937, 1992.

PEIL, R. M. N. **Radiación solar interceptada y crecimiento del pepino cultivado en NFT**. Almería, 2000. 210 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrônômica). Universidad de Almería.

PEIL, R. M. N.; GÁLVEZ, J. L. Effect of Fruit Removal on Growth and Biomass Partitioning in Cucumber. **Acta Horticulturae**, v. 588, p. 69-74, 2002.

PEIL, R. M. N.; GÁLVEZ, J. L. Reparto de matéria seca como factor determinante de la producción de las hortalizas de fruto cultivadas em invernadero. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 11, n. 1, p. 05-11, 2005.

Tabela 1. Efeito da demanda de drenos na planta da abobrinha italiana sobre a matéria fresca total acumulada pela planta, fração vegetativa, folhas, caule e frutos aos 55 dias após o transplante. Pelotas, UFPEL, 2006.

Demanda de Drenos	Matéria Fresca (g planta ¹)				
	Total ¹	Fração Vegetativa ²	Folha	Caule	Fruto
Baixa (Frutos Ausentes)	3051,36 a ³	3051,35 a	2607,91 a	443,44 a	00,00
Alta (Frutos Presentes)	3560,26 a	1711,75 b	1478,61 b	233,14 b	1848,50
CV (%)	34,16	27,76	28,71	25,84	-

¹.Matéria fresca total da planta corresponde à parte aérea (folhas + caule + frutos);

².Matéria fresca da fração vegetativa corresponde à soma: folhas + caule;

³.Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem significativamente pelo teste t de Student (P < 5%).

Tabela 2. Efeito da demanda de drenos na planta da abobrinha italiana sobre a matéria seca total acumulada pela planta, pela fração vegetativa, pelas folhas, pelo caule e pelos frutos aos 55 dias após o transplante. Pelotas, UFPEL, 2006.

Demanda de Drenos	Matéria Seca (g planta ⁻¹)				
	Total ¹	Fração Vegetativa ²	Folha	Caule	Fruto
Baixa (Frutos Ausentes)	185,43 a	185,43 a	153,92 a	31,51 a	00,00
Alta (Frutos Presentes)	183,23 a	118,67 b	103,24 b	15,42 b	64,57
CV (%)	27,8	26,06	26,86	28,72	-

¹Matéria seca total da planta corresponde à parte aérea (folhas + caule + frutos);

²Matéria seca da fração vegetativa corresponde à soma: folhas + caule;

³Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem significativamente pelo teste t de Student (P < 5%).

Tabela 3. Efeito da demanda de drenos na cultura da abobrinha italiana sobre as relações de distribuição proporcional da matéria seca produzida pelos órgãos da planta/total da planta, e pelas folhas e caule/fração vegetativa (FV). Pelotas, UFPEL, 2006.

Demanda de Dreno	Relação de matéria seca (órgão/planta) ¹				Relações de Matéria Seca (órgão/FV) ²	
	FV	Folha	Caule	Fruto	Folha/FV (g g ⁻¹)	Caule/FV (g g ⁻¹)
Baixa (Frutos Ausentes)	1,00a ³	0,83 a	0,17 a	0,00b	0,83 b	0,17 a
Alta (Frutos Presentes)	0,65 b	0,56 b	0,08 b	0,35a	0,87 a	0,13 b
CV (%)	7,41	9,12	15,43	10,30	3,45	3,45

¹.Relação entre órgão e o total da planta que corresponde à parte aérea (folhas + caule + frutos);

².Relação entre o órgão e a fração vegetativa que corresponde à soma: folhas + caule;

³.Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem significativamente pelo teste t de Student (P < 5%).

Tabela 4. Efeito da demanda de drenos na planta da abobrinha italiana sobre a área foliar acumulada aos 55 dias após o transplante, o peso foliar específico (PFE) e o teor de matéria seca do caule e das folhas. Pelotas, UFPEL, 2006.

Demanda de Dreno	Área Foliar (cm ² planta ⁻¹)	PFE ¹ (g cm ⁻²)	Teor de Matéria Seca (%)	
			Folha	Caule
Baixa (Frutos Ausentes)	10723,08 a ²	0,01435 a	5,90 b	7,09 a
Alta (Frutos Presentes)	9509,04 a	0,01086 b	6,98 a	6,69 a
CV (%)	30,63	22,04	16,35	13,16

¹PFE corresponde à relação matéria seca de folhas/área foliar;

²Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem significativamente pelo teste t de Student (P < 5%).

CULTIVO DE CRISÂNTEMO (*Dendranthema grandiflora*) EM SOLO ADUBADO COM RESÍDUOS ORGÂNICOS

Ana Maria Conte e Castro¹; Carmen Silvia Fernandes Boaro²; João Domingos Rodrigues²;
Emerson Fey³

¹Prof^a. Universidade Estadual do Norte do Paraná-Campus Luiz Meneghel-Bandeirantes. Setor de Produção Vegetal. telefone (43) 3542-8048. Rod. Br 369, km 54, Vila Maria CEP 86360-000 - Bandeirantes-PR, e-mail: acastro@uenp.edu.br; ²Prof^a. IBB/UNESP, Botucatu, SP; ³Prof. Centro de Ciência Agrárias do Campus de Marechal C. Rondon/UNIOESTE, Marechal Cândido Rondon, PR.

RESUMO: O objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos da substituição da adubação orgânica convencional por composto de lixo urbano e lodo de esgoto nas características de um Latossolo Vermelho-Amarelo, distroférico, cultivado com crisântemo de corte. O experimento foi realizado sob cultivo protegido, na Fazenda Experimental de São Manoel, da Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, Campus de Botucatu/SP. O composto de lixo urbano e o lodo de esgoto são provenientes da Estação de Tratamento de Lixo Urbano, do município de Marechal Cândido Rondon-PR e da Estação de Tratamento de Esgoto, instalada na FCA-UNESP-Campus de Botucatu, respectivamente. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 2X4, onde foram utilizados dois resíduos urbanos (composto de lixo urbano - CLU) e (lodo de esgoto - LE) e quatro doses (0, 10, 20 e 30 ⁻¹, com 4 repetições). Foram avaliados teores de macro e micronutrientes do solo, granulometria, densidade do solo e de partícula e estabilidade de agregados. Os resultados permitiram concluir que o aumento das doses de resíduos incorre no aumento dos valores de pH, MO, H+Al, SB, CTC, V%, Ca, Zn, Mn Fe, Cu e na diminuição da densidade de partícula, independente do tipo de resíduo.

Palavras-chave: lodo de esgoto, composto de lixo urbano, biossólido.

CULTIVATION OF CHRYSANTHEMUM (*Dendranthema grandiflora*) IN SOIL FERTILIZED WITH ORGANIC WASTE

ABSTRACT: The present work had as objective evaluates the substitution of the conventional organic manuring for the composed of urban garbage and sewage sludge and the influence in the characteristics of a Latossolo Vermelho-Amarelo, distroférico. The experiment driven under protected cultivation, using the culture of the cut chrysanthemum, in São Manoel Experimental Farm, of University of Agronomic Sciences of UNESP, Campus of Botucatu-São Paulo-Brazil. The composed of urban garbage and the sewer mud is coming of the Station of Treatment of Urban Garbage, of the municipal district of Marechal Cândido Rondon-Paraná-Brazil, and of the Station of Treatment of Sewer, installed in FCA/UNESP/Campus of Botucatu-Brazil, respectively. The experimental design was entirely in randomized blocks with in factorial outline 2X4, where two biossolids were used: composed

of urban garbage (CUG) and sewage sludge (SS) and four doses: 0, 10, 20 and 30Mg ha⁻¹, with 4 repetitions. They were appraised macro tenors and micronutrients of the soil, texture, density of the soil and of particle and stability of aggregates. The data were appraised for the program ESTAT. The results allowed end that: the addition of CUG and SS of most of the characteristics of the soil it was not influenced by the biossolid type. Growing doses, it increased the pH, material organic, H+Al, SB, CTC, V%, Ca, Zn, Mn Fe and it reduced the density of particle of the soil.

Keywords: sewage sludge, composed of urban garbage, biossolids.

INTRODUÇÃO

Com o aumento da população e o crescimento desordenado das cidades, observa-se uma preocupação com a elevada quantidade de material orgânico gerado nas mais diferentes atividades. Com o intuito de resgatar melhores condições de vida em ambientes degradados, várias pesquisas vêm sendo desenvolvidas com o objetivo de reaproveitar esses resíduos utilizando-os na agricultura em substituição aos fertilizantes convencionais, em especial no cultivo de plantas ornamentais.

O tratamento desses resíduos urbanos por meio da compostagem poderá resultar num produto estabilizado com larga utilidade para a agricultura e atividades correlatas como fator de melhoria das propriedades físicas e químicas do solo (OLIVEIRA, 1997).

Uma das formas de apresentação desse material é o lodo de esgoto, sendo que sua distribuição em áreas agrícolas parece ser a mais vantajosa do ponto de vista econômico (KORENTAJER, 1991), além do aproveitando como fonte de nutrientes, pois possui elevado teor de matéria orgânica, teores de nitrogênio, fósforo, potássio, zinco, cobre, manganês e molibdênio, e de proporcionar uma melhor estruturação do solo, (SANTOS, 1984)

Atualmente estão sendo utilizados materiais alternativos, geralmente resíduos, como o composto de lixo urbano (CLU), na adubação orgânica para as flores, como componentes de substratos, em complementação a adubação química e como condicionadores do solo, (CONTE e CASTRO et al., 2001ab). Ruppenthal e Conte e Castro (2005), avaliando diferentes doses de CLU na caracterização química do solo sob cultivo de gladiolo, observou que com o uso desse resíduo urbano houve incremento no pH e mantiveram teores adequados de P e K no solo.

Entre os principais fatores que limitam o uso de CLU, citam-se alto valor de pH e teor total de sais solúveis (CHANYASAK et al., 1983; GLÓRIA, 1992), outra limitação na utilização do CLU é a presença de metais pesados.

Trabalhando com duas variedades de crisântemo de vaso, em diferentes misturas de substratos contendo composto de lixo urbano, Stringheta (2003), concluiu que excetuando o K, os demais nutrientes avaliados foram influenciados pelas maiores concentrações de composto de lixo urbano utilizados.

Segundo Bergamin et al. (1994), vários resíduos urbanos, oriundos de compostagem de lixo urbano, são empregados no cultivo de plantas ornamentais, sendo esse segmento da agricultura um dos principais consumidores dos produtos gerados a partir da reciclagem. Sanderson (1980), ressalta que a utilização deste composto, é ideal para a produção de plantas ornamentais, pois não se tem o hábito de utilizar as mesmas na alimentação humana, isentando os riscos à saúde por ingestão eventual de metais pesados ou agentes infecciosos absorvidos de CLU pelo sistema radicular.

Pivot (1988) estudou o uso de compostos orgânicos domiciliares na cultura da gébera, observando mudanças nas propriedades físicas e químicas do solo, no valor comercial das flores e na época de florescimento. Abreu Júnior et al. (2002), estudaram a aplicação de CLU em 21 solos ácidos e 05 alcalinos e constataram que houve aumento nos teores de N e S para todos os solos e que o P só aumentou nos solos ácidos, independente das doses utilizadas.

Os principais efeitos da aplicação de CLU nas propriedades químicas dos solos são: a elevação do pH e do teor de MO, redução da acidez trocável e potencial, aumentos na disponibilidade de N, P, Ca, Mg, e K, (ABREU JÚNIOR et al., 2000; OLIVEIRA, 2000).

O uso de CLU na avaliação das características químicas de solos de granulometria argilosa e arenosa, segundo Breda et al. (2002); Conte e Castro et al. (2002a), para a cultura do gladiolo, contribuíram para a elevação dos teores de nutrientes nos dois tipos de solo, sendo que no arenoso os benefícios foram mais elevados.

Breda (2003) aplicou LE no solo cultivado com milho e observou, que independente da dose, houve aumento nos teores de matéria orgânica, P, micronutrientes (B, Cu, Mn e Fe), bem como na CTC do solo, além da

diminuição do pH e nos teores de K, Ca e Mg, com conseqüente aumento da acidez potencial.

Villas Boas (1984) estudou a disponibilidade de fósforo originário do lodo de esgoto aplicado ao solo e verificou que a adição do resíduo resultou em teores de P disponível superiores à testemunha, porém inferiores ao tratamento com adubação química. A avaliação da aplicação de LE nas propriedades químicas de diferentes solos foi estudada por Oliveira et al. (2001), onde os autores observaram que após a aplicação de lodo, o mesmo mostrou-se como importante fonte de P, Ca e matéria orgânica nos solos.

Para avaliar o efeito residual LE sobre o carbono orgânico de um Cambissolo Álico de textura argilosa, Lira et al. (2002), observaram que não houve efeito da adição do LE sobre o teor de matéria orgânica do solo, em nenhuma dose utilizada. A aplicação de LE em *Catharanthus roseus*, em três tipos de solo, mostrou resultados positivos no crescimento e no número de flores, em todos os solos estudados (DEVITT et al., 1991).

Silva et al. (2002) aplicaram 54⁻¹ de LE em Latossolo Vermelho distroférico, observaram que o resíduo urbano incorporou a esse solo, em kg ha⁻¹, respectivamente 240 de P, 320 de N, 160 de Ca e 13 de K e que as concentrações de metais pesados presentes nos resíduos, não foram críticas.

A utilização de LE em Latossolo Vermelho distroférico, em dois anos consecutivos, promoveram aumentos no pH e na condutividade elétrica, nos dois anos analisados, segundo Oliveira et al. (2002). O efeito da aplicação de LE, nos atributos químicos do solo e como fornecedor de nutrientes, para a cultura do eucalipto, foi estudado por Vaz e Gonçalves (2002). Seis meses após a aplicação do resíduo, não foram observadas alterações do pH e dos teores de P, Mg, Zn, Cu e B no solo, porém 13 meses após aplicação, esses valores foram elevados.

Vários autores citam o aumento do pH, CTC e teores de macronutrientes, principalmente N, P e Ca em solos com uso de LE (TSUTYA, 2000; SUI e THOMPSON, 2000). Lopes et al. (2003) avaliaram em diferentes solos cultivados com crisântemo e observaram que doses acima de 3,0g L⁻¹ de resíduo ocasionou desequilíbrio nutricional, fitotoxidez de Zn, resultando em queda da produção.

O presente trabalho teve como objetivos avaliar os efeitos da substituição da adubação orgânica convencional, pelo uso de resíduos urbanos,

avaliando sua influência nas características químicas e físicas do Latossolo Vermelho-Amarelo, distroférico.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido sob cultivo protegido, na Fazenda de São Manoel, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, Campus de Botucatu, de coordenadas 24° 44' latitude Sul e 48° 34' longitude Oeste. A região apresenta clima subtropical úmido, com precipitação média anual de 1404mm e temperatura média anual de 22°C. O experimento foi realizado de maio a agosto de 2003. O solo é um Latossolo Vermelho-Amarelo distroférico, cujas características químicas e físicas estão apresentadas na Tabela 1.

Para compor os tratamentos foram utilizados CLU, proveniente da Estação de Tratamento de Lixo Urbano do município de Marechal Cândido Rondon-PR e LE da Estação de Tratamento de Esgoto, instalada na FCA/UNESP/ Campus de Botucatu, cujas características químicas estão apresentadas na Tabela 1. A cultura utilizada foi o crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev), variedade Calábria, cultivado como flor de corte.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 2x4, onde foram utilizados dois resíduos: composto de lixo urbano e lodo de esgoto, aplicados em quatro doses: 0⁻¹, 10⁻¹, 20⁻¹ e 30⁻¹, com 4 repetições. Foram preparados 02 canteiros de 20m², onde foram distribuídos os tratamentos, sendo que os adubos foram incorporados ao solo a profundidade de 0-20cm. Após o preparo dos canteiros, distribuição das parcelas e dos tratamentos, foram transplantadas 50 estacas pré-enraizadas, por parcela, num espaçamento de 8x8cm entre plantas e 50cm entre tratamentos.

Não foi realizada adubação química de plantio, pois a análise inicial do solo (Tabela 1), atendia as necessidades da cultura, porém foram realizadas adubações semanais, em cobertura, via foliar, com as fórmulas 13-40-13 + 0,025% de B; 0,004 de Mo; 0,01 de Cu; 0,07 de Fe; 0,04 de Mn e 0,025 de Zn na dose de 0,3g L⁻¹, até o desponte e 6-12-36-3 +0,025% de B; 0,004 de Mo; 0,01 de Cu; 0,07 de Fe; 0,04 de Mn e 0,025 de Zn, na dose de 0,5g L⁻¹, até o florescimento. A irrigação foi no sistema de gotejamento, conforme necessidade de água pela cultura.

Tabela 1. Resultado da análise química e física do solo no início do experimento e química do composto de lixo urbano e do lodo de esgoto.

Análise química do solo																	
pH CaCl ₂	M.O. g dm ⁻³	P mg dm ⁻³	H+Al	K m mol dm ⁻³	Ca+Mg	SB	CTC	V%									
6,0	17	229	16	0,35	94	102	117	87									
Cu			Mn			Zn			Fe								
----- mg dm ⁻³ -----																	
2,90			68,00			6,90			53,70								
Análise física do solo																	
Granulometria			Densidade			Agregados											
g kg ⁻¹			g cm ³			%											
Areia	Silte	Argila	Solo	Partícula	> 2,00	2,00-1,00	1,00-0,50	<0,50									
778,30	124,30	97,40	1,59	2,65	27,4	11,88	30,08	30,64									
Composto de lixo urbano																	
C/N	MO	P ₂ O	C	K ₂ O	Ca	Mg	S	N	Zn	Mn	Cu	Fe	Na	Cr	Cd	Pb	
-----g kg ⁻¹ -----									-----Mg kg ⁻¹ -----								
10/1	240	17,4	130	1,4	35,9	3,2	12,5	12,5	1026	1004	472	71000	800	77	7	329	
Lodo de esgoto																	
pH	C/N	C	N	P ₂ O ₅	MO	K ₂ O	Ca	Mg	S	Zn	Mn	Cu	Fe	Pb	Cr	Cd	Na
-----g kg ⁻¹ -----									-----mg kg ⁻¹ -----								
5,7	10/1	310	32,2	13,6	560	1,3	20,8	2,1	8	536	208	110	27600	51	28	3	580

Após a colheita das flores, o solo foi amostrado numa profundidade de 0–20cm, foram realizadas análises de macro e micronutrientes do solo, no Laboratório de Análise de Solo da FCA/UNESP/Campus de Botucatu e também foram realizadas análises de granulometria (método do densímetro), densidade de solo (método do torrão impermeabilizado) e de partícula (método do álcool etílico), e estabilidade de agregados (método da via seca), realizadas no Laboratório de Física do Solo da FCA/UNESP/Campus de Botucatu.

Os dados foram comparados com auxílio da análise de variância como blocos ao acaso, utilizando o teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade, e o software utilizado foi o ESTAT.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, pode-se observar que não houve diferenças estatísticas entre os resíduos orgânicos utilizados, porém os valores de pH, MO, H+Al, Ca, SB, CTC e V%, aumentaram de acordo com o aumento da dose do resíduo, concordando com Abreu Júnior et al. (2000) e Oliveira (2000), que afirmaram que a adição de resíduo urbanos em solos, levou ao aumento dos teores de pH, MO, acidez potencial, Ca, Mg, K e P e corroboram com (TSUTYA, 2000; SUI e THOMPSON, 2000). Por outro lado Lira et al. (2002), relataram que o uso de LE, não foi eficaz no aumento da matéria orgânica em um Cambissolo, em nenhuma dose utilizada, esses resultados discordam dos obtidos nesse trabalho pois à aplicação de 30⁻¹ houve um incremento em relação à testemunha de 13,75g dm⁻³, como pode ser observado na Tabela 2, esse incremento é muito favorável, pois se trata de um solo de granulometria arenosa.

Os teores dos micronutrientes Zn e Mn (Tabela 3), apontam significância estatística semelhante aos macronutrientes, ou seja não variaram quanto à aplicação de composto de lixo urbano e lodo de esgoto, porém variaram quanto às diferentes doses, observando que o Mn teve um comportamento inverso, pois as maiores doses foram inferiores à testemunha. Esses resultados discordam quanto aos micronutrientes (B, Cu e Fe), e concordam com os teores de Mn de Breda (2003), para Vaz e Gonçalves (2002), essas observações foram feitas para Zn, Cu e B.

A densidade de partícula dos latossolos de granulometria arenosa, como é o caso do solo utilizado nesse estudo, está em torno de 2,60 - 2,65g cm³, pois se trata de um solo caracteristicamente rico em quartzo, e portanto quando é observado na Tabela 3, nota-se que a densidade de partícula variou, com o uso de resíduos. Uma possível explicação pode estar na heterogeneidade do material amostrado, pois a amostra tomada para análise, pode ter levado consigo uma quantidade maior de material mais leve e portanto apresentar valores médios de densidade de partículas em torno de 2,55g cm³.

Na Tabela 4, são apresentados os desdobramentos da interação entre os resíduos utilizados e as diferentes doses aplicadas para o Cu e Fe. Para o Cu foram observados valores superiores quando se utilizou CLU. Além disso, a maior dose de CLU resultou em maior teor de Cu no solo. Quanto às doses de LE, pode-se afirmar que os resultados foram estatisticamente semelhantes.

Tabela 2. Resultados da análise química do solo, em função de doses de resíduos urbanos.

Bissól.	pH (CaCl ₂)	MO (g dm ⁻³)	P (mg dm ⁻³)	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V (%)
------(mmol dm ⁻³)-----										
CLU	6,12a	27,81a	317,06a	16,00a	2,42a	77,00a	17,88a	91,19a	113,12a	84,62a
LE	6,10a	30,06a	317,75a	16,25a	2,52a	75,12a	17,71a	95,50a	111,81a	84,81a
DMS	0,18	4,27	7,48	1,36	0,67	13,00	2,39	15,01	14,16	2,62
Doses (Mg ha ⁻¹)										
00	5,90b	25,75b	321,00a	17,50a	2,60a	65,00b	18,00a	85,25 b	102,75 b	82,50 b
10	6,06ab	26,25ab	310,50a	16,63ab	2,04a	70,38b	16,88a	89,12ab	105,88ab	83,12 b
20	6,1ab	29,88ab	313,63a	16,00ab	3,09a	73,38ab	17,75a	94,38ab	110,38ab	84,75ab
30	6,35a	33,88a	324,50a	14,38b	2,16a	95,50a	18,75a	116,62a	130,88a	88,50a
CV(%)	4,06	20,10	3,21	11,44	36,81	23,25	18,22	21,39	17,12	4,21
DMS	0,34	8,11	14,19	2,57	1,27	24,65	4,53	28,46	26,85	4,97
F	4,51 *	3,36 *	3,22 *	4,08 *	2,19ns	4,62 *	0,45 ns	3,77 *	3,46 *	4,55 *

ns= não significativo * = significativo a 5% pelo teste de Tukey

Médias de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Para o Fe foi observado que os resultados onde se utilizou LE se mostraram superiores quando comparados com o CLU. As diferentes doses de CLU mostraram valores de Fe estatisticamente similares. Para esses micronutrientes os resultados concordam com Breda (2003); Vaz e Gonçalves (2002).

Os resultados da análise física do solo, para granulometria, densidade de solo e estabilidade de agregados (Tabela 5), mostraram que não houve diferenças estatísticas entre os resíduos utilizados e nem entre as diferentes doses, apesar da literatura mostrar que a incorporação de resíduos orgânicos tendem a diminuir a densidade do solo. Um exemplo disso é a densidade que foi de 1,74Mg m⁻³ nos tratamentos com 0⁻¹ e em média de 1,66g cm³ para os demais tratamentos. Isso pode ser atribuído, a ação do sistema radicular, que ao se desenvolver tende a proporcionar uma aproximação das partículas do solo.

Tabela 3. Resultados da análise do boro, manganês e densidade de partícula em função de doses de resíduos urbanos.

	Zn	B	Mn	Dp
Resíduo urbano	(mg dm ⁻³)			Mg m ⁻³
CLU	17,35a	0,42a	10,89a	2,56a
LE	19,78a	0,48a	10,11a	2,56a
CV (%)	24,38	22,24	13,22	1,55
DMS	3,33	0,07	1,02	0,03
F	2,29 ns	2,74 ns	2,49 ns	0,01 ns
Doses (Mg ha ⁻¹)				
00	15,40 b	0,42a	11,58a	2,59a
10	17,44ab	0,39a	10,35ab	2,58a
20	17,68ab	0,48a	10,55ab	2,56ab
30	23,74a	0,50a	9,53 b	2,51 b
CV (%)	24,38	22,24	13,22	1,55
DMS	6,31	0,14	1,94	0,06
F	5,05*	2,27ns	2,94*	5,56*

ns= não significativo * = significativo a 5% pelo teste de Tukey Médias de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Uma melhoria física desejável e muito importante para os solos, diz respeito à estabilidade de agregados, pois um solo desestruturado está sujeito a inúmeros problemas como erosão, perda de água e nutrientes. Os dados da Tabela 1 mostraram que mais de 60% dos agregados do solo da área experimental apresentaram diâmetros inferiores a 1,0mm, antes da realização do experimento, sugerindo uma agregação fraca, característica de solo pulverizado. Porém ao final do experimento, ou seja, após a utilização de resíduos, notou-se que, apesar de não serem observadas diferenças estatísticas significativas, nas classes de diâmetro, todas as doses de CLU e LE promoveram a agregação do solo estudado, pois mais de 70% dos agregados apresentaram diâmetro superior a 2,00mm (Tabela 6). Esses resultados corroboram com os apresentados por (CONTE e CASTRO et al. 2001ab; RUPPENTHAL e CONTE e CASTRO, 2005; SANTOS, 1984; OLIVEIRA, 1997), quando ressaltam a importância, do uso de resíduos orgânicos como condicionadores físicos dos solos.

Tabela 4. Desdobramento da interação do efeito dos resíduos urbanos e das doses para o cobre e ferro.

Resíduo urbano	Doses (Mg ha ⁻¹)				Média
	0	10	20	30	
Cu (mg dm ⁻³)					
CLU	10,55B	10,75B	12,35B	17,80A	12,85a
LE	10,55A	10,65A	9,98A	10,15A	10,33 b
CV (%)					22,19
DMS	resíduo urbano = 3,78		dose = 3,59		
F	resíduo urbano = 7,74*		dose = 3,11 *		
Fe (mg dm ⁻³)					
CLU	63,25A	61,50A	60,25A	75,75A	65,19 b
LE	63,25 C	77,50 BC	91,25 AB	107,75A	84,94a
CV (%)					16,04
DMS	resíduo urbano = 8,85		dose = 16,78		
F	resíduo urbano = 21,53*		dose = 8,13 *		

*= significativo a 5% pelo teste de Tukey

Letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem pelo teste de Tukey a 5%.

CONCLUSÕES

1) Quanto as características químicas do solo:

Doses crescentes aumentaram os valores de pH, matéria orgânica, acidez potencial, soma de bases, capacidade de troca catiônica, saturação em bases e os nutrientes, cálcio, zinco, manganês, ferro e cobre independente do tipo de resíduo urbano utilizado.

2) Quanto as propriedades físicas do solo:

Com exceção da densidade de partículas que diminuiu com o aumento das doses dos resíduos, os demais parâmetros não foram alterados nem pelas fontes e nem pelas doses dos resíduos urbanos.

Tabela 5. Resultados da análise granulométrica, densidade do solo e estabilidade de agregados em função de doses de resíduos urbanos.

Resíduo urbano	granulometria			densidade		estabilidade de agregados						
	areia	silte	argila	Ds	> 2,00	2,00-1,00	1,00-0,50	0,50-0,25	0,25-0,10	0,10-0,05	< 0,05	
	-----g kg ⁻¹ -----			Mg m ⁻³	-----g-----							
CLU	767,56a	118,69a	113,75a	1,72a	77,25a	12,38a	1,56a	3,88a	3,06a	0,50a	1,44a	
LE	763,31a	123,31a	113,37a	1,66a	73,69a	14,12a	2,12 b	4,74a	3,44a	0,50a	1,38a	
DMS	11,05	11,15	7,77	0,07	5,21	2,28	0,48	1,26	1,09	0,40	0,41	
F	0,64ns	0,74ns	0,01ns	3,33ns	2,02ns	2,53ns	5,96*	2,07ns	0,50ns	0,01ns	0,09ns	
Doses (Mg ha ⁻¹)												
00	764,50a	123,75a	111,75a	1,74a	71,75a	15,00a	2,00a	5,25a	3,75a	0,75a	1,50a	
10	771,25a	114,13a	114,63a	1,71a	77,88a	11,37a	1,50a	4,00a	3,38a	0,25a	1,50a	
20	761,75a	121,50a	116,75a	1,65a	79,88a	11,25a	1,75a	3,38a	2,25a	0,50a	1,12a	
30	764,25a	124,63a	111,13a	1,68a	72,38a	15,37a	2,12a	4,63a	3,63a	0,50a	1,50a	
CV (%)	1,96	12,54	9,30	5,55	9,39	23,45	35,32	39,80	45,90	0,76	0,79	
DMS	20,95	21,14	14,73	0,13	9,87	4,33	0,91	2,39	2,08	19,00	40,03	
F	0,58ns	0,79ns	0,49ns	1,35ns	2,58ns	3,16ns	1,25ns	1,76ns	1,68ns	1,12ns	0,88ns	

ns= não significativo * = significativo a 5% pelo teste de Tukey

REFERÊNCIAS

ABREU JÚNIOR, C. H.; MURAOKA, T.; OLIVEIRA, F. C. (2002). Carbono, nitrogênio, fósforo e enxofre em solos tratados com composto de lixo urbano. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, vol. 26, p.769-780.

BERGAMIN, F. N.; ZINI, C. A.; GONZAGA, J. V. et al. (1994). Resíduo de fábrica de celulose e papel: lixo ou produto. In: SEMINÁRIO SOBRE O USO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS E URBANOS EM FLORESTAS, 1994, Botucatu, SP. Anais... Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas, p.97-120.

BREDA, C. C. (2003). Utilização de lodo de efluentes domésticos: efeitos na produtividade agrícola e em alguns aspectos ambientais. 2003. 143f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

BREDA, C. C.; CONTE e CASTRO, A. M.; CONTE, M. L.; et al. (2002).

Composto de lixo urbano: efeitos nas características químicas de solos de diferentes granulometrias. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA., 31., 2002, Salvador, BA. **Anais....** Salvador: Faculdade Federal da Bahia, CD ROM.

CHAKRABARTI, C.; NASHIKKAR, V. J. (1994). Forest tree fertilization with sewage. *Biology Tecnology*. vol.50, no3, p.185-187.

CHANYASAK, D.; KATAYAMA, A.; HIRAI, M. E. (1983). Effects of compost maturity on growth of komatsuna (*Brassica rapa* var. *Pervidis*) in Neubauer's. Growth inhibitory factors assessment of degree of maturity by org.-C/org.-N ratio of water extract. *Soil Science*. vol.29, no3, p.251-259.

CONTE e CASTRO, A. M.; BACKES, C.; ZIGIOTTO, D. C.; et al. (2001a). Mistura de substrato no desenvolvimento inicial do ipê roxo In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIAS DO SOLO, 28, 2001 a, Londrina, PR, **Anais...** Londrina: Universidade Estadual de Londrina, p.153.

CONTE e CASTRO, A. M.; BRENDA, C. C.; CONTE, M. L.; et al. (2002a). Aproveitamento de composto de lixo urbano no cultivo de plantas ornamentais e sua influência sobre as características químicas de solos de diferentes granulometrias. *Ciência Geográfica*. vol.23, no3, p.26-30.

CONTE e CASTRO, A. M.; RUPPENTHAL, V.; ZIGIOTTO, D.C.; et al. (2001b). Adubação orgânica na produção de gladiolo. *Revista Scientia Paranaensis*, vol.1, p.33-41.

DEVITT, D. A.; MORRIS, R. L.; BOWMAN, D. C. (1991). Response of periwinkle to composted sewage sludge used as a soil amendment. *Journal Environment Horticultural*, vol.9, no 4, p.176-181.

GLÓRIA, N. A. (1992). Uso agronômico de resíduos. In: DECHEN, A.R. et al. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20., 1992. Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba: Edusp. p.443-461.

KORENTAJER, L. (1991). A review of the agricultural use of sewage sludge: benefits and potential hazards. *Water*, vol.17, no 3, p.189-196.

LIRA, S. G.; RIOS, E. de M.; KEIL, S. S.; et al. (2002). Avaliação do efeito residual de fertilizantes sobre a biomassa microbiana em solo degradado. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 25., REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZA, 8., SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 6. e REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 3., 2002. Rio de Janeiro, RJ, Anais... Rio de Janeiro: Faculdade Rural do Rio de Janeiro. CD ROM.

LOPES, L. F.; COSTA, A. C. S.; OLIVEIRA, P. S.; et al. (2003). Utilização agrícola de resíduo industrial de galvanoplastia como fonte de nutrientes para a cultura do crisântemo. In CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29. Ribeirão Preto, SP. **Anais...** Ribeirão Preto: Edunesp, CD ROM.

OLIVEIRA, F. C. (2000). Disposição de lodo de esgoto e composto de lixo urbano em um Latossolo Amarelo Distrófico cultivado com cana de açúcar. 2000. 247f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Curso de Pós – Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da Universidade de São Paulo.

OLIVEIRA, F. C.; MATTIAZZO, M. E.; MARCIANO, C. R.; et al. (2002). Efeitos de aplicações sucessivas de lodo de esgoto em um Latossolo Amarelo Distrófico cultivado com cana de açúcar: Carbono orgânico, condutividade elétrica, pH e CTC. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, vol.26, p.505-519.

OLIVEIRA, S. (1997). Gestão dos resíduos sólidos urbanos na microrregião serra de Botucatu – caracterização física dos resíduos sólidos domésticos na cidade de Botucatu/SP. Botucatu, 1997. 127f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

OLIVEIRA, C.; SANTOS, V. M.; AMARAL SOBRINHO, N. M. B.; et al. (2001). Avaliação dos efeitos da aplicação do lodo de esgoto enriquecido na

cultura do arroz. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E ÁGUA, 13., 2001, Ilhéus, BA. **Anais...** Ilhéus: Faculdade Federal da Bahia. CD ROM.

PIVOT, D. (1988). Substrates consisting of sewage sludge composted with sawdust for growing gerbera in pots. *Revist d'Arboricultur d'Horticultur*, vol.20, no 3, p.1179-181.

RUPPENTHAL, V.; CONTE e CASTRO, A. M. (2005). Efeito do composto de lixo urbano na nutrição e produção do gladiolo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. VIÇOSA: , vol.29, no1, p.145 - 150.

SANDERSON, K. C. (1980). Use of sewage-refuse compost in the production of ornamental plants. *Horticulture Science*, vol.15, no 2, p.173-178.

SANTOS, H. F. (1984). Uso do lodo de estações de tratamento de esgotos em solos agrícolas. In **SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES ORGÂNICOS**, 1984, Botucatu, SP. **Anais...**, Botucatu: Edunesp. p. 69-93.

SILVA, J. E.; RESCK, D. V. S.; SHARMA, R. D. (2002). Alternativa agronômica para o resíduo urbano produzido no Distrito Federal. I – Efeito na produção de milho e na adição de metais pesados em Latossolo no cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, vol.26, p.487-495.

STRINGHETA, A. C. O. (2003). Teores foliares de macronutrientes em crisântemo cultivados em substrato contendo composto de lixo urbano e casca de arroz carbonizada. *Revista Brasileira de Floricultura e Plantas Ornamentais*, Campinas, SP, vol.9, no 2, p.191-197.

SUI, Y.; THOMPSON, M. L. (2000). Phosphorus sorption, desorption, and buffering capacity in a biossolids-amended mollisol. *Soil Science Society American Journal*, vol.64, p.164-169.

TSUTYA, M. T. (2000). Alternativas de disposição final de resíduos urbanos

gerados em estações de tratamento de esgoto. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A., (eds.) Impacto ambiental do uso do lodo de esgoto. São Paulo. Brasileira de Pesquisa Agropecuária, p. 69-105.

VAZ, L. M. S.; GONÇALVES, J. L. M. (2002). Uso de resíduos urbanos em povoamento de eucalipto: Efeito em atributos químicos do solo, no crescimento e na absorção de nutrientes. Revista Brasileira de Ciência do Solo, vol.26, p.747-758.

VILLAS BOAS, R. L. (1984). Estudo da disponibilidade de fósforo do lodo de esgoto aplicado ao solo. In CONGRESSO BRASILEIRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS. 1984. Taubaté, SP. **Anais...**, Taubaté: Universidade de Taubaté. p.34-36.

DESEMPENHO DE LINHAGENS AVANÇADAS DE FEIJÃO CAUPI NO NORDESTE BRASILEIRO

Hélio Wilson Lemos de Carvalho¹; José Brito Neto²; Francisco Rodrigues Freire Filho³; Agna Rita dos Santos Rodrigues⁴; Vanice Dias de Oliveira⁴; Evanildes Menezes de Souza⁵; Sandra Santos Ribeiro⁵

¹ Pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Av. Beira Mar, 3250, Jardins, C. P. 44, Aracaju, SE, CEP: 49025-040. e-mail: helio@cpatc.embrapa.br; ² Pesquisador da Secretaria da Agricultura de Alagoas; ³ Pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI; ⁴ Bolsista DTI-G/CNPq/Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE; ⁵ Estagiária Embrapa Tabuleiros Costeiros/UFS, Aracaju, SE.

RESUMO: Duas redes experimentais envolvendo, respectivamente, a avaliação de linhagens avançadas de feijão-caupi de porte prostrado e ereto, foram realizadas no biênio 2004/2005, no Nordeste brasileiro, visando conhecer a adaptabilidade e a estabilidade desses materiais, para fins de recomendação. Em ambas as redes, constataram-se, nas análises de variância conjuntas, diferenças significativas entre os materiais, os ambientes e inconsistência no comportamento desses materiais frente às oscilações ambientais. Os genótipos avaliados diferiram quanto à adaptabilidade e à estabilidade. São de grande importância para o nordeste brasileiro as linhagens avançadas e as variedades de melhor adaptação ($b_0 > \text{média geral}$) e com estimativas de b_1 semelhantes a unidade (adaptabilidade ampla).

Palavras-chave: *Vigna unguiculata*, interação genótipos x ambientes e semi-árido

ADAPTABILITY AND STABILITY OF COWPEA ADVANCED LINES IN THE NORTHEAST OF BRAZIL

ABSTRACT: The identification and the commercial released of cultivares stable and adapted are very important for cowpea crop in the Brazilian northeastern region. Two experimental nets involving, respectively, the evaluation of erect and prostrate cowpea advanced lines, were carried out in the biennium of 2004/2005, in the Brazilian northeastern region, aiming to know the adaptability and stability of these genotypes for commercial released. In both experimental nets, in the joint analyses of variance were evidenced significant differences among the lines and among the environments and were detected inconsistency in the behavior of the genotypes for the ambient our environmental oscillation. In both groups the genotypes differed about the adaptability and the stability.

Keywords: *Vigna unguiculata*, genotype x environment interaction, semi-arid.

INTRODUÇÃO

A região semi-árida ocupa metade das terras do Nordeste brasileiro e

apresenta baixas precipitações pluviométricas, com distribuições irregulares de chuvas. Neste cenário, o feijão-caupi se destaca por apresentar boa adaptação, tendo ainda uma expressiva importância econômica e social, por suprir parte das necessidades protéicas das populações mais carentes do semi-árido nordestino (TEIXEIRA et al., 1988).

O desenvolvimento, nessa região, de um programa de melhoramento voltado para a avaliação de genótipos de feijão-caupi, visando à seleção de materiais de melhor adaptação e dotados de atributos agrônômicos desejáveis, torna-se de extrema importância para subsidiar os agricultores na escolha de melhores materiais. Por essa razão, anualmente, vem-se realizando duas redes de linhagens avançadas de feijão-caupi, procedentes do programa de melhoramento da Embrapa Meio-Norte, incluído variedades comerciais, com o propósito de avaliar o desempenho destas, no que tange a adaptabilidade e a estabilidade de produção.

Diversos autores (ARIAS, 1996; CARNEIRO, 1998 e RIBEIRO et al., 2000) ressaltam que a recomendação generalizada de cultivares, sem considerar a ocorrência de ambientes favoráveis e desfavoráveis, pode beneficiar ou prejudicar os genótipos com adaptações específicas a estes dois tipos de ambientes. Carneiro (1998) enfatiza que é possível que a melhor cultivar em um determinado ambiente, não seja em outro, gerando uma inconsistência de comportamento de cultivares nos diversos ambientes. Essa inconsistência no comportamento de materiais em face das oscilações ambientais denominou-se interação cultivar x ambiente e, exerce importância fundamental no processo de recomendação de cultivares, sendo necessário atenuar o seu efeito, o que é possível através de seleção de cultivares de melhor estabilidade fenotípica (RAMALHO et al., 1993). Diversos trabalhos na literatura ressaltam a importância e a influência dessa interação em feijão-caupi (FERNANDES et al., 1990 e 1993; SANTOS et al., 2000; FREIRE FILHO et al., 2002).

Considerando esses aspectos desenvolveu-se este trabalho visando conhecer a adaptabilidade e a estabilidade de linhagens avançadas de feijão-caupi, dos grupos prostrado e ereto, quando submetidas a diferentes condições ambientais do Nordeste brasileiro.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram realizadas duas redes experimentais no decorrer dos anos agrícolas de 2004 e 2005, envolvendo a avaliação de linhagens avançadas de feijão-caupi dos grupos prostrado e ereto. Nove ensaios compuseram a rede de linhagens avançadas do grupo prostrado, sendo três concluídas em 2004, nos municípios de Nossa Senhora das Dores e Umbaúba, SE e Arapiraca, AL; os outros seis ensaios foram realizados em 2005, nos municípios de Igacy e Arapiraca, AL, Porto da Folha, Carira e Nossa Senhora das Dores (dois ensaios), SE.

A rede constituída por genótipos do grupo ereto foi formada por dez ensaios, realizados no ano agrícola de 2004, nos municípios de Arapiraca, AL e Umbaúba, Nossa Senhora das Dores, SE e, em 2005, nos municípios de Igacy e Arapiraca, AL e Porto da Folha, Carira e Nossa Senhora das Dores (dois ensaios), SE. Os municípios de Nossa Senhora das Dores e Umbaúba localizam-se nos tabuleiros costeiros do Estado de Sergipe; Igacy e Arapiraca localizam-se no agreste alagoano e Porto da Folha e Carira estão no sertão sergipano.

Em ambas as redes avaliaram-se vinte materiais, utilizando-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com quatro repetições. As parcelas constaram de quatro fileiras de 5,0m de comprimento, espaçadas de 0,5m (grupo ereto), com 0,20m entre covas, dentro das fileiras. No grupo prostrado, o afastamento entre as fileiras foi de 0,75m, com 0,30m entre covas. Foram mantidas duas plantas/cova após o desbaste. As adubações foram realizadas de acordo com as recomendações da análise do solo de cada área experimental.

Foram tomados os pesos de grãos de cada tratamento, os quais foram submetidos à análise de variância, obedecendo ao modelo em blocos ao acaso. Após a análise de cada ensaio, efetuou-se a análise de variância conjunta, obedecendo ao critério de homogeneidade dos quadrados médios residuais (GOMES, 1990). As referidas análises foram efetuadas utilizando-se o Statistical Analysis System (SAS INSTITUTE, 1996).

Os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade foram estimados utilizando-se o método de Cruz et al. (1989), o qual baseia-se na análise de regressão bissegmentada, tendo como parâmetros de adaptabilidade a mé-

dia (b_0) e a resposta linear aos ambientes desfavoráveis (b_1) a aos ambientes favoráveis (b_1+b_2). A estabilidade dos materiais é avaliada pelos desvios da regressão de cada material, de acordo com as variações ambientais.

Foi utilizado o seguinte modelo:

$$Y_{ij} = b_{0i} + b_{1i}I_j + b_{2i}T(I_j) + \sigma_{ij} + e_{ij} \text{ onde}$$

Y_{ij} : média da cultivar i no ambiente j ; I_j : índice ambiental; $T(I_j)=0$ se $I_j<0$; $T(I_j)=I_j - I_+$ se $I_j>0$, sendo I_+ a média dos índices I_j positivos; b_{0i} : média geral da cultivar i ; b_{1i} : coeficiente de regressão linear associado à variável I_j ; b_{2i} : coeficiente de regressão linear associado à variável $T(I_j)$; σ_{ij} : desvio da regressão linear; e_{ij} : erro médio experimental.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto ao peso de grãos, na rede formada por materiais do grupo prostrado ocorreram diferenças significativas ($p<0,01$) entre os materiais avaliados, à exceção do ensaio realizado no município de Arapiraca, no ano de 2004, evidenciando a presença de variações entre eles, em nível de ambientes (Tabela 1). Os coeficientes de variação obtidos oscilaram de 9,4% a 20%, conferindo boa precisão aos ensaios. A média de rendimento de grãos nos ensaios variou de 707kg ha⁻¹, em Igacy, AL, no ano de 2005, a 1.516kg ha⁻¹, em Porto da Folha, SE, nesse mesmo ano agrícola, o que mostra uma ampla faixa de variação nas condições ambientais em que foram realizados os ensaios. Parte dessa variação ocorreu provavelmente por causa das diferentes de solo (Tabela 1). O município de Porto da Folha mostrou-se mais propício ao cultivo de feijão-caupi, seguido dos municípios de Carira e Nossa Senhora das Dores.

Considerando-se ainda esse grupo de materiais, todos os quadrados médios, na análise de variância conjunta, mostraram significâncias ($p<0,01$), inclusive quanto à interação genótipos x ambientes. As estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade constam na Tabela 2, verificando-se que os rendimentos médios de grãos (b_0) variaram de 886kg ha⁻¹ a 1.230kg ha⁻¹, destacando-se com melhor adaptação os materiais com rendimentos médios de grãos acima da média geral (1.057kg ha⁻¹), (VENCOVSKY e BARRIGA, 1992), evidenciando o bom potencial para a produtividade do conjunto

avaliado. Quanto ao coeficiente de regressão (b_1), que corresponde à resposta linear da cultivar a variação nos ambientes desfavoráveis, as estimativas oscilam de 0,62, na linhagem TE 96-290-12G a 1,57, na variedade testemunha Gurgéia, sendo ambos estatisticamente diferentes da unidade, revelando comportamento diferenciado do conjunto avaliado nas condições desfavoráveis. Com relação à resposta nos ambientes favoráveis, apenas as linhagens TE97-304G-12, TE97-309G-24, TE97-309G-4 e a variedade testemunha Paraguaçu responderam à melhoria ambiental $b_1+b_2>1$. No tocante à estabilidade, 16 dos 20 genótipos avaliados mostraram os desvios de regressão estatisticamente diferentes de zero, o que evidencia comportamento imprevisível nos ambientes considerados. Considerando-se o grupo de genótipos que mostrou melhor adaptação ($b_0>$ média geral), infere-se que a variedade Gurgéia e a linhagem MNC99-510-G8, por serem exigentes nas condições desfavoráveis ($b_1>1$) e as linhagens TE97-304G-12 e TE97-309G-24, por responderem à melhoria ambiental ($b_1+b_2>1$), devem ser recomendados para as condições favoráveis. Os materiais com estimativas de $b_0>$ média geral e $b_1=1$, evidenciaram adaptabilidade ampla, justificando sua recomendação para os diferentes estados do Nordeste brasileiro.

No que se refere à rede formada por materiais do grupo ereto, constataram-se também diferenças significativas ($p<0,01$) entre os genótipos avaliados, quanto ao peso de grãos, evidenciando a presença de variações genéticas entre eles, em nível de ambientes (Tabela 3). O município de Porto da Folha, Sergipe, mostrou o melhor potencial para a produtividade de feijão-caupi, com rendimento médio de 2.077kg ha^{-1} , seguido do município de Carira (1.458kg ha^{-1}), revelando que as áreas localizadas no ecossistema do sertão foram mais propícias ao desenvolvimento do feijão-caupi.

As estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade referentes a essa rede de experimentos estão na Tabela 4, onde se constata que a produtividade média de grãos dos genótipos, na média dos ambientes, oscilou de 896kg ha^{-1} a 1.218kg ha^{-1} , com média geral de 1.058kg ha^{-1} , evidenciando o bom comportamento produtivo do conjunto avaliado. Os genótipos com rendimentos médios de grãos acima da média geral expressaram melhor adaptação (VENCOVSKY e BARRIGA, 1992), sobressaindo, entre eles, as linhagens MNC99-541F-5 e EVx63-10E e a variedade testemunha Vita-7. Analisando-se o comportamento dos genótipos avaliados, verifica-se

que as estimativas de b_1 , que avalia seus desempenhos nas condições desfavoráveis, variou de 0,73, na linhagem MNC00-553D-8-1-2-3 a 1,26, na linhagem EVx91-2E-2, sendo ambos estatisticamente diferentes da unidade. Nota-se, ainda, que metade dos genótipos avaliados mostrou estimativas de b_1 diferentes da unidade e, a outra metade apresentou essas estimativas semelhantes à unidade, o que revela comportamento diferenciado desses genótipos em ambientes desfavoráveis. No que se refere ao comportamento desses materiais nos ambientes favoráveis, infere-se que apenas três materiais responderam à melhoria ambiental ($b_1+b_2>1$). Quanto à estabilidade, apenas seis genótipos mostraram os desvios da regressão semelhantes a zero, evidenciando alta estabilidade nos ambientes estudados Cruz et al. (1989) consideram ainda que materiais que apresentam valores de $R^2>80\%$ não devem ter o seu grau de previsibilidade comprometido. Considerando-se o grupo de cultivares que apresentou melhor adaptação ($b_0>$ média geral), percebe-se que a linhagem EVx91-2E-2 e a variedade Guariba destacaram-se para os ambientes favoráveis ($b_0>$ média geral, b_1 e $b_1 + b_2>1$ e $R^2>80\%$). A variedade Vita-7 e a linhagem MNC00-544D-14-1-2-2, por serem exigentes nas condições desfavoráveis ($b_1>1$) e a linhagem EVx63-10E, por ser responsivas à melhoria ambiental ($b_1+b_2>1$), devem ser também sugeridas para as condições favoráveis. Os demais materiais que mostraram boa adaptação ($b_0>$ média geral) e estimativas de b_1 semelhantes à unidade ($b_1=1$), evidenciaram adaptabilidade ampla, tornando-se de extrema importância para a agricultura regional.

REFERÊNCIAS

ARIAS, E. R. A. **Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Estado do Mato Grosso do Sul e avanço genético obtido no período de 1986/87 a 1993/94**. Lavras: ESAL, 1996. 118p. Tese de Doutorado.

CARNEIRO, P. C. S. **Novas metodologias de análise de adaptabilidade e estabilidade de comportamento**. Lavras: ESAL, 1998. 168P. Tese de Doutorado.

CRUZ, C. D.; TORRES, R. A. de.; VENCOVSKY, R. An alternative

approach to the stability analysis by Silva and Barreto. **Revista Brasileira de Genética**, v. 12, p.567 a 580, 1989.

FERNANDES, J. B.; HOLANDA, J. S.; SIMPLÍCIO, A. A.; et al. Comportamento ambiental e estabilidade produtiva de cultivares de caupi no Rio Grande do Norte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 25, p. 1555 – 1560, 1990.

FERNANDES, J. B.; HOLANDA, SOUZA, N. A. de; CHAGAS, M. C. M. das. Adaptabilidade ambiental e incidência de viroses nas cultivares de caupi no Rio Grande do Norte. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, Brasília-DF, v. 28, n., p. 33-37, 1993.

FREIRE NETO, F. R.; RIBEIRO, V. O.; ROCHA, M. de M.; et al. Adaptabilidade e estabilidade da produtividade de grão de linhagens de caupi de porte enramador. **Revista Ceres**, Viçosa-MG, v. 49, n. 284, p. 383-393, 2002.

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).

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B. dos.; ZIMMERMANN, M. J de O. **Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicação no melhoramento do feijoeiro**. Goiânia, Editora UFG, 1993. cap. 6, p.131-169. (Publicação, 120).

RIBEIRO, P. H. E.; RAMALHO, M, A. P.; FERREIRA, D. F. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho avaliadas em diferentes condições ambientais do Estado de Minas Gerais. In: REUNION LATINOAMERICANA DEL MAIZ, 280, 2000, Sete Lagoas, M. G. **Memórias...Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo/CIMMYT**, 2000. P.251-260.

SANTOS, C. A. F.; ARAUJO, F. P.; MENEZES, E. A. Comportamento produtivo de caupi em regimes irrigado e de sequeiro em Petrolina e Juazeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 35, n. p. 2229-2234, 2000.

SAS INSTITUTE (Cary, Estados Unidos). **SAS/STAT user's Guide** : version 6. 4. Ed. Cary, 1996. V.1.

TEIXEIRA, S. M.; MAY, P. H.; SANTANA, A. C. de. Produção e importância econômica do caupi no Brasil. In: ARAÚJO, J. P. P. de; WATT, E. E. (Org.). **O caupi no Brasil**. Brasília: IITA/Embrapa, 1988. p. 99-136.

Tabela 1. Rendimentos médios de grãos (kg ha⁻¹) e resumos das análises de variância, por local e conjunta, obtidos em ensaios de competição de linhagens avançadas de feijão-caupi de porte prostrado. Sergipe e Alagoas, biênio 2004/2005.

2004			
Cultivares	Umbaúba	Dores	Arapiraca
TE97-304G-12	1362 a	1222 a	781 a
MNC99-507G-4	1064 b	894 b	850 a
MNC99-510F-16	939 b	1137 a	1050 a
MNC99-507G-8	999 b	1080 a	830 a
BR 17-Gurgéia	656 c	1198 a	835 a
TE97-309G-24	1233 a	1061 a	972 a
MNC99-510G-8	1053 b	1009 a	729 a
MNC99-505G-11	1024 b	1017 a	1006 a
NC99-541F-18	954 b	1060 a	861 a
MNC99-508G-1	986 b	869 b	966 a
TE97-309G18	1214 a	893 b	942 a
CNCx 409-11F-P2	1344 a	856 b	688 a
MNC99-542F-5	696 c	1109 a	1121 a
BRS Paraguaçu	770 c	957 b	972 a
MNC99-541F-21	774 c	975 b	936 a
MNC99-542F-7	1019 b	1129 a	744 a
TE96-290-12G	812 c	1103 a	821 a
MNC99-541F-15	855 c	1194 a	827 a
MNC99-547F-2	982 b	849 b	792 a
TE97-304G-4	664 c	814 b	783 a
Média	970	1021	875
C. V. (%)	17,8	11,9	23,0

Cont. Tab. 1

F (Cultivares)	5,8 **	4,3 **	1,3 ns
F (Ambientes)	-	-	-
F (Interação C x A)	-	-	-

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Cont. da Tab 1.

Cultivares	2005						Análise Conjunta
	Dores 1	Dores 2	Porto da Folha	Carira	Arapiraca	Igacy	
TE97-304G-12	1084b	1164b	1835 a	1698a	1082a	850a	1231a
MNC99-507G-4	1297a	1230b	1588a	1205c	1443a	765a	1201a
MNC99-510F-16	1296a	977c	1473b	1686a	1083a	715b	1150b
MNC99-507G-8	1232a	945c	1637a	1485b	1268a	816a	1143b
BR 17-Gurguéia	1125b	1166b	1670a	1893a	973b	743a	1140b
TE97-309G-24	1320a	945c	1821a	864d	1250a	681b	1127b
MNC99-510G-8	1123b	1445a	1576a	1503b	945b	700b	1120b
MNC99-505G-11	958b	1114b	1481b	1512b	891b	816a	1091b
MNC99-541F-18	1472a	1341a	1354b	993d	873b	639b	1070b
MNC99-508G-1	1001b	1082b	1368b	1279c	1168a	708b	1047c
TE97-309G18	1320a	1103b	1656a	812d	880b	678b	1046c
CNCx 409-11F-P2	1138b	1129b	1250b	1440b	841b	676b	1040c
MNC99-542F-5	1237a	1588a	1096b	1078c	693b	678b	1033c
BRS Paraguaçu	1164b	1022c	1726a	1155c	685b	630b	1009c
MNC99-541F-21	1055b	1202b	1494b	968d	745b	705b	984d
MNC99-542F-7	1093b	1061b	1343b	1095c	630b	661b	975d
TE96-290-12G	1252a	675c	1285b	1065c	886b	751a	961d
MNC99-541F-15	1029b	830c	1270b	1076c	753b	638b	941d
MNC99-547F-2	1080b	823c	1345b	953d	950b	638b	934d
TE97-304G-4	1054b	769c	1588a	681d	976b	646b	894d
Média	1166	1080	1516	1222	951	707	1057
C. V. (%)	16,7	17,9	16,8	14,6	22,7	9,4	17,5
F (Cultivares)	1,8 *	5,3 **	3,4 **	13,5 **	3,9 **	3,8 **	9,03 **
F (Ambientes)	-	-	-	-	-	-	124,6 **
F (Interação CxA)	-	-	-	-	-	-	3,9 **

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para o rendimento de grãos (kg ha⁻¹) de vinte cultivares de feijão-caupi de porte prostrado, em nove ambientes dos estados de Sergipe e Alagoas, no biênio/2004 - 2005.

Cultivares	Médias de grãos (kg ha ⁻¹)			b ₁	b ₂	b ₁ +b ₂	s ² _d	R ² (%)
	Geral	Desfavorável	Favorável					
TE97-304G-12	1230a	1059	1445	1,21ns	0,52ns	1,73*	166640**	74
MNC99-507G-4	1148a	1003	1330	0,98ns	-0,08ns	0,90ns	159259**	61
MNC99-510F-16	1150b	984	1358	1,12ns	-0,19ns	0,93ns	144110**	68
MNC99-507G-8	1143b	998	1324	0,98ns	0,52ns	1,50ns	89780*	79
BR 17-Gurgéia	1139b	881	1463	1,57**	-0,34ns	1,22ns	299310**	67
TE97-309G-24	1127b	1039	1237	0,79ns	1,25**	2,04**	187608**	67
MNC99-510G-8	1120b	887	1411	1,48**	-0,89**	0,58ns	80369*	85
MNC99-505G-11	1091b	950	1266	0,87ns	0,14ns	1,01ns	97828**	69
MNC99-541F18	1060b	877	1290	1,22ns	-1,22**	0,00**	89147*	77
MNC99-508G-1	1047c	939	1182	0,74ns	0,03ns	0,78ns	66877ns	69
TE97-309G18	1055c	921	1222	0,92ns	0,43ns	1,35ns	194138**	60
CNCx 409-11F-P2	1040c	881	1239	1,09ns	-0,83*	0,25*	178425**	58
MNC99-542F-5	1032c	859	1249	1,06ns	-1,99**	-0,93**	193509**	59
BRS Paraguaçu	1009c	802	1266	1,24ns	0,48ns	1,73*	69880ns	87
MNC99-541F-21	983d	827	1179	0,94ns	-0,01ns	0,93ns	88446*	73
MNC99-542F-7	975d	836	1148	0,98ns	-0,26ns	0,71ns	77832*	75
TE96-290-12G	961d	874	1069	0,62*	0,46ns	1,09ns	105625**	59
MNC99-541F-15	941d	853	1051	0,72ns	0,23ns	0,96ns	69773ns	70
MNC99-547F-2	934d	842	1050	0,68ns	0,47ns	1,16ns	31812ns	85
TE97-304G-4	886d	776	1023	0,69ns	1,27**	1,96**	126042**	73

* e ** significativamente diferente da unidade, para b₁ e b₁+b₂, e de zero, para b₂ a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste t de Student, respectivamente. ** significativamente diferente de zero, pelo teste F, Q.M. do desvio. As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste Scott-Knott.

Tabela 3. Rendimentos médios de grãos (kg ha⁻¹) e resumos das análises de variância, por local e conjunta, obtidos em ensaios de competição de linhagens avançadas de feijão-caupi de porte ereto. Sergipe e Alagoas, biênio 2004/2005.

Tratamentos	2004			
	Umbaúba	Dores SN	Dores CN	Arapiraca
MNC99-541F-5	910a	948a	1288a	525a
Vita-7	735b	879a	1152b	559a
EVx 63-10E	917a	775a	1162b	493a
Patativa	761b	843a	1280a	522a
EVx 91-2E-2	707b	859a	1034b	233c
BRS Guariba	744b	734a	914c	415b
MNC00-544D-14-1-2-2	772b	605b	1043b	517a
MNC00-553D-8-1-2-2	805b	777a	1286a	540a
MNC99-551F-5	885a	824a	1249a	537a
MNC99-537F-4	734b	819a	1024b	502a
MNC00-561G-6	830a	603b	759d	480a
MNC00-544D-10-1-2-2	737b	700b	1053b	316c
MNC99-519D-1-1-5	779b	613b	649d	371b
MNC99-537F-1	792b	670b	946c	458a
MNC00-553D-8-1-2-3	1028a	877a	1335a	361b
TE-97-309G-9	843a	759a	921c	479a
MNC99-557F-11	826a	559b	697d	289c
MNC99-557F-2	758b	629b	564d	380b
MNC99-557F-10	672b	590b	788d	299c
MNC99-541F-8	711b	586b	737d	290c
Média Geral	797	733	994	428
C.V.(%)	15	13,5	13,4	17,5
F (Cultivares)	2,0 **	5,8 **	12,6 **	7,3 **
F (Ambientes)	-	-	-	-
F (Interação C x A)	-	-	-	-

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Cont. da Tab 3.

Tratamentos	2005						Análise Conjunta
	Igacy	Porto da Folha	Dores 1	Dores 2	Carira	Arapiraca	
MNC99-541F-5	785a	2087b	1400a	1125a	2044a	1070a	1218a
Vita-7	765a	1829b	1678a	1334a	2274a	925a	1213a
EVx 63-10E	830a	2563a	1428a	1038a	1855b	1020a	1208a
Patativa	705b	1993b	1250a	1266a	1805b	847b	1127b
EVx 91-2E-2	700b	2610a	1319a	1163a	1701b	830b	1116b
BRS Guariba	735a	2471a	1628a	1156a	1467c	802b	1107b
MNC00-544D-14-1-2-2	640b	2314a	1591a	1050a	1677b	775b	1098b
MNC00-553D-8-1-2-2	670b	2039b	1760a	969a	1433c	667b	1095b
MNC99-551F-5	642b	1943b	1553a	938a	1318d	815b	1070c
MNC99-537F-4	750a	2180b	1347a	1140a	1435c	687b	1062c
MNC00-561G-6	670b	2243a	1419a	1050a	1646b	817b	1052c
MNC00-544D-10-1-2-2	700b	1965b	1969a	1084a	1080d	815b	1042c
MNC99-519D-1-1-5	665b	2099b	1517a	1163a	1700b	862b	1042c
MNC99-537F-1	770a	2137b	1197a	1309a	1228d	870b	1038c
MNC00-553D-8-1-2-3	697b	1563b	1484a	888a	1359d	687b	1028c
TE-97-309G-9	720b	1991b	1525a	872a	913e	790b	981d
MNC99-557F-11	672b	1863b	1306a	941a	1684b	780b	962d
MNC99-557F-2	670b	1844b	1372a	1044a	994e	777b	903e
MNC99-557F-10	710b	1880b	1422a	1094a	757e	790b	900e
MNC99-541F-8	647b	1931b	1300a	1191a	799e	770b	896e
Média Geral	707	2077	1473	1090	1458	820	1058
C.V.(%)	8,1	12,6	17,6	20,3	13,7	14,7	16,1
F (Cultivares)	3,2 **	4,0 **	2,0 **	1,3**	16,8 **	2,6 **	12,8 **
F (Ambientes)	-	-	-	-	-	-	650 **
F (Interação C x A)	-	-	-	-	-	-	4,5 **

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para o rendimento de grãos (kg ha⁻¹) de vinte cultivares de feijão-caupi de porte ereto, em dez ambientes dos estados de Sergipe e Alagoas, no biênio/2004 - 2005.

Cultivares	Médias de grãos (kg ha ⁻¹)			b ₁	b ₂	b ₁ +b ₂	s ² _d	R ² (%)
	Geral	Desfavorável	Favorável					
MNC99-541F-5	1218a	921	1664	0,99ns	-0,08ns	0,91ns	133732,0**	86
Vita-7	1213a	836	1778	1,18*	-0,80**	0,38**	181246,8**	84
EVx 63-10E	1208a	866	1721	1,11ns	0,42**	1,53**	48760,7ns	96
Patativa	1127b	826	1578	0,99ns	-0,26ns	0,73ns	97943,2**	89
EVx 91-2E-2	1116b	727	1698	1,26**	0,24ns	1,50**	68953,7*	95
BRS Guariba	1107b	724	1680	1,19*	0,16ns	1,36**	19336,7ns	98
MNC00-544D-14-1-2-2	1098b	725	1658	1,16*	0,08ns	1,25ns	25059,8ns	98
MNC00-553D-8-1-2-2	1095b	790	1550	0,99ns	0,04ns	1,03ns	89750,1**	91
MNC99-551F-5	1070c	825	1438	0,83*	0,16ns	0,99ns	49827,1ns	93
MNC99-537F-4	1062c	752	1525	0,97ns	0,11ns	1,08ns	26461,7ns	97
MNC00-561G-6	1052c	693	1589	1,09ns	0,10ns	1,19ns	47269,3ns	96
MNC00-544D-10-1-2-2	1042c	720	1524	1,05ns	-0,17ns	0,88ns	174507,1**	84
MNC99-519D-1-1-5	1042c	656	1620	1,17*	-0,24ns	0,92ns	64962,3*	94
MNC99-537F-1	1038c	751	1468	0,91ns	0,01ns	0,93ns	75820,8*	91
MNC00-553D-8-1-2-3	1028c	830	1323	0,73**	-0,11ns	0,62**	143440,1**	76
TE-97-309G-9	981d	752	1325	0,74**	0,41**	1,16ns	80557,1**	89
MNC99-557F-11	962d	637	1448	1,02ns	-0,14ns	0,88ns	80656,6**	91
MNC99-557F-2	903e	629	1313	0,83*	0,02ns	0,85ns	81749,1**	88
MNC99-557F-10	900e	641	1288	0,83*	0,03ns	0,87ns	141946,7**	82
MNC99-541F-8	896e	623	1305	0,87ns	-0,01ns	0,85ns	136876,5**	83

* e ** significativamente diferente da unidade, para b₁ e b₁+b₂, e de zero, para b₂ a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste t de Student, respectivamente. ** significativamente diferente de zero, pelo teste F, Q. M. do desvio. As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste Scott-Knott.

FERTILIDADE DO SOLO APÓS DEZ ANOS DE CULTIVO EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE GRÃOS E DE PASTAGENS SOB PLANTIO DIRETO

Henrique Pereira dos Santos¹; Renato Serena Fontaneli²; Silvio Tulio Spera²

¹ Pesquisador EMBRAPA CNPT, Rodovia BR 285, km 294 – C.P. 451, CEP 99001-970, Passo Fundo, RS, e-mail hpsantos@cnp.embrapa.br; ² Pesquisador EMBRAPA CNPT, Passo Fundo, RS

RESUMO: O objetivo do presente estudo foi avaliar a evolução da fertilidade de um Latossolo Vermelho Distrófico típico, em Passo Fundo, RS, após dez anos de condução (1993 a 2002) de quatro sistemas de produção de grãos e de pastagens, sob plantio direto. Sendo os sistemas: I - trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja; II - trigo/soja, pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho e aveia branca/soja; III - pastagem perene de estação fria (festuca + trevo branco + trevo vermelho + cornichão); IV - pastagem perene de estação quente (pensacola + aveia preta + azevém + trevo branco + trevo vermelho + cornichão); e um sistema adicional: V - alfafa para feno, sendo repetido, em áreas contíguas ao experimento em 1994. Os tratamentos foram distribuídos em blocos ao acaso com quatro repetições. Valores de pH, de Ca, de Mg e de K trocáveis, de P extraível diferiram entre os sistemas avaliados. Os sistemas de produção elevaram o nível de matéria orgânica, os teores de P extraível e de K trocável, principalmente na camada 0-5cm do solo. O nível de matéria orgânica e os teores de P extraível e de K trocável diminuíram da camada 0-5cm para a camada 15-20cm. O efeito das pastagens perenes sobre o aumento do nível de matéria orgânica foi de curta duração. Palavras-chave: rotação de culturas, integração lavoura-pecuária, pastagem anual, pastagem perene.

SOIL FERTILITY AFTER TEN YEARS OF GRAIN AND FORAGE PRODUCTION SYSTEMS UNDER NO-TILLAGE SYSTEM

ABSTRACT: The objective of this study was to assess the fertility on a typical Dystrophic Red Latosol (Typic Haplorthox) located in Passo Fundo, State of Rio Grande do Sul, Brazil, after ten years under mixed crop production systems (1993 to 2002). The effects of production systems integrating grain production with pastures under no-tillage were assessed. Four production systems were evaluated: system I: wheat/soybean, common vetch/corn, and white oat/soybean; system II: wheat/soybean, grazed black oat + grazed common vetch/corn, and white oat/soybean; system III: perennial cool season pastures (fescue + white clover + red clover + birdsfoot trefoil); system IV: perennial warm season pastures (bahia-grass + black oat + rye grass + white clover + red clover + birdsfoot trefoil); and system V: alfalfa as hay crop, which was established in replicated plots in an adjacent area in 1994. The treatments were arranged in a randomized complete block design, with four replications. The

production systems increased the pH, exchangeable Ca and Mg, organic matter, extractable P, and exchangeable K levels which displayed differences among systems, chiefly in the 0-5cm layer. Organic matter, extractable P, and exchangeable K levels decreased from the 0-5cm layer to the 15-20cm layer. Effect of perennial pasture on organic matter level increasing was of short duration.

Keywords: crop rotation, ley farming, annual pasture, perennial pasture.

INTRODUÇÃO

A rotação de culturas tem sido de suma importância no cultivo de cereais de inverno de maior valor econômico (cevada, trigo e triticale) no Sul do Brasil (SANTOS e REIS, 2003). Isso, também, tem sido válido para as espécies cultivadas no verão (milho e soja). Dentre os vários objetivos da rotação de culturas, destacam-se: manutenção e melhoria da fertilidade do solo, aumento e estabilização da produtividade das espécies e viabilização do sistema plantio direto.

A manutenção e a melhoria da fertilidade do solo têm sido obtidas pela reciclagem de nutrientes, entre eles o nitrogênio, uma vez que de acordo com Mengel e Kirby (1987), as espécies vegetais diferem entre si, com referência à quantidade de resíduos fornecidos, à eficiência de absorção de íons e à exploração de diferentes profundidades de solo. No trabalho desenvolvido por Santos e Siqueira (1996), a monocultura de cevada apresentou nível de matéria orgânica no solo menor que nos sistemas em rotação de culturas.

A rotação de culturas ou sistemas de produção de grãos, fundamentada em espécies tanto de inverno como de verão, tem contribuído para aumentar a estabilidade de produção e os rendimentos de grãos das culturas, principalmente de trigo (SANTOS et al., 1996; 1998) e de soja (SANTOS e TONET, 1997; SANTOS et al., 1997). Por outro lado, enquanto nas áreas tradicionais de pecuária há falta de alimentação para os bovinos nos meses de inverno, nas áreas de lavoura sob plantio direto há disponibilidade de forragem de elevado valor nutritivo neste mesmo período (DEL DUCA et al., 2000). Com isso, tem crescido o interesse pela terminação de bovinos, bem como tem sido intensificado a produção de leite no planalto sul-rio-grandense. Essa demanda por maior integração da lavoura com a pecuária também tem sido registrada em várias regiões, como o Centro-Sul paranaense.

Sistemas de rotação de culturas ou de produção de grãos integrado com pastagens (lavoura + pecuária) tem sido pouco estudados nas condições

do Sul do Brasil. Será que o cultivo de pastagens perenes por um número limitado de anos, substituído por lavoura tanto de inverno como de verão irá aumentar o rendimento de grãos das espécies, pela manutenção e melhoria da fertilidade de solo.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da condução, por dez anos, de sistemas de produção de grãos integrando pastagens anuais de inverno e pastagens perenes, sob plantio direto, em atributos da fertilidade do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em área experimental do Centro Nacional de Pesquisa de Trigo - Embrapa Trigo, município de Passo Fundo, RS, longitude 28º 15' S, latitude 52º 24' W e altitude 684m, entre 1993 a 2002, em um Latossolo Vermelho Distrófico típico (STRECK et al., 2002).

Os tratamentos consistiram em quatro sistemas de produção integrando culturas de grãos: aveia branca (*Avena sativa* L.), milho (*Zea mays* L.), soja [*Glycine max* (L.) Merrill] e trigo (*Triticum aestivum* L.); forrageiras anuais de inverno: aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.), azevém (*Lolium multiflorum* L.) e ervilhaca (*Vicia sativa* L.); e forrageiras perenes: alfafa (*Medicago sativa* L.), cornichão (*Lotus corniculatus* L.), festuca (*Festuca arundinacea* Schred.), pensacola (*Paspalum notatum* Flüggé), trevo branco (*Trifolium repens* L.) e trevo vermelho (*Trifolium pratense* L.), compondo os seguintes sistemas: sistema I - trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja; sistema II - trigo/soja, aveia preta + ervilhaca/milho e aveia branca/soja; sistema III - pastagem perene da estação fria (festuca + trevo branco + cornichão); sistema IV - pastagem perene da estação quente (pensacola + aveia preta + azevém + trevo vermelho + cornichão); e um sistema adicional V - alfafa para feno, com quatro repetições, em áreas contíguas ao experimento, em 1994. As culturas produtoras de grãos, tanto de inverno como de verão, bem como as pastagens anuais de inverno, foram estabelecidas sob plantio direto. As pastagens perenes de estação fria e de estação quente foram semeadas a lanço sobre a cultura de trigo, em 1993. As pastagens anuais de inverno e as pastagens perenes foram pastejadas por vacas holandesas (vinte animais, em média), duas e cinco vezes por ano, respectivamente.

Em abril de 1993, antes da semeadura das culturas de inverno o solo

da área experimental foi amostrada na camada de 0-20cm, os resultados da análise foram: pH = 6,0; Al trocável = 0,5mmolc dm⁻³; Ca + Mg trocáveis = 102,8mmolc dm⁻³; matéria orgânica = 23,0g kg⁻¹; P extraível = 5,3Mg kg⁻¹; e K trocável = 60Mg kg⁻¹. Três anos antes da instalação do experimento, foi efetuada calagem com calcário dolomítico, com base no método SMP (pH 6,0) (SOCIEDADE, 2004). A acidez do solo das parcelas semeadas com alfafa foi corrigida novamente com 6,0Mg ha⁻¹ de calcário (PRNT 100 %), aplicadas em duas vezes: metade antes da aração (arado de discos) e metade antecedendo a gradagem (grade de discos), para elevar o pH para 6,5. O solo de um fragmento de floresta subtropical de araucárias, adjacente ao experimento, também foi amostrado, com o mesmo número de repetições, e admitido como referencial do estado natural de fertilidade antes de ser submetido às alterações antrópicas.

A adubação de manutenção foi baseada na média dos valores observados nas análises químicas da área experimental. Amostras de solo foram coletadas após três anos, depois da colheita das culturas de verão.

Em maio de 2002, após a colheita das culturas de verão, foram colhidas amostras de solo compostas de duas subamostras por parcela, em cada uma das seguintes profundidades: 0-5cm, 5-10cm, 10-15cm e 15-20cm. O solo foi caracterizado por meio da determinação do pH em água, P extraível, K trocável, matéria orgânica, Al trocável e Ca + Mg trocáveis, sendo utilizado o métodos descrito por Tedesco et al. (1985).

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições. A área de cada parcela foi de 400m². Os atributos de fertilidade de solo, em uma determinada profundidade foram comparados entre os diversos sistemas de produção, integrando forrageiras anuais de inverno e forrageiras perenes com culturas produtoras de grãos, sendo os resultados nas profundidades de amostragem comparadas em um mesmo sistema de produção. 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

Acidez do solo e alumínio trocável - Os valores médios de pH do solo (Tabela 1) para as três primeiras camadas e em todos os sistemas de produção se apresentaram menores que, sob plantio direto, após quatro anos de cultivo, que foram de 5,96 a 0-5cm; 6,29 a 5-10cm; e 6,48 a 10-15cm (SANTOS et al., 2001). Em todos os sistemas e principalmente no sistema V, houve perda gradual do efeito residual da calagem que foi realizada antes do estabelecimento deste experimento. Em todos sistemas houve acidificação do solo da camada 0-5cm, necessitando de calagem após dez anos, para restabelecer as condições para o cultivo eficiente de leguminosas (SOCIEDADE, 2004). Resultados similares foram observados por Santos e Tomm (1996) estudando sistemas de rotação de culturas para trigo, em Latossolo Bruno aluminico, durante 4,5 anos, sob plantio direto no Paraná, verificaram que o pH aumentou da camada 0-5cm (4,8) para a camada 15-20cm (5,2). Resultados semelhantes também foram encontrados por Paiva et al. (1996) e Ciotta et al. (2002). A solubilização dos fertilizantes fosfatados e a nitrificação dos nitrogenados amoniacais ou amídicos podem contribuir para a acidificação da camada superficial de solo, principalmente quando se consideram longos períodos de cultivo sem reaplicação de calcário ou quando foram aplicadas doses elevadas de fertilizantes (PAIVA et al., 1996; FRANCHINI et al., 2000; ERNANI et al., 2001). Nas duas primeiras camadas houve diferença significativa no pH do solo entre alguns dos sistemas estudados (Tabela 1). Os sistemas III e V apresentaram maior valor de pH, nas camadas 0-5 e 5-10cm, em relação ao sistema II. Por sua vez, o valor de pH no sistema II foi superior ao do sistema IV, na camada 0-5cm. Na camada de 5-10cm ocorreu o inverso para esses dois sistemas. A floresta subtropical, que preservava a condição original do solo, apresentou em todas as camadas menor valor de pH, que os sistemas estudados. Nos sistemas III e IV, o pH do solo aumentou gradativamente com o aumento da profundidade do solo. Esse aumento no valor de pH ocorreu nas pastagens perenes de estação fria e de estação quente, em relação ao sistema para produção de grãos (sistema I) e ao sistema de produção de grãos com pastagem anual de inverno (sistema II).

Os valores médios de Al trocável do solo (Tabela 1), nas três primeiras camadas e na maioria dos sistemas de produção estudados, foram

mais elevados que na avaliação de maio de 1998, cujos valores foram de $0,44\text{mmol}_c\text{ dm}^{-3}$ a 0-5cm; $0,09\text{mmol}_c\text{ dm}^{-3}$ a 5-10cm; e $0,00\text{mmol}_c\text{ dm}^{-3}$ a 10-15cm, sob plantio direto (SANTOS et al., 2001). O aumento no teor de Al é consequência da acidificação. Por outro lado, não foi observada diferença significativa entre Al trocável do solo, nos cinco sistemas de produção estudados. Resultados semelhantes foram obtidos por Santos e Tomm (1996; 1998) e por Franchini et al. (2000), com sistemas de rotação de culturas, em Latossolo Bruno alumínico e Latossolo Vermelho Roxo distroférico, sob plantio direto no Paraná. Por sua vez, a floresta subtropical apresentou maior valor de Al trocável, em relação a todos sistemas estudados nas camadas 0-5cm a 15-20cm. Nos três primeiros sistemas estudados o Al trocável do solo diminuiu da camada 0-5cm para 10-15cm, enquanto para floresta subtropical, ocorreu o inverso. Santos e Tomm (1996) obtiveram resultados semelhantes somente para um sistema de rotação de culturas para trigo, em Latossolo Bruno álico, durante 4,5 anos, sob plantio direto no Paraná (trigo/soja: de $10,4\text{mmol}_c\text{ dm}^{-3}$ para $4,9\text{mmol}_c\text{ dm}^{-3}$). Em ensaio conduzido por Sidoras e Pavan (1985), com sistemas de rotação de culturas para trigo, sob plantio direto, também no Paraná, os resultados foram inversos, ou seja, houve aumento dos valores de Al trocável da camada 0-10cm ($2,0\text{mmol}_c\text{ dm}^{-3}$) para a camada 10-20cm ($4,0\text{mmol}_c\text{ dm}^{-3}$).

Nesta avaliação, houve aumento do valor de Al trocável na camada 0-5cm, em relação aos valores de maio de 1998 (SANTOS et al., 2001), caracterizando acidificação nos primeiros centímetros do solo. Isso pode ser atribuído à aplicação de fertilizantes nitrogenados, nos dois primeiros sistemas de produção, e à mineralização de resíduos culturais na superfície do solo (SALET, 1994). Para os demais sistemas de produção estudados, essa explicação não é totalmente válida, já que não foi aplicado fertilizante nitrogenado e grande parte da massa vegetal foi pastoreada pelos animais.

Parte da resposta positiva das culturas à calagem pode ocorrer pelo aumento de absorção de N pelas plantas (EDMEADES et al., 1981). Por outro lado, a acidificação do solo tende a reduzir a atividade microbiana para decomposição dos materiais orgânicos, liberação de nitrogênio mineral e absorção de N, que, por sua vez, limita o crescimento de plantas. Porém isso não foi verificado entre os sistemas de produção estudados, em virtude de acúmulo de material orgânico na superfície como decorrência do plantio di-

reto.

Cálcio e magnésio - Os teores médios de Ca e Mg trocáveis do solo (Tabela 2), em todas as camadas, foram considerados elevados para o crescimento e desenvolvimento de culturas tradicionais da região (SOCIEDADE, 2004). Contudo, esses valores reduziram-se em relação ao observado quatro anos antes, em todas as camadas, cujos valores de Ca e Mg trocáveis foram 59 e 30mmol_c dm⁻³ a 0-5cm; 60 e 32mmol_c dm⁻³ a 5-10cm; 63 e 34mmol_c dm⁻³ a 10-15cm; e 60 e 32mmol_c dm⁻³ a 15-20cm, respectivamente (SANTOS et al., 2001). A aplicação de calcário dolomítico, antes da instalação do experimento, forneceu Ca e Mg em quantidades adequadas para que ultrapassassem o nível crítico exigido pelas espécies vegetais dos sistemas estudados, que são, respectivamente 40 e 10mmol_c dm⁻³ (SOCIEDADE, 2004).

O sistema V foi superior aos sistemas I, II, III e IV para o teor de Ca trocável do solo, nas camadas 0-5 e 5-10cm (Tabela 2). Resultados similares foram obtidos, por Franchini et al. (2000), com sistemas de rotação de culturas em duas unidades de solo no Paraná. O sistema V, também apresentou teor mais elevado de Ca trocável do que o sistema II, na camada 15-20cm. Isso pode ser atribuído à aplicação de calcário, em 1994, no sistema V.

Os sistemas III e V foram superiores ao sistema II para o teor de Mg trocável do solo, nas camadas 0-5 e 5-10cm (Tabela 2). O sistema IV apresentou teor mais elevado de Mg trocável do que o sistema II, nas camadas 0-5 e 10-15cm. Os sistemas I e II tenderam a apresentar menor teor de Ca e Mg do que os demais sistemas estudados. Isso pode ser devido à maior exportação, nesses sistemas, de tais elementos químicos para os grãos, sendo retirados da lavoura em maior quantidade do que nos sistemas III, IV e V, que contemplaram somente pastagens perenes. Por sua vez, os teores de Ca e Mg trocáveis do solo na floresta subtropical foram menores do que em todos os sistemas estudados, nas camadas 5-10cm a 15-20cm, indicando que o solo é naturalmente desprovido dessas bases trocáveis (BRASIL, 1973). Silveira e Stone (2001), estudando sistemas de rotação de culturas, em um Latossolo Vermelho Distrófico perférrico, durante cinco anos, observaram teores de Ca + Mg trocáveis mais elevados que os dos sistemas soja/trigo (29,7mmol_c dm⁻³) e soja/trigo/soja/feijão/arroz/feijão (27,2mmol_c dm⁻³). Entretanto, este último sistema foi igual a milho/feijão (25,2mmol_c dm⁻³) e milho/feijão/milho/feijão/arroz/feijão (25,3mmol_c dm⁻³), na camada 0-10cm.

Em dois dos cinco sistemas de produção e na floresta subtropical, foram observadas diferenças significativas entre a maioria das profundidades de amostragem nos teores de Ca e Mg trocáveis do solo. Nos sistemas I e II os teores de Ca e de Mg trocáveis aumentaram da camada 0-5cm para a camada 10-15cm, enquanto que para floresta subtropical ocorreu o inverso. Santos e Tomm (1996), estudando sistemas de rotação de culturas para trigo, em Latossolo Bruno álico, após 4,5 anos no Paraná, nas mesmas profundidades, obtiveram dados semelhantes para os teores de Ca + Mg trocáveis (de 70,0 para 85,9mmol_c dm⁻³). Por outro lado, Silveira e Stone (2001), em sistemas de rotação de culturas com arroz e feijão, no estado de Goiás (de 25,4 para 24,8mmol_c dm⁻³), observaram maiores teores de Ca + Mg trocáveis na camada 0-10cm, em relação aos da camada 10-20cm. No presente estudo, os sistemas relacionados com pastagens perenes de estação fria e de estação quente, e alfafa (III, IV e V), não diferiram entre as profundidades de amostragem para os teores de Ca e Mg trocáveis.

Matéria orgânica do solo - O teor de matéria orgânica do solo (Tabela 3), em todas as camadas e sistemas de produção foi superior ao registrado quatro anos antes, cujos valores foram de 32g kg⁻¹ a 0-5cm; 25g kg⁻¹ a 5-10cm; 23g kg⁻¹ a 10-15cm; e 24g kg⁻¹ a 15-20cm (SANTOS et al., 2001). Na maioria dos estudos sobre plantio direto, tem sido observado acúmulo de matéria orgânica nas camadas próximas à superfície do solo com o tempo. Por sua vez, esse acúmulo sob plantio direto aumenta a força iônica da solução de solo na camada superficial (SALET, 1994). Isso explica, em parte, a não ocorrência de toxicidade de alumínio, resultante de menor atividade iônica do alumínio trocável.

Nos sistemas de produção estudados, somente o sistema V foi superior ao sistema I para o nível de matéria orgânica do solo, na camada 10-15cm. Com o passar dos anos, nas pastagens perenes de estação fria e de estação quente, e na alfafa, os níveis de matéria orgânica do solo tornaram-se semelhantes aos sistemas de produção de grãos ou com as pastagens anuais de inverno, em todas as camadas. Porém, em todos sistemas estudados, houve acúmulo de matéria orgânica nas camadas próximas à superfície do solo. De Maria et al. (1999), estudando sistemas de rotação de culturas, em Rhodic Ferralsol (Latosolo Vermelho Distrófico perférico), durante nove anos, observaram que o nível de matéria orgânica em soja (32-25g kg⁻¹) e em milho

em monocultura ($31\text{-}27\text{g kg}^{-1}$) foi mais elevado que na sucessão milho/soja ($28\text{-}23\text{g kg}^{-1}$), no ano de 1995, nas camadas de 0-5cm a 10-20cm. Por sua vez, a floresta subtropical foi superior a todos os sistemas estudados para o nível de matéria orgânica, na camada 0-5cm. Além disso, a floresta subtropical apresentou nível de matéria orgânica mais elevado do que o sistema II, na camada 5-10cm. Foram verificadas diferenças entre os níveis de matéria orgânica da maioria das profundidades do solo para todos os sistemas de produção e na floresta subtropical. Em todos os sistemas e na floresta subtropical houve redução progressiva da matéria orgânica da camada superficial para a mais profunda. Resultados semelhantes de variações entre níveis de matéria orgânica da camada 0-5 para 15-20cm foram verificados por SÁ (1993), de 53 para 35g kg^{-1} , por Santos e Tomm (1996), de 72-74 para $69\text{-}71\text{g kg}^{-1}$ e por Santos et al. (2006), de $32\text{-}36\text{g kg}^{-1}$ para $23\text{-}24\text{g kg}^{-1}$, em sistemas de rotação de culturas envolvendo trigo, sob plantio direto. A elevação do nível de matéria orgânica na camada superficial do solo decorre do acúmulo de resíduos vegetais sobre a superfície do solo sob plantio direto, pela ausência de incorporação física por não haver revolvimento do solo, o que diminui a taxa de mineralização no sistema plantio direto, em relação ao preparo convencional de solo. Resultados similares foram obtidos por Bayer e Mielniczuk (1997).

Fósforo - O teor de P extraível do solo (Tabela 3) na camada superficial (0-5cm), em todos sistemas, foi superior ao valor considerado crítico ($9,0\text{Mg kg}^{-1}$), nesse tipo de solo para crescimento e desenvolvimento de culturas tradicionais (SOCIEDADE, 2004). Na avaliação de 2002, o teor de P extraível das camadas 0-5cm e 5-10cm, em todos os sistemas foi mais elevado, em relação ao obtido em 1998 (SANTOS et al., 2001), cujos valores foram de $15,5\text{Mg kg}^{-1}$ a 0-5cm e $8,1\text{Mg kg}^{-1}$ a 5-10cm. Como tem sido observado, o plantio direto provoca alterações nas propriedades químicas, as quais, por sua vez se refletem na fertilidade e na eficiência de uso de nutrientes pelas espécies cultivadas (SÁ, 1993; PAIVA et al., 1996). A rotação de culturas tem importante papel na reciclagem de nutrientes, uma vez que as espécies vegetais diferem entre si no que se refere à quantidade e à qualidade de resíduos, à eficiência de absorção de íons e à exploração de nutrientes em profundidade no solo pelo sistema radicular.

Houve diferenças entre sistemas de produção para teor de P extraível somente nas duas primeiras camadas de solo. O teor de P extraível do solo foi

maior nos sistemas I e II do que no sistema III, na camada 0-5cm, em razão das maiores quantidades aplicadas de fertilizantes fosfatados. Além disso, o sistema II apresentou teor mais elevado de P extraível, em relação ao sistema III, IV e V, na camada 5-10cm, pois nesses últimos sistemas, as aplicações foram realizadas uma vez por ano, enquanto nos sistemas I e II, duas vezes ao ano. Por outro lado, a floresta subtropical mostrou menor teor de P extraível do que os sistemas I e II, em todas as camadas estudadas. O menor teor de P extraível na floresta subtropical também ocorreu nas camadas 0-5cm e 15-20cm, em comparação com os sistemas IV e V, enquanto somente na camada 15-20cm, em relação ao sistema III. O menor teor de P encontrado sob floresta reflete a baixa disponibilidade natural dos latossolos (BRASIL, 1973). Diferenças entre o teor de P extraível foram encontradas por Santos e Tomm (1999) e por Santos et al. (2006) com sistemas de rotação de culturas e sistemas de produção de grãos com pastagens anuais de inverno, respectivamente. Os sistemas avaliados diferiram quanto ao teor de P extraível na maioria das profundidades. Em todos os sistemas, o valor de P extraível na camada 0-5 cm foi 3,6 a 6,8 vezes maior do que o teor registrado na camada 15-20cm. Resultados semelhantes foram obtidos em outros estudos, em plantio direto, por Sá (1993), de 87,8 para 6,4Mg kg⁻¹, por Matowo et al. (1999), de 87,7 para 14,6Mg kg⁻¹, por Santos e Tomm (1999), de 9,6 para 3,4Mg kg⁻¹ e por Santos et al. (2006), de 28,6 para 2,0Mg kg⁻¹. O acúmulo de P extraível próximo à superfície do solo decorre de aplicações anuais de fertilizantes fosfatados, da liberação de P durante a decomposição de resíduos vegetais e da menor fixação de P, em razão do menor contato desse elemento com os constituintes inorgânicos do solo, uma vez que não há incorporação de resíduos vegetais pelo não revolvimento de solo no plantio direto (WISNIEWSKI e HOLTZ, 1997).

Potássio - O teor de K trocável do solo observado na camada 0-5cm (Tabela 4), em todos os sistemas, foi superior ao considerado crítico (80Mg kg⁻¹) para crescimento e desenvolvimento de culturas tradicionais (SOCIEDADE, 2004). Além disso, o teor de K trocável observado em todos os sistemas e nas três primeiras camadas, manteve-se acima do teor registrado na avaliação de 1998, cujos valores foram de 106Mg kg⁻¹ a 0-5cm; 65Mg kg⁻¹ a 5-10cm; e 47Mg kg⁻¹ a 10-15cm (SANTOS et al., 2001).

O valor de K trocável do solo diferiu em todos os sistemas de produção

e profundidades. O teor de K trocável, na camada 0-5cm, foi mais elevado no sistema I do que no sistema II. O sistema I foi superior aos sistemas III e IV, para o teor de K trocável, em todas as camadas. Por sua vez, o sistema II foi superior aos sistemas III e IV para o teor de K trocável, nas camadas 0-5cm e 5-10cm. Da mesma forma, o sistema II apresentou maior teor de K trocável do que o sistema IV, nas camadas 10-15cm e 15-20cm. Isso, deveu-se à aplicação de adubação potássica, que nos sistemas I e II foram duas vezes por ano, e nos sistemas III e IV, somente uma vez. O sistema V foi superior aos sistemas II, III e IV para o teor de K trocável, nas camadas 0-5cm e 5-10cm. Por sua vez, o sistema V apresentou maior teor de K trocável, na camada 5-10cm do que o sistema I. Além disso, o sistema V mostrou teor mais elevado de K trocável do que o sistema IV, nas camadas 10-15cm e 15-20cm. O solo da floresta subtropical mostrou menor teor de K trocável, na maioria das camadas, em relação aos sistemas I, II e V. Silveira e Stone (2001), em Latossolo Vermelho Distrófico perférrico, durante cinco anos, encontraram diferença somente na camada 10-20cm, em que as rotações milho/feijão/milho/feijão/arroz/feijão (83Mg kg^{-1}), milho/feijão (79Mg kg^{-1}), arroz consorciado com calopogônio/feijão (76Mg kg^{-1}) e arroz/feijão (72Mg kg^{-1}) apresentaram teor de K trocável mais elevado. Contudo, estes dois últimos sistemas foram semelhantes a soja/feijão (64Mg kg^{-1}) e soja/trigo/soja/feijão/arroz/feijão (64Mg kg^{-1}). Foram verificadas diferenças significativas de K trocável entre todas as profundidades de solo de todos os sistemas de produção avaliados. Houve acúmulo de K trocável na camada próxima à superfície nos diferentes sistemas de rotação. O teor de K trocável, na camada 0-5cm, foi 2,6 a 5,1 vezes maior que a concentração verificada na camada 10-20cm. Acúmulos semelhantes de K trocável, na camada 0-5cm, em relação à camada 15-20cm, em sistemas de rotação de culturas, sob sistema plantio direto, foram observados por De Maria et al. (1999), de 47 para 17Mg kg^{-1} ; Bayer e Bertol (1999), de 21 para 16Mg kg^{-1} ; e por Santos e Tomm (1999), de 189 para 79Mg kg^{-1} . Nos sistemas conservacionistas, os fertilizantes à base de K são depositados na superfície ou na linha de semeadura e, além disso, os resíduos vegetais são deixados na superfície, contribuindo para que esse elemento se acumule nas camadas superiores do solo.

Análise conjunta dos resultados – O decréscimo do pH nos dois primeiros sistemas de produção, pode estar relacionado a decomposição do

material orgânico, com provável liberação de ácidos orgânicos e do efeito acidificante decorrente da utilização contínua de adubos nitrogenados solúveis de fonte amoniacais. Porém, isso não afetou o rendimento de grãos das espécies cultivadas (aveia branca, milho, soja e trigo), bem como do rendimento de matéria seca das pastagens perenes de estação fria e de estação quente, e na alfafa. A provável complexação do Al trocável pelos compostos orgânicos, gerados no processo de decomposição dos resíduos vegetais, pode ter menor efeito tóxico nos rendimentos de matéria seca e de grãos das espécies estudadas, em decorrência dos ligantes orgânicos. Por outro lado, os teores de Ca e Mg trocáveis, em todas as camadas são considerados elevados, em relação as seqüências das culturas tradicionais da região. O acúmulo de matéria orgânica nas camadas próximas à superfície do solo, indica que todos sistemas de produção podem contribuir para o aumento do nível de matéria orgânica e, conseqüentemente, da fertilidade do solo. O acúmulo da matéria orgânica provoca aumento da força iônica da solução de solo na camada superficial. Isso explica, em parte, a não ocorrência de toxicidade de Al, resultante de menor atividade iônica do Al trocável. Em virtude disso, hoje não há mais necessidade de se aplicar elevadas doses de calcário dolomítico ao solo, o que torna os sistemas produtivos mais eficientes agronomicamente e menos destrutivos sob ponto de vista ambiental. Por sua vez, o teor de P extraível e K trocável em todos os sistemas foi superior ao valor crítico, nesse tipo de solo para crescimento e desenvolvimento de culturas tradicionais. Os resultados observados indicam que poderá haver redução na indicação da quantidade de fertilizantes a base de P e K, aplicados em plantio direto, o que também, torna os sistemas produtivos mais adequados ambientalmente.

CONCLUSÕES

1. Houve acidificação na camada superficial do solo, (evidenciada pelos menores valores de pH e maior concentração e saturação por Al, em todos os sistemas estudados).
2. O acúmulo de matéria orgânica do solo atua na minimização do efeito negativo da acidificação do solo, contribuindo para obtenção de maiores ou equivalentes rendimentos de matéria seca e de grãos das culturas, nos sistemas estudados.

3. No decorrer desse período de estudo, as pastagens perenes de estação fria ou de estação quente, e a alfafa, não acumularam mais matéria orgânica no solo que o sistema de produção de grãos ou sistema de produção de grãos com pastagens anuais de inverno.

REFERÊNCIAS

BAYER, C.; BERTOL, I. Características químicas de um cambissolo húmico afetadas por sistemas de preparo com ênfase à matéria orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.23, n.3, p.687-694, 1999.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Nitrogênio total de um solo submetido a diferentes métodos de preparo e sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.21, n.2, p.235-239, 1997.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisa Pedológica. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul. Recife, 1973. 431p. (Boletim Técnico, 30).

CIOTTA, M. N.; BAYER, C.; ERNANI, P. R.; et al. Acidificação de Latossolo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.26, n.4, p.1055-1064, 2002.

DE MARIA, I. C.; NNABUDE, P. C.; CASTRO, O. M. de. Long-term tillage and crop rotation effects on soil chemical properties of a Rhodic Ferralsol in southern Brazil. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v.51, n.1, p.71-79, 1999.

DEL DUCA, L. de J. A.; MOLIN, R.; SANDINI, I. **Experimentação de genótipos de trigo para duplo propósito no Paraná, em 1999**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. 28p. (Embrapa trigo. Boletim de Pesquisa, 6).

EDMEADES, D. C.; JUDO, M.; SARATHCHANDRA, S. U. The effect of lime on nitrogen mineralization as measured by grass growth. **Plant & Soil**,

The Hague, v.60, n.2, p.177-186, 1981.

ERNANI, P. R.; STECKLING, C.; BAYER, C. Características químicas de solo e rendimento de massa seca de milho em função do método de aplicação de fosfatos, em dois níveis de acidez. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.4, p.939-946, 2001.

FRANCHINI, J. C.; BORKERT, C. M.; FERREIRA, M. M.; et al. Alterações na fertilidade do solo em sistemas de rotação de culturas em semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, n.2, p.459-467, 2000.

MATOWO, P. R.; PIERZYNSKI, G. M.; WHITNEY, D.; LAMOND, R. E. Soil chemical properties as influenced by tillage and nitrogen source, placement, and rates after 10 years of continuous sorghum. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v.50, n.1, p.11-19, 1999.

MENGEL, K.; KIRBY, E. A. *Principles of plant nutrition*. 4.ed. Bern: International Potash Institute, 1987. 687p.

PAIVA, P. J. R.; VALE, F. R. do; FURTINI NETO, A. E.; FAQUIN, V. Acidificação de um latossolo roxo do estado do Paraná sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.20, n.1, p.71-75, 1996.

SÁ, J. C. M. Manejo da fertilidade do solo no sistema plantio direto. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. **Plantio direto no Brasil**. Passo Fundo, 1993. p.37-60.

SALET, R. L. **Dinâmica de íons na solução de um solo submetido ao sistema plantio direto**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande Sul, 1994. 111p. (Dissertação de Mestrado).

SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S.; TOMM, G. O. Efeito de sistemas de produção de grãos e de pastagens sob plantio direto sobre o nível de fertilidade do solo após cinco anos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**,

Viçosa, v.25, n.3, p.645-653, 2001.

SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S.; TOMM, G. O.; et al. Atributos físicos e químicos de solo em sistemas de produção de grãos envolvendo pastagens anuais sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.12, n.1-2, p.73-81, 2006.

SANTOS, H. P. dos; LHAMBY, J. C. B.; PRESTES, A. M.; et al. Características agronômicas e controle de doenças radiculares de trigo, em rotação com outras culturas de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.3, p.277-288, 1998.

SANTOS, H. P. dos; LHAMBY, J. C.; SANDINI, I. Efeito de culturas de inverno e de sistemas de rotação sobre algumas características da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.32, n.11, p.1141-1146, 1997.

SANTOS, H. P. dos; REIS, E. M. Rotação de culturas. In: SANTOS, H.P. dos; REIS, E.M. **Rotação de culturas em plantio direto**. 2. ed. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2003. Cap. 1, p.11-132.

SANTOS, H. P. dos; REIS, E. M.; LHAMBY, J. C. B.; et al. Efeito da rotação de culturas sobre o trigo, em sistema plantio direto, em Guarapuava, PR. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.31, n.4, p.259-267, 1996.

SANTOS, H. P. dos; SIQUEIRA, O. J. W. Plantio direto e rotação de culturas para cevada: efeitos sobre a fertilidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.20, n.2, p.163-169, 1996.

SANTOS, H. P. dos; TOMM, G. O. Estudos da fertilidade do solo sob quatro sistemas de rotação de culturas envolvendo trigo em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.20, n.3, p.407-414, 1996.

SANTOS, H. P. dos; TOMM, G. O. Rotação de culturas para cevada, após dez anos: efeitos na fertilidade do solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.28, n.4, p.573-580, 1998.

SANTOS, H. P. dos; TOMM, G. O. Rotação de culturas para trigo, após quatro anos: efeitos na fertilidade do solo em plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.29, n.2, p.259-265, 1999.

SANTOS, H. P. dos; TONET, G. E. L. Efeito de sistemas de produção incluindo culturas produtoras de grãos e pastagens anuais de inverno e de verão no rendimento de grãos e em outras características agrônômicas de soja, sob sistema plantio direto. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Passo Fundo, RS). **Soja**: resultados de pesquisa do Centro Nacional de Pesquisa de Trigo, 1996/97. Passo Fundo, 1997. p.88-93. (EMBRAPA- CNPT. Documentos, 35).

SIDIRAS, N.; PAVAN, M. A. Influência do sistema de manejo do solo no seu nível de fertilidade. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.9, n.3, p.249-254, 1985.

SILVEIRA, P. M.; STONE, L. F. Teores de nutrientes e de matéria orgânica afetados pela rotação de culturas e sistemas de preparo do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.25, n.2, p.387-394, 2001.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Núcleo Regional Sul. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 10.ed. Porto Alegre – Comissão de Química e Fertilidade do solo, 2004. 394p.

STEEL, R. 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**. Porto Alegre: EMATER/RS, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002. 126p.

TEDESCO, M. J.; VOLKWEISS, S. J.; BOHNEN, H. Análise de solos, plantas e outros materiais. Porto Alegre, UFRGS, 1985. 32p. (Boletim Técnico, 5)

WISNIEWSKI, C.; HOLTZ, G. P. Decomposição da palhada com liberação de nitrogênio e fósforo numa rotação aveia-soja sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.11, p.1191-1197, 1997.

Tabela 1. pH em água e de alumínio trocável, após a colheita das culturas de verão, em quatro camadas de solo e diferentes sistemas de produção, em Passo Fundo, RS, em 2002.

Sistema de produção	Profundidade (cm)									
	0-5	5-10	10-15	15-20	0-5 x 5-10	0-5 x 10-15	0-5 x 15-20	5-10 x 10-15	5-10 x 15-20	10-15 x 15-20
	----- pH (água 1:1) -----					----- Contrastes entre profundidades (P > F) -----				
I	5,54	5,72	5,98	5,97	ns	**	**	*	*	ns
II	5,58	5,48	5,97	6,06	ns	**	**	**	**	ns
III	5,63	5,93	6,32	6,35	ns	**	**	ns	ns	*
IV	5,45	5,62	6,15	6,18	ns	**	**	**	**	ns
V	5,88	6,03	5,93	5,80	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Floresta (F)	4,63	4,73	4,50	4,43	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	Contrastes entre sistemas									
I x II	ns	ns	ns	ns						
I x III	ns	ns	ns	ns						
I x IV	ns	ns	ns	ns						
I x V	ns	ns	ns	ns						
I x F	**	**	*	**						
II x III	**	**	ns	ns						
II x IV	*	*	ns	ns						
II x V	*	*	ns	ns						
II x F	**	**	*	**						
III x IV	ns	ns	ns	ns						
III x V	ns	ns	ns	ns						
III x F	**	*	**	**						
IV x V	ns	ns	ns	ns						
IV x F	*	*	**	**						
V x F	*	*	**	**						
	----- Al (mmol _c dm ⁻³) -----					----- Contrastes entre profundidades (P > F) -----				
I	1,03	0,48	0,16	0,27	**	**	**	ns	ns	ns
II	1,92	1,21	0,32	0,16	ns	**	**	*	**	ns
III	1,08	0,60	0,13	0,00	ns	*	*	ns	ns	ns
IV	1,05	0,92	0,13	0,60	ns	ns	ns	ns	ns	ns
V	0,35	0,60	1,08	3,45	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Cont. Tab. 1

Contrastes entre sistemas				
I x II	ns	ns	ns	ns
I x III	ns	ns	ns	ns
I x IV	ns	ns	ns	ns
I x V	ns	ns	ns	ns
I x F	**	**	**	**
II x III	ns	ns	ns	ns
II x IV	ns	ns	ns	ns
II x V	ns	ns	ns	ns
II x F	**	**	**	**
III x IV	ns	ns	ns	ns
III x V	ns	ns	ns	ns
III x F	**	**	**	**
IV x V	ns	ns	ns	ns
IV x F	**	**	**	**
V x F	**	**	**	**

ns = não significativo; * = nível de significância de 5 %; ** = nível de significância de 1 %. I: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja; II: trigo/soja, pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho e aveia branca/soja; III: pastagem de festuca + trevo branco + cornichão; IV: pastagem de pensacola + aveia preta + azevém + trevo vermelho + cornichão; V: alfafa para feno; e F: floresta subtropical.

Tabela 2. Cálcio e magnésio trocáveis, após a colheita das culturas de verão, em quatro camadas de solo e para sistemas de produção, em Passo Fundo, RS, em 2002.

Sistema de produção	Profundidade (cm)									
	0-5	5-10	10-15	15-20	0-5 x 5-10	0-5 x 10-15	0-5 x 15-20	5-10 x 10-15	5-10 x 15-20	10-15 x 15-20
	-- Ca (mmol _c dm ³) --				---- Contrastes entre profundidades (P > F) ----					
I	49	53	58	55	*	**	**	**	ns	ns
II	43	48	55	54	*	**	**	**	**	ns
III	51	55	59	59	ns	ns	ns	ns	ns	ns
IV	51	51	58	58	ns	ns	ns	ns	ns	ns
V	61	63	62	69	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Floresta (F)	34	23	11	7	*	**	**	ns	*	ns
	Contrastes entre sistemas									
I x II	ns	ns	ns	ns						
I x III	ns	ns	ns	ns						
I x IV	ns	ns	ns	ns						
I x V	**	**	ns	ns						

Cont. Tab. 2

I x F	**	**	**	**
II x III	ns	ns	ns	ns
II x IV	ns	ns	ns	ns
II x V	**	**	ns	*
II x F	*	**	**	**
III x IV	ns	ns	ns	ns
III x V	*	**	ns	ns
III x F	**	**	**	**
IV x V	*	*	ns	ns
IV x F	**	**	**	**
V x F	**	**	**	**

-- Mg (mmol_c dm⁻³) --

---- Contrastes entre profundidades (P > F) ----

I	29	30	31	33	ns	*	**	ns	*	ns
II	27	28	32	31	ns	**	**	*	*	ns
III	38	37	38	38	ns	ns	ns	ns	ns	ns
IV	35	34	40	39	ns	ns	ns	ns	ns	ns
V	38	36	38	43	ns	ns	ns	ns	ns	ns
F	26	14	9	6	*	**	**	ns	ns	ns

Contrastes entre sistemas

I x II	ns	ns	ns	ns
I x III	ns	ns	ns	ns
I x IV	ns	ns	ns	ns
I x V	ns	ns	ns	ns
I x F	ns	**	**	**
II x III	**	*	ns	ns
II x IV	*	ns	*	ns
II x V	**	*	ns	ns
II x F	ns	**	**	**
III x IV	ns	ns	ns	ns
III x V	ns	ns	ns	ns
III x F	*	**	**	**
IV x V	ns	ns	ns	ns
IV x F	*	**	**	**
V x F	*	**	**	**

ns = não significativo; * = nível de significância de 5%; ** = nível de significância de 1%. I: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja; II: trigo/soja, pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho e aveia branca/soja; III: pastagem de festuca + trevo branco + cornichão; IV: pastagem de pensacola + aveia preta + azevém + trevo vermelho + cornichão; V: alfafa para feno; e F: floresta subtropical.

Tabela 3. Matéria orgânica e de fósforo extraível, após a colheita das culturas de verão, em quatro camadas de solo e para sistemas de produção, em Passo Fundo, em 2002.

Sistema de produção	Profundidade (cm)									
	0-5	5-10	10-15	15-20	0-5 x 5-10	0-5 x 10-15	0-5 x 15-20	5-10 x 10-15	5-10 x 15-20	10-15 x 15-20
	-- Matéria orgânica (g kg ⁻¹) --				---- Contrastes entre profundidades (P > F) ----					
I	44	32	28	28	**	**	**	**	**	ns
II	44	31	28	27	**	**	**	**	**	ns
III	43	32	29	27	**	**	**	ns	ns	ns
IV	47	33	29	29	**	**	**	**	**	ns
V	40	34	31	30	**	**	**	**	**	ns
F	58	36	30	26	*	**	**	ns	ns	ns
	Contrastes entre sistemas									
I x II	ns	ns	ns	ns						
I x III	ns	ns	ns	ns						
I x IV	ns	ns	ns	ns						
I x V	ns	ns	*	ns						
I x F	**	ns	ns	ns						
II x III	ns	ns	ns	ns						
II x IV	ns	ns	ns	ns						
II x V	ns	ns	ns	ns						
II x F	**	*	ns	ns						
III x IV	ns	ns	ns	ns						
III x V	ns	ns	ns	ns						
III x F	**	ns	ns	ns						
IV x V	ns	ns	ns	ns						
IV x F	*	ns	ns	ns						
V x F	**	ns	ns	ns						
	----- P (mg kg ⁻¹) -----				---- Contrastes entre profundidades (P > F) ----					
I	30,3	16,5	6,3	4,5	**	**	**	**	**	ns
II	34,0	21,2	6,9	5,0	**	**	**	**	**	ns
III	18,4	7,1	4,9	4,3	*	**	**	ns	ns	ns
IV	21,4	9,6	4,3	4,6	**	**	**	*	*	ns
V	22,9	1,2	6,2	6,3	**	**	**	ns	ns	ns
F	6,3	3,4	2,6	2,0	**	**	**	ns	*	ns
	Contrastes entre sistemas									
I x II	ns	ns	ns	ns						
I x III	*	ns	ns	ns						
I x IV	ns	ns	ns	ns						
I x V	ns	ns	ns	ns						

Cont. Tab. 3

I x F	**	**	*	**
II x III	**	**	ns	ns
II x IV	ns	*	ns	ns
II x V	*	*	ns	ns
II x F	**	**	*	**
III x IV	ns	ns	ns	ns
III x V	ns	ns	ns	ns
III x F	ns	ns	ns	*
IV x V	ns	ns	ns	ns
IV x F	*	ns	ns	*
V x F	*	ns	ns	**

ns = não significativo; * = nível de significância de 5 %; ** = nível de significância de 1 %. I: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja; II: trigo/soja, pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho e aveia branca/soja; III: pastagem de festuca + trevo branco + cornichão; IV: pastagem de pensacola + aveia preta + azevém + trevo vermelho + cornichão; V: alfafa para feno; F: floresta subtropical.

Tabela 4. Potássio trocável, após as culturas de verão, em 2002, em quatro camadas de solo e para sistemas de produção.

Sistema de produção	Profundidade (cm)									
	0-5	5-10	10-15	15-20	0-5 x 5-10	0-5 x 10-15	0-5 x 15-20	5-10 x 10-15	5-10 x 15-20	10-15 x 15-20
	----- K (Mg kg ⁻¹) -----				---- Contrastes entre profundidades (P > F) ----					
I	263	165	110	77	**	**	**	**	**	*
II	219	137	90	65	**	**	**	**	**	*
III	140	62	71	54	**	**	**	ns	ns	ns
IV	157	89	40	31	**	**	**	**	**	ns
V	303	187	97	78	**	**	**	**	**	ns
Floresta (F)	106	73	59	38	*	**	**	ns	*	ns
	Contrastes entre sistemas									
I x II	*	ns	ns	ns						
I x III	**	**	**	**						
I x IV	**	**	**	**						
I x V	ns	**	ns	ns						
I x F	**	**	*	**						
II x III	**	**	ns	ns						
II x IV	*	*	*	*						
II x V	**	*	ns	ns						
II x F	**	*	ns	*						
III x IV	ns	ns	ns	ns						

Cont. Tab. 4

III x V	**	**	ns	ns
III x F	ns	ns	ns	ns
IV x V	**	**	*	**
IV x F	ns	ns	ns	ns
V x F	**	**	ns	*

ns = não significativo; * = nível de significância de 5%; ** = nível de significância de 1%. I: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja; II: trigo/soja, pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho e aveia branca/soja; III: pastagem de festuca + trevo branco + cornichão; IV: pastagem de pensacola + aveia preta + azevém + trevo vermelho + cornichão; V: alfafa para feno; e F: floresta subtropical.

FRAÇÃO DE MINERALIZAÇÃO DE NITROGÊNIO OBTIDA POR INCUBAÇÃO ANAERÓBIA DE LODOS DE ESGOTO EM SOLO ARGILOSO

Rita Carla Boeira¹; Viviane Cristina Bettanin Maximiliano²

¹Engenheira agrônoma, doutora em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente; Caixa Postal 69, CEP 13.820-000, Jaguariúna, SP. e-mail: rcboeira@cnpmembrapa.br; ²Química, assistente da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP

RESUMO: A regulamentação ambiental que rege a reciclagem agrícola de lodos de esgoto urbanos gerados em estações de tratamento devem determinar doses máximas a serem aplicadas a solos, com o objetivo de evitar a formação de nitrato em quantidades superiores à capacidade de absorção das plantas. Para a recomendação de doses seguras de uso de lodos de esgoto na agricultura, tendo como critério o teor de N, deve-se previamente estimar a quantidade de nitrogênio potencialmente mineralizável (N_o) nos resíduos quando este for incorporado ao solo. A estimativa de N_o é obtida medindo-se, ao longo de um certo período de tempo, as quantidades mineralizadas do nitrogênio orgânico presente nos resíduos. Para isso, são conduzidos experimentos laboratoriais de incubação desses resíduos em solo. Neste trabalho, teve-se como objetivo avaliar as estimativas de N_o obtidas pela metodologia de incubação anaeróbia durante sete dias, em um Latossolo. Estimou-se N_o em amostras de solo coletadas nos tempos 0, 7, 14, 21, 28 e 42 dias após a incorporação dos lodos. Utilizaram-se cinco doses de dois lodos de esgoto, um de origem estritamente urbana e outro contendo também rejeitos industriais. Os resultados indicaram a possibilidade de se estimar a fração de mineralização dos lodos de esgoto com dados obtidos na incubação anaeróbia de sete dias em solo argiloso.

Palavras-chave: bio sólido; mineralização

MINERALIZATION FRACTION OF SEWAGE SLUDGE NITROGEN ESTIMATED BY ANAEROBIC INCUBATION

ABSTRACT: In order to adequately recycle in agriculture the sludge generated in sewage treatment plants, environment control agencies determine the maximum dosages to be applied to soils, aiming at avoiding nitrate formation in quantities above the absorption capacity of vegetation. A requisite to determine this safe dosage, having N content as a basic criterion, is the estimate of nitrogen content available to mineralization (N_o) in the residue. The N_o estimate is obtained by measuring, during a given time period, the quantities of organic N mineralized in the residues. To do so, laboratory experiments are carried out with soil + sewage sludge mixtures. In the present study we estimated the N_o according with the anaerobic incubation method, following the mineralization dynamics during 7 days in an

Oxisol . For doing it, soil samples were collected at 0, 7, 14, 21, 28 and 42 days after the incorporation of the sewage sludge in the soil. Five different dosages and two sewage sludge types (one strictly urban and the other containing industrial residues) were tested. The results imply the possibility of performing the estimate of N_0 in sewage sludge by employing data from the 7-day anaerobic incubation method, in the soil studied.

Keywords: biosolid; mineralization.

INTRODUÇÃO

Uma das características das sociedades modernas é a produção em grande escala de resíduos, das mais variadas naturezas. Alguns deles são recicláveis na agricultura, por possuírem elevada carga orgânica e teor de nutrientes adequados à melhoria da qualidade de solos. Por outro lado, a preocupação ambiental crescente originou nos países desenvolvidos a necessidade de estabelecimento de critérios de uso, como por exemplo aqueles explicitados na norma americana para uso de lodo de esgoto (USEPA, 1996), em função do potencial poluidor de certos resíduos. Os lodos de esgoto são potencialmente poluentes ambientais, seja devido à presença de organismos patogênicos, ao seu potencial de acidificação de solos agrícolas, ou à presença de compostos inorgânicos (metais pesados potencialmente tóxicos, teores elevados de fósforo e de nitrogênio) e de compostos orgânicos (TSUTIYA, 2001).

Quando o resíduo não possuir em sua composição outros fatores mais limitantes à sua aplicação em solos, o cálculo de dosagens agrônomicas ambientalmente seguras deve ser baseado na quantidade de N que é transformada em formas inorgânicas disponíveis às plantas, ou seja, na fração de mineralização de N do lodo de esgoto. Esta disponibilidade potencial de nitrogênio é um dos critérios adotados para aplicação de resíduos a solos, dada a grande diferença na liberação de nitrogênio mineral conforme o tipo de material, podendo ocorrer desde imobilização de N até excesso de nitrato na solução do solo (ROGERS et al., 2001). Como a capacidade de retenção de nitrato em solos tropicais é, geralmente, baixa, este íon pode ser lixiviado além da zona radicular, se não for absorvido pelas plantas, contaminando águas subsuperficiais, (PAWAR e SHAIKI, 1995). Valores superiores a 10mg L^{-1} de N-NO_3^- na água podem produzir metahemoglobinemia, doença que reduz a capacidade de transporte de oxigênio pelo sangue e que pode ser fatal nos primeiros anos de vida. Assim, as doses de lodo de esgoto aplicadas

ao solo devem ser estabelecidas levando-se em conta as necessidades de nitrogênio para as plantas, evitando-se a geração de nitrato em quantidade que exceda sua capacidade de absorção. Para isso, é necessário o conhecimento prévio da fração potencial de mineralização do N orgânico do material adicionado ao solo.

Parte do nitrogênio (N) encontra-se presente em lodos de esgoto em formas orgânicas, as quais têm que ser mineralizadas para que as plantas possam aproveitá-lo. A fração de mineralização de N pode ser estimada por várias metodologias, procedendo-se a incubações nas quais avalia-se a produção de N mineral versus tempo [t]. Em geral, utilizam-se incubações aeróbias de longa duração, como os 126 dias recomendados em São Paulo para determinação de taxas de uso agrícola de lodos de esgoto (CETESB, 1999), estimando-se a fração potencial líquida de mineralização por meio de um modelo matemático que indica a parcela do N-orgânico aplicado via lodo de esgoto que pode ser mineralizada num determinado tempo experimental, [t]. No entanto, por ser um método de alto custo e muito demorado, mais de três meses, é inviável ao agricultor aguardar os resultados laboratoriais, e laboratórios de análises básicas de solos não incluem em seus serviços as determinações necessárias para a estimativa do potencial de mineralização de N orgânico do solo ou de sistemas [lodo de esgoto + solo]. Neste trabalho, alternativamente, avaliou-se a metodologia de incubações anaeróbias durante sete dias para determinação da fração de mineralização de N orgânico de dois lodos de esgoto incorporados em solo argiloso.

MATERIAL E MÉTODOS

Os lodos de esgoto foram coletados em 1999 nas estações de tratamento de Franca (esgotos domésticos) e de Barueri, SP (recebe também esgotos industriais) (Tabela 1); ambas utilizaram como processo de tratamento a digestão anaeróbia do lodo ativado. Utilizaram-se amostras de Latossolo Vermelho distroférico com textura argilosa (teor de argila de 450g kg^{-1}), pH em água 5,8, P: $3,5\text{mg dm}^{-3}$; K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Al^{3+} e CTC: 1,51; 27,5; 8,5; 1,0 e $73,5\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$, respectivamente, analisadas segundo métodos descritos por Camargo et al. (1986).

Tabela 1. Composição química de lodos de esgoto coletados em 1999 nas estações de tratamento de esgoto de Franca e Barueri, SP.

Lodo	pH ⁽¹⁾	Umidade (base seca)	N-total	C-orgânico ⁽²⁾	Ca	Mg	K	Ni	Cu	Cd	Pb
			----- g kg ⁻¹ -----						----- mg kg ⁻¹ -----		
Franca	6,3	172	46,0	308	13,1	1,7	0,8	33,9	153	2,6	72,6
Barueri	6,5	96	26,8	206	21,5	2,3	1,4	289,3	738	8,8	160,5

⁽¹⁾ Relação lodo:água 1:2,5. ⁽²⁾ Walkley-Black.

Aplicaram-se quatro doses de N orgânico, na forma de lodo de esgoto (em base de matéria seca): 63, 122, 244 e 486Mg kg⁻¹ de solo (Franca), e 106, 201, 400 e 796Mg kg⁻¹ de solo (Barueri), além dos tratamentos sem aplicação de N orgânico ao solo (dose zero). Essas doses foram equivalentes à aplicação de 3, 6, 12 e 24⁻¹ de lodo de Franca, e 8, 16, 32 e 64⁻¹ de lodo de Barueri (em base de matéria seca).

Com esses tratamentos, Boeira et al. (2002) conduziram um experimento com a metodologia de incubação aeróbia, sem lixiviação, e obtiveram a mineralização líquida acumulada do N orgânico aplicado via lodos de esgoto aos 0, 7, 14, 21, 28, 42, 63, 84 e 105 dias após a incorporação dos lodos (dail), e o parâmetro No-aeróbia (N potencialmente mineralizável obtido na incubação aeróbia 105 dail), utilizando uma equação cinética de primeira ordem (STANFORD e SMITH, 1972).

Paralelamente, foi feita a presente avaliação experimental da metodologia de incubação anaeróbia, em 1999, com três repetições, em amostras coletadas nas parcelas do experimento acima, aos 0, 7, 14, 21, 28 e 42 dail. Em cada época de coleta, as amostras de solo foram secas ao ar e peneiradas a 2mm, com posterior determinação da umidade para correção dos resultados analíticos. Para cada repetição experimental de cada tratamento, foram colocadas 10g de solo em um béquer e a seguir inundadas com 50ml de água fria previamente fervida durante cinco minutos, tampando-se o frasco com filme plástico logo em seguida, e mantendo-o bem vedado. Os frascos foram mantidos durante sete dias em estufa a 40°C (BUNDY e MEISINGER, 1994), fazendo-se rodízio diário dos mesmos dentro da estufa. O parâmetro **N_o-anaeróbia** (N potencialmente mineralizável obtido na incubação anaeróbia) foi calculado pela diferença entre os teores de N-NH₄⁺ determinados nos tratamentos com as misturas [solo + lodo] no início da incubação e na solução fi-

nal após cada incubação anaeróbia, segundo método de Tedesco et al. (1995). A fração de mineralização de N dos lodos foi estimada pelo coeficiente de regressão linear dos valores estimados de N_0 -aeróbia e dos valores medidos de N_0 -anaeróbia às doses aplicadas de N orgânico. Utilizou-se análise de regressão linear para verificar a relação funcional entre N_0 (N_0 -aeróbia ou N_0 -anaeróbia) e doses aplicadas de N orgânico e análise de correlação para verificar o grau de associação entre os resultados obtidos pelos dois métodos, considerando-se os dois lodos de esgoto conjuntamente, ambas a 1% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os resultados obtidos, verificou-se que tanto na metodologia de incubação anaeróbia quanto na de incubação aeróbia, os teores totais recuperados de N mineral foram diretamente proporcionais às doses de N orgânico aplicadas ao solo via lodos de esgoto (Figura 1).

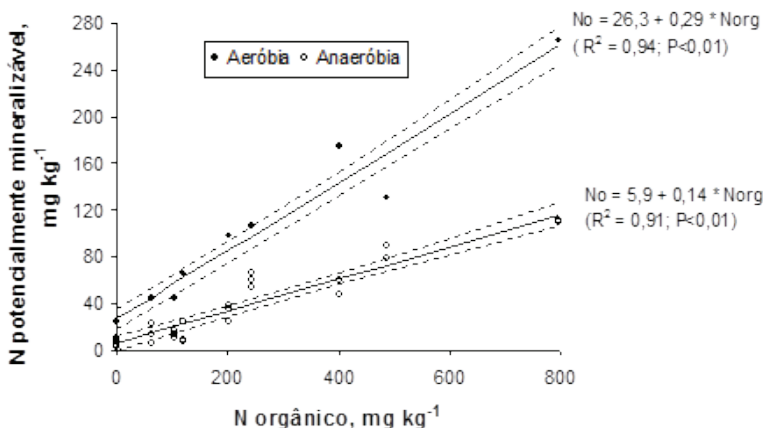


Figura 1. Doses de N orgânico aplicadas via lodo de esgoto e N potencialmente mineralizável (N_0), em 105 dias de incubação aeróbia e em sete dias de incubação anaeróbia, com ajuste dos dados ao modelo linear e respectivos intervalos de confiança (95%), em Latossolo Vermelho distroférico.

A partir dessa relação linear, a fração de mineralização líquida do N orgânico dos dois lodos estudados foi então estimada pelo coeficiente de regressão dos valores de N_0 (N potencialmente mineralizável) às doses de N

orgânico aplicadas ao solo via lodos de esgoto. Os valores assim obtidos para a fração de mineralização de N, 14% no método com incubação anaeróbia e 29% no método com incubação aeróbia, refletiram a diversidade de processos que ocorrem nas duas técnicas de incubação. O menor valor para a metodologia anaeróbia era esperado em função das diminuições dos teores determinados de $N-NH_4^+$ pela ocorrência de reações de nitrificação-desnitrificação na interface solo-água, pois as condições experimentais proporcionam certa oxigenação nessa região. Na Figura 1, observa-se ainda que as duas fontes de resíduos, Franca e Barueri, representadas no eixo X pelas diferentes doses de N orgânico aplicadas ao solo, tiveram mineralização semelhante (não houve diferenças significativas), razão pela qual os dados dos dois resíduos foram avaliados em conjunto.

A fração de mineralização de N orgânico que deve ser considerada nos cálculos de taxas agronômicas de resíduos a serem aplicados ao solo é aquela obtida nas incubações aeróbias a longo prazo, em que são fornecidas condições ótimas à mineralização, tornando-se mais próxima da realidade que ocorre em campo do que em condições de anaerobiose. Assim, o valor médio a ser utilizado para a fração de mineralização dos dois lodos de esgoto nessa incubação aeróbia significa que cerca de 29% das quantidades de N orgânico aplicadas ao solo via lodos de esgoto são potencialmente mineralizáveis em um cultivo anual. Foi então avaliada a relação existente entre essa estimativa de mineralização de N orgânico de lodos de esgoto em solo (incubados aerobiamente durante 105 dias) com a metodologia mais simples e rápida da incubação anaeróbia dos resíduos em solo (durante sete dias). Os teores de N mineral determinados nos tratamentos após a incubação anaeróbia mostraram forte associação com aqueles obtidos após a incubação aeróbia, pois em todas as épocas de avaliação houve correlação significativa ($P < 0,01$) entre eles, obtendo-se os seguintes coeficientes de correlação (r) para as épocas 0, 7, 14, 21, 28 e 42 dias, respectivamente: 0,94, 0,89, 0,93, 0,79, 0,73 e 0,83. Com esses resultados, verificou-se que a metodologia de incubação anaeróbia foi eficiente em detectar as diferenças ocorridas no solo em função da dinâmica do N presente nos lodos de esgoto aplicados no início do experimento, pois a cada época avaliada o solo encontrava-se com um diferente potencial de mineralização de N orgânico. A seguir, avaliou-se o grau de associação entre os valores obtidos nas duas estimativas do potencial

de mineralização: N_0 -aeróbia (valores estimados por uma equação cinética de primeira ordem) e N_0 -anaeróbia (valores estimados pela diferença entre as medidas de $N-NH_4^+$ após a incubação anaeróbia e no início da mesma). Obteve-se correlação significativa ($P < 0,01$) entre essas estimativas para as épocas 0, 7, 14, 21, 28 e 42 dail, com os seguintes coeficientes de correlação (r) para cada época, respectivamente: 0,84, 0,86, 0,84, 0,72, 0,90, 0,49. Para os solos recém incubados (época 0 dail), a relação entre as duas metodologias foi expressa pela Equação 1:

$$N_0\text{-aeróbia} = 21,6 + 1,93 * N_0\text{-anaeróbia} \quad (R^2 = 0,84; P < 0,01)$$

(Equação 1).

Considerando-se esses resultados, verifica-se que, com esses resíduos e no solo estudado, torna-se possível determinar as quantidades dos lodos de esgoto a serem aplicadas em solos agrícolas, a partir da metodologia de incubação anaeróbia de apenas sete dias, cujo resultado permite estimar o potencial de mineralização do N orgânico dos lodos de esgoto, no solo, através da Equação 1.

Com o objetivo de mostrar a aplicação prática dessa relação, exemplificaremos a seguir com alguns dados desse experimento. Se um produtor quiser aplicar lodo de esgoto em uma área agrícola, a legislação (CETESB, 1999) faculta que ele estime a fração de mineralização de N desse material, a qual é utilizada na fórmula de cálculo da quantidade máxima que poderá ser aplicada, que corresponda à dose de N requerida pela cultura. Então, faz-se uma incubação anaeróbia em laboratório durante sete dias, com três misturas de, digamos, 201, 244 e 400mg de N orgânico aplicado via resíduo por kg de solo, com repetições. Transcorrido o prazo da incubação, obteve-se para a dosagem de 201mg de N orgânico aplicado via lodo de esgoto a medida de N_0 -anaeróbia = **32,3Mg kg⁻¹** (teor de N obtido na incubação anaeróbia). Aplicando esse valor à Equação 1 obteremos: N_0 -aeróbia = **83,9Mg kg⁻¹**, que é a estimativa da quantidade de N mineral gerada a partir das formas nitrogenadas orgânicas presentes na mistura [lodo + solo] durante a incubação aeróbia. Para estimarmos a quantidade gerada a partir do lodo, apenas, utilizamos a relação: N_0 -aeróbia = **26,3 + 0,29*Norg** (Figura 1). Essa equação nos informa que, sob certas pressuposições teóricas, quando a dose de N orgânico aplicada é zero (ou seja, quando a mineralização é devida apenas

ao N orgânico originalmente presente no solo), N_0 -aeróbia = 26,3Mg kg⁻¹ (teor de N mineral obtido na incubação aeróbia do solo sem tratamento com lodo). Assim, por diferença, estimamos que o resíduo geraria 57,6Mg kg⁻¹ de N durante a incubação aeróbia. A fração de mineralização é então calculada dividindo-se essa estimativa pelo total de N orgânico aplicado ao solo: $57,6/201=0,29$, ou seja, estima-se que 29% do N orgânico que venha a ser aplicado ao solo será mineralizado no primeiro ano de cultivo. As frações de mineralização estimadas pela incubação anaeróbia das dosagens de 244 (N_0 -anaeróbia = 60,3Mg kg⁻¹) e de 400kg de N orgânico (N_0 -anaeróbia = 55Mg kg⁻¹), ficariam em 46 e 25%, respectivamente. Fazendo-se a média dos três valores, teríamos a estimativa de 33% para a fração de mineralização desse resíduo nesse solo. A variação observada na Figura 1 denota a necessidade de que seja ampliado o número de repetições e de doses na determinação de ambas as curvas aí representadas, visando maior precisão na calibração, especialmente na curva de mineralização anaeróbia e para as menores doses de resíduos.

Assim, utilizando-se o método alternativo aqui descrito de incubação anaeróbia durante sete dias, verificou-se a possibilidade de estimar a fração de mineralização de N de lodos de esgoto de Franca ou de Barueri no solo utilizado neste trabalho, com possibilidade de calibração do mesmo para lodos gerados em estações com outros tipos de tratamento do esgoto, bem como para outras classes de solos.

REFERÊNCIAS

BOEIRA, R. C.; LIGO, M. A. V.; DYNIA, J. F. (2002). Mineralização de nitrogênio em solo tropical tratado com lodos de esgoto. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.37, n.11, p.1639-1647.

BUNDY, L. G.; MEISINGER, J. J. (1994). Nitrogen availability indices. In: WEAVER, R.W.; ANGLE, S.; BOTTOMLEY, P.; BEZDICEK, D.; SMITH, S.; TABATABAI, A.; WOLLUM, A., (Eds.). Methods of soil analysis. Part 2. Microbiological and biochemical properties. Soil Science Society of America. Madison, p.951-984.

CAMARGO, O. A.; MONIZ, A. C.; JORGE, J. A.; et al. (1986). Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agronômico de Campinas. Instituto Agronômico. Campinas, 94p. (IAC. Boletim Técnico, 106).

CETESB (1999). Aplicação de lodos de sistemas de tratamento biológico em áreas agrícolas - critérios para projeto e operação. São Paulo, 32p. (Manual Técnico, P 4.230).

ESTADOS UNIDOS. Environmental Protection Agency. (1996). Standards for the use and disposal of sewage sludge. Washington. (Code of Federal Regulations 40 CFR Part 503). 25p.

PAWAR, N. J.; SHAIKI, I. J. (1995). Nitrate pollution of groundwaters from shallow basaltic aquifers of Deccan Trap Hydrologic Province. India Environmental Geology, v.25, n.3, p.197-204.

ROGERS, B. F.; KROGMANN, U.; BOYLES, L. S. (2001). Nitrogen mineralization rates of soils amended with nontraditional organic wastes. Soil Science, v.166, n.5, p.353-363.

STANFORD, G.; SMITH, S. J. (1972). Nitrogen mineralization potentials of soil. Soil Science Society of America Journal, v.36, n.2, p. 465-471.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; et al. (1995). Análise de solo, plantas e outros materiais. Departamento de Solos-UFRGS. Porto Alegre, 174p. (Boletim Técnico, 5).

TSUTIYA, M.T. (2001). Características de biossólidos gerados em estações de tratamento de esgotos. In: TSUTIYA, M.T.; COMPARINI, J.B.; SOBRINHO, A.P.; HESPANOL, I.; CARVALHO, P.C.T.; et al. (Eds.). Biossólidos na agricultura. SABESP. São Paulo, cap.4, p.89-131.

ISOLAMENTO DE RIZOBACTÉRIAS E EFEITO DA BACTERIZAÇÃO DE SEMENTES NA PROMOÇÃO DO CRESCIMENTO DE TOMATEIRO

Clarissa Santos da Silva¹; Denise D. Pereira²; Marcelo Benevenga Sarmento³; Tanira Gimenez Sampaio⁴

¹ Bióloga, Dr^a. INTEC, Universidade da Região da Campanha Cx. Postal 310, 96400-350, Bagé, RS, Brasil. e-mail: clarissas_s@hotmail.com; ² Eng. Agr. MSc. em Fitopatologia, Bagé, RS; ³ Eng. Agr. MSc. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS; ⁴ Eng. Agr. Dr^a. Ciência e Tecnologia de Sementes, Bagé, RS

RESUMO: Este trabalho teve por objetivo, isolar rizobactérias e verificar seus efeitos na promoção do crescimento de plantas de tomate. Foram obtidos da rizosfera de plantas de tomate 15 isolados com diferentes características morfológicas, caracterizados como pertencentes do gênero *Pseudomonas*. Os ensaios foram realizados em duas etapas com duas cultivares de tomate de diferente qualidade fisiológica. Na primeira etapa avaliou-se a capacidade colonizadora *in vitro*, a germinação e o crescimento de plantas de tomate cv Rio grande em laboratório e em casa de vegetação. Na segunda etapa, foi avaliada a promoção do crescimento das bactérias selecionadas na primeira etapa com as cultivares Kombat e Rio Grande. As análises realizadas foram: índice de velocidade de germinação (IVG), germinação e comprimento da parte aérea e radicular. Todos os isolados apresentaram capacidade colonizadora; dos 15 isolados obtidos, 11 promoveram o crescimento das plantas em laboratório. Não houve diferença estatística na germinação e no IVG, independente da qualidade cultivar, porém, ocorreu diferença no crescimento de parte aérea e radicular das plantas, o qual foi maior no lote de baixa qualidade fisiológica.

Palavras-chaves: bactérias promotoras do crescimento, rizosfera, *Lycopersicon esculentum*

ISOLATION OF RHIZOBACTERIA AND AFFECTS OF THE BACTERIZATION OF SEEDS IN THE PROMOTING TOMATO GROWTH

ABSTRACT: The aim of this work was isolate rhizobacteria and to verify its effects in promoting the growing of tomato plants. It were obtained from tomato plants rhizosphere 15 isolates with different morphological characteristics, characterized as *Pseudomonas*. The essays were conducted with two tomato cultivars of different physiological quality in two stages. At the first stage it was evaluated the *in vitro* colonizer capacity, germination and plant growth cv Rio Grande in laboratory and in greenhouse. At the second stage, it was evaluated the promoting growth, with Rio Grande and Kombat cultivars, of the bacteria selected in the previews essays. It were performed the following tests s: Speed of Germination Index, germination and the growth of shoots and roots. All the isolates showed colonizer capacity;

from 15 isolates obtained, 11 promoted plant growth in laboratory. There was not statistics difference for germination and speed of germination index independent of cultivar quality, but there was difference in the growth of shoots and roots, which was higher in the low quality lot.

Keyword: growth-promoting bacteria, rhizosphere, *Lycopersicon esculentum*.

INTRODUÇÃO

É imperativo o setor produtivo agrícola e o setor industrial atuarem de forma cada vez mais integrada buscando agregar tecnologias com capacidade de elevar a produtividade, em bases sustentáveis, de melhorar a qualidade do fruto para consumo in natura e da matéria prima e dos produtos acabados e de reduzir custos (MELO e VILELA, 2005).

De acordo com Peixoto et al. (1995), elevar a produtividade de plantas e melhorar seu estado fitossanitário através do uso de microorganismos têm sido objetivos da pesquisa agrícola no século XX. A utilização de bactérias promotoras do crescimento de plantas (BPCP's) com o objetivo de aumentar a produção tem sido extensamente estudada em diversas culturas como o trigo, milho, tomate, batata, rabanete, pepino e feijão (LUZ, 1996; LUCON e MELO, 2000; MONTOVANELLO e MELO, 1994; ZAGO et al., 2000).

Dentre estes grupos de bactérias, o mais estudado e de grande potencial para utilização na agricultura encontram-se as rizobactérias promotoras do crescimento de plantas (RPCPs), representando um grupo diverso de bactérias que colonizam as raízes. As rizobactérias crescem próximas às raízes e são estimuladas pelos exsudados radiculares, sendo que algumas destas bactérias são capazes de, ao colonizar o sistema radicular de plantas, promover crescimento, e as plantas resultantes desse tipo de interação podem apresentar maior crescimento e vigor e, conseqüentemente, serem mais produtivas e saudáveis (KLOEPPER, 1993).

As rizobactérias podem beneficiar as plantas utilizando diferentes mecanismos de ação. A promoção direta de crescimento por RPCPs envolve a produção de metabólitos que promovem diretamente o crescimento de plantas sem a interação com a microflora nativa do solo. Em contraste, antibióticos, sideróforos e ácido hidrocianico, que decrescem a atividade de patógenos e/ou microrganismos deletérios, conseqüentemente, aumentam o crescimento das plantas e são exemplos de promoção indireta pelo controle biológico

(KLOEPPER, 1993).

Os principais efeitos benéficos exercidos pelas RPCPs são o aumento da taxa de germinação, o maior crescimento de raízes, colmos, caules e tubérculos, o aumento do número de flores e o aumento de rendimento (LUZ, 1996). Exemplos do uso de rizobactérias na indução da resistência e controle de doença de plantas também têm sido registrados na literatura (HALFED-VIEIRA et al., 2006; CAVALCANTI et al., 2007).

Segundo Kloepper (1993), pertencem ao grupo fluorescente de *Pseudomonas* spp. muitos isolados de RPCPs, sendo muito frequente o uso de isolados desse grupo em seleções de bactérias com vistas em promover o crescimento vegetal (BERGGREN et al., 2001; RAMAMOORTHY et al., 2001). Estirpes do gênero *Bacillus* e *Rhizobium* também têm sido destacados por apresentarem tais benefícios. Com relação ao aumento da disponibilidade de nutrientes do solo pela ação de *Bacillus subtilis*, foi comprovada maior absorção de fósforo e nitrogênio em plantas inoculadas com rizobactérias nas sementes (ARAÚJO, 2008).

Isolados de *Pseudomonas* spp. e *Serratia* spp. também podem inibir a colonização radicular por fungos micorrízicos; porém, quando analisadas sozinhas sem o fungo micorrízico, estimularam o crescimento radicular em 67 % em relação à testemunha (BENDING et al., 2002).

Neste contexto, o presente trabalho objetivou isolar e selecionar rizobactérias promotoras de crescimento, provenientes do crescimento de plantas sadias de tomate, bem como verificar o efeito da bacterização das sementes com rizobactérias na porcentagem de germinação e na promoção do crescimento das plantas de tomate em laboratório e em casa de vegetação.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no Laboratório de Fitopatologia e em casa de vegetação do Instituto Biotecnológico de Reprodução Vegetal da Universidade da Região da Campanha, conduzido em duas etapas: 1- isolamento e seleção das rizobactérias promotoras de crescimento 2- avaliação na promoção do crescimento das bactérias selecionadas na primeira etapa em lotes com diferentes qualidades fisiológicas.

Primeira etapa

Isolamento e seleção de rizobactérias

Cinquenta sementes de tomate cv. Kombat de sete lotes diferentes foram semeadas em caixas gerbox contendo substrato cinza+solo+húmus (4:4:2). Estas caixas foram mantidas em temperatura de $\pm 22^{\circ}\text{C}$ durante 30 dias, sendo realizadas irrigações diárias. Após, as plantas emergidas foram transplantadas para canteiros e aos 60 dias, aquelas aparentemente saudáveis tiveram seus sistemas radiculares coletados com fina camada de solo aderido.

As raízes foram lavadas em água corrente e trituradas juntamente com 5mL de água esterilizada. Dos extratos obtidos, foram retiradas alíquotas de 1mL e plaqueadas através do método de estrias paralelas em meio BDA (200g de batata, 20g de dextrose, 10g de ágar e 1000ml de água destilada). As placas foram mantidas por um período de 48h a uma temperatura de 28°C para o crescimento das colônias.

A caracterização dos isolados se deu através da análise dos aspectos de tamanho, forma (redonda ou amorfa), bordas (lisas ou irregulares), cor e textura. As diferentes colônias foram repicadas para tubos de ensaio e mantidas sob refrigeração para utilização nos testes posteriores, totalizando 15 isolados com características diferentes. Os isolados bacterianos, caracterizados como pertencentes ao gênero *Pseudomonas*, constituíram os tratamentos 1A, 1B, 2A, 2B, 3A, 3B, 4A, 4B, 5A, 5B, 6A, 6B, 7A, 7B e 7C, e então testados quanto ao potencial de colonização radicular.

Avaliação da colonização radicular

Para monitorar o processo de colonização testou-se o método sugerido por Habe e Uesugi (2000). Sementes de tomate da cv. Rio Grande previamente desinfestadas com hipoclorito de sódio 1% por 5 minutos, e lavadas em água estéril, foram semeadas em tubos de ensaio contendo meio nutritivo MS (MURASHIGE e SKOOG, 1962) modificado, sem fonte de carbono, contendo 50% de macro e micronutrientes e $1,75\text{g l}^{-1}$ de ágar. O pH do meio foi ajustado para 5,8, antes da adição de ágar e, estes tubos foram selados com tampa de plástico, sendo mantidos em sala de crescimento com temperatura ambiente de 25°C e fotoperíodo de 16h de luz. Cinco dias após a germinação, os isolados foram inoculados cobrindo $\pm 1,0\text{cm}$ do diâmetro do colo de cada planta, sendo o tratamento sem inoculação constituindo-se a testemunha.

Após este processo os tubos de ensaio foram novamente incubados em sala de crescimento com temperatura ambiente de 25°C e fotoperíodo de 16h de luz.

As avaliações foram realizadas 72h após a inoculação, observando-se visualmente o comportamento das rizobactérias, utilizando uma escala de notas que variou entre “nenhuma colonização” e “total colonização”. Foram utilizadas 10 plantas constituindo a unidade experimental e quatro repetições.

Bacterização de sementes

Sementes de tomate cv. Rio Grande foram desinfestadas com hipoclorito de sódio a 1% por 5 minutos e lavadas em água corrente por 2 minutos. Em seguida, foram imersas nas suspensões bacterianas ajustadas para 10^8 u.f.c mL⁻¹ por um período de 24h a 28°C, constituindo-se a testemunha, sementes imersas durante o mesmo período apenas em solução salina 0,85%.

Avaliação da promoção do crescimento por RPCPs

O teste de germinação em laboratório foi realizado utilizando-se quatro repetições de 100 sementes de cada tratamento semeadas em caixas gerbox sobre papel filtro umedecido com água destilada e levadas ao germinador à uma temperatura alternada de 20-30°C com 16h de luz. As contagens foram realizadas aos 5 e 14 dias, de acordo com metodologia indicada para a espécie nas Regras de Análises de Sementes (BRASIL, 1992).

Vinte plântulas de cada repetição dos tratamentos, oriundas da primeira contagem do teste de germinação em laboratório, foram medidas com o auxílio de uma régua milimetrada para o registro do comprimento parte aérea e radicular.

Para avaliação em casa de vegetação, sementes bacterizadas e o controle foram semeados em bandejas de isopor com substrato esterilizado, composto de solo+areia+vermiculita (6:3:1) mantidas a uma temperatura de ± 26°C. Após 30 dias foram avaliados as variáveis: comprimento de raízes e da parte aérea, peso fresco e seco da parte aérea e radicular. A obtenção do peso seco foi obtido pelo método da estufa a 80°C por 24 horas.

Segunda etapa

O teste de germinação foi repetido visando verificar o índice de velocidade de germinação (IVG) e a germinação final em lotes com diferentes

qualidades fisiológicas. Nesta etapa foram utilizadas duas cultivares de sementes de tomate: cv. Rio Grande com germinação de 98% e cv. Kombat com germinação de 76%. Foram utilizadas cinco isolados bacterianos (4A, 4B, 7A, 7B e 7C) que apresentaram resultados superiores nos ensaios anteriores. Foram realizadas contagens diárias das plântulas com 1mm de radícula, buscando determinar o índice de velocidade de germinação (IVG). O IVG foi calculado de acordo com MAGUIRRE (1962) utilizando a seguinte fórmula: $IVG = G1/N1 + G2/N2 + \dots + Gn/Nn$, onde Gn = número de sementes com protusão de raiz; Nn = número de dias da semente até as contagens.

A partir dos dados obtidos calculou-se o índice de aumento (IA) da MSPA, MSR e MST, utilizando-se a fórmula $IA (\%) = (Tr - Test) \times 100/Text$, onde: Tr = tratamento e Test = testemunha.

Análise estatística

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, composto de quatro repetições por tratamento. O programa estatístico utilizado para a análise dos dados foi o Software Statistica (STATSOFT, 1998), no qual foi realizado o teste de Duncan a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Isolamento e seleção de rizobactérias

Dos sete lotes de sementes de tomate cv. Kombat semeadas em canteiros, foi possível selecionar 15 isolados bacterianos, no qual todos apresentaram capacidade de colonizar as raízes de tomateiro.

De acordo com os resultados obtidos no teste de germinação (Tabela 1), não houve diferença significativa dos tratamentos em relação à testemunha quanto a porcentagem final de germinação das sementes. Esta ausência de efeito da aplicação de bactérias na germinação das sementes foi observada também por Pizzanato e Freitas (1996) em sementes de algodoeiro bacterizadas com isolados de *Pseudomonas* spp., e por Lucon e Melo (2000) em sementes de milho. Tais autores atribuem estes resultados, a boa qualidade das sementes utilizadas e também ao alto vigor das mesmas, o que concorda com os dados obtidos por este trabalho, pois o lote utilizado apresentou uma germinação de 98%.

Embora as bactérias selecionadas não tenham elevado a germinação final das sementes de tomate, estas apresentaram diferença significativa quanto ao comprimento da parte aérea e radicular das plântulas (Tabela 1). Em relação a parte aérea das plântulas de tomate, foi possível dividir os tratamentos em três categorias: isolados bacterianos 4A e 4B, no qual apresentaram os maiores valores; isolados 2B, 7C, 1B, 5A, 7B, 3A, 5B, 2A e 7A, como intermediários, e isolados 1A, 6A, 6B e 3B, com valores mais baixos relação a testemunha. Observa-se também, que os tratamentos 6B e 3B apresentaram tamanho da parte aérea menor do que a testemunha. Esta redução no comprimento da parte aérea pode ser explicada pelo fato destes dois isolados terem apresentado um efeito deletério, pois a rizosfera é geralmente ocupada também por rizobactérias deletérias, que inibem o crescimento de plantas e podem causar sintomas que incluem inibição de crescimento da parte aérea e de raízes, sintomas foliares similares a deficiência nutricional (GERHARDSON et al., 1985), escurecimento e descoloração de raízes, necroses e inibição do desenvolvimento de pêlos radiculares (SHIPPERS et al., 1987).

Tabela 1. Efeito da bacterização de sementes de tomate cv. Rio Grande sobre a germinação final e comprimento da parte aérea (CPA) e radicular (CR) de plântulas com 5 dias.

	Germinação final (%)	CPA (cm)	CR (cm)
Testemunha	98 a	1,65 cd	3,55 bc
1A	97 a	1,85 c	5,15 a
1B	99 a	2,40 b	4,85 a
2A	97 a	2,20 b	4,55 a
2B	94 a	2,45 b	4,00bc
3A	95 a	2,35 b	6,00 a
3B	96 a	1,50 d	3,45 bc
4A	98 a	2,85 a	5,70 a
4B	96 a	3,05 a	5,05 a
5A	97 a	2,40 b	4,80 a
5B	97 a	2,30 b	5,30 a
6A	97 a	1,80 cd	3,30 bc
6B	94 a	1,55 cd	2,75 c
7A	97 a	2,20 b	4,50 a
7B	99 a	2,40 b	4,40 b
7C	97 a	2,45 b	4,85 a

Médias seguidas das mesmas letras, não diferem entre si pelo teste de Duncan 5%.

Em relação ao comprimento da parte radicular, os tratamentos 2B, 3B, 6A, 6B e 7B não diferiram significativamente em relação à testemunha. Já os tratamentos 3A, 5A, 5B, 1A, 4B, 1B, 7C, 5A, 2A e 7A, apresentaram o comprimento das raízes significativamente maior que a testemunha.

A produção de substâncias reguladoras de crescimento como auxinas, giberelinas e citocininas pelos microrganismos introduzidos pode ser uma das razões para a promoção do crescimento da parte aérea e radicular das plântulas (MONTOVANELO e MELO, 1994). Os isolados de rizosfera dos gêneros *Enterobacter*, *Xanthomonas*, *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Azobacter* e *Agrobacterium* produzem uma maior quantidade de AIA do que outros isolados não associados a raiz (ASGHAR et al., 2002).

Isolado de *Pseudomonas fluorescens* CHAO modificado em laboratório para aumentar a produção de AIA, estimularam crescimento da planta de pepino em 20% (BEYELER et al., 1999). Patten e Glick (2002) utilizaram uma linhagem de *Pseudomonas putida* que excretava altos níveis de AIA e constataram um aumento de 35% a 50% no crescimento primário das raízes de canola.

Os resultados em casa de vegetação não mostraram diferença entre os tratamentos testados, embora tenha havido uma diferença numérica de até 1,5cm e 1,8cm para a parte aérea e raiz respectivamente (dados não mostrados). Pizzinatto e Freitas (1996) salientam que nem sempre os efeitos benéficos refletem-se em melhoria no crescimento das plantas, afirmando que os mecanismos de ação responsáveis pela promoção de crescimento em plantas, podem estar ligados inicialmente à inibição de algum patógeno, ou seja, beneficiando o vegetal de forma indireta.

De acordo com Luz (1993), o aumento de crescimento com a aplicação de certas bactérias é em parte relacionado com a inibição de patógenos secundários da rizosfera e com solos férteis que tenham recebidos fertilizantes minerais. Tais afirmações podem ser uma justificativa para os resultados deste ensaio, considerando-se que o substrato utilizado foi esterilizado, as sementes utilizadas apresentaram boa qualidade fisiológica e não foi realizada nenhuma adubação.

2. Avaliação da promoção do crescimento em plantas de diferentes qualidades fisiológicas

Os dados referentes ao índice de velocidade de germinação (IVG)

e germinação final não apresentaram diferença significativa para ambos os lotes, exceto para a cultivar Rio Grande, onde os valores do IVG foram menores do que a testemunha (Tabela 2).

Dados semelhantes foram encontrados por Santos (2006), onde muitos tratamentos reduziram a velocidade de emergência das plântulas, em que combinações de rizobactérias aumentaram o tempo para iniciar e terminar a emergência, mesmo para o feijão que apresenta uma germinação e emergência muito rápida comparada a outras culturas.

Segundo Peixoto et al. (1995), após a bacterização das sementes, as bactérias necessitam sobreviver e multiplicar-se na espermosfera em resposta aos exsudatos da semente, aderindo-se então a superfície da raiz e colonizando o sistema radicular em desenvolvimento. Zago et al. (2000), salienta que as bactérias metabolizam para a síntese máxima de componentes celulares e ao crescimento, fase chamada de trofofase. Após colonizarem as raízes, então passariam para outra fase chamada idiofase, caracterizada pela produção e metabólitos secundários, causada por limitações nutricionais e quando tais limitações se fazem presentes (HAAS et al., 2000) é que mecanismos de ação que estimulam o crescimento direto ou indireto, são produzidos.

Tabela 2. Índice de Velocidade de Germinação (IVG) e germinação final de sementes de tomate cv. Rio Grande e cv. Kombat inoculados com diferentes isolados bacterianos.

Tratamentos	IVG		Germinação Final (%)	
	Rio Grande	Kombat	Rio Grande	Kombat
Testemunha	21,80a	12,69a	97,0a	76,0a
4A	14,95b	11,53a	97,5a	72,5a
4B	16,11b	11,87a	96,0a	81,0a
7A	18,49ab	11,92a	97,5a	79,0a
7B	17,12b	9,96a	95,5a	68,0a
7C	18,44ab	10,57a	96,5a	70,5a

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%.

Estas afirmações podem justificar os resultados obtidos neste trabalho, pois, tais parâmetros irão depender unicamente do metabolismo e qualidade fisiológica da semente; somente após a semente emitir a radícula haverá a colonização das bactérias, para então lançar mão de um ou mais mecanismos de ação para promover o crescimento da planta. No entanto a diminuição do

índice de velocidade de germinação por estes isolados pode ser devido a um efeito negativo neste fase, como alteração na disponibilidade de íons ou água (JAGADEESH et al., 2006).

A Tabela 3 mostra um incremento de até 54% e 24% na parte aérea para a cv. Kombat e Rio Grande, respectivamente, destacando-se os isolados 4B, 7A, 7B 7C como mais eficientes. Referente a parte radicular observa-se um incremento de 45% na cv. Kombat pelo isolado 7C. Apesar de não haver diferença estatística entre os tratamentos na cv. Rio Grande, ocorreu também um acréscimo de 19% no comprimento da parte radicular também pelo isolado 7C.

Tabela 3. Efeito da bacterização de sementes de tomate cv. Rio Grande (RG) e cv. Kombat (K) na porcentagem de acréscimo da parte aérea (PA) e comprimento de raízes (CR) das plântulas.

Tratamentos	PA (cm)	% de acréscimo de PA	Tratamentos	CR (cm)	% de acréscimo do CR
4B	4,09a	24	7c	3,08a	19
7A	4,07a	23	4b	3,06a	18
RG 7C	3,99a	21	7b	2,81a	9
7B	3,80ab	15	Test.	2,59a	0
4A	3,34b	1	7A	2,48a	4
Test	3,31b	0	4A	2,28a	2
7C	5,66a	54	7C	4,87a	45
7B	5,50ab	49	7B	4,45ab	32
K 7A	5,26b	43	7A	3,62b	7
4B	5,21b	41	4A	3,52b	4,5
4A	5,20c	41	4B	3,42b	1,5
Test	3,69c	0	Test.	3,37b	0

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%.

Sementes com baixa qualidade fisiológica, quando colocadas para germinar, absorvem água e necessitam reestruturar suas membranas, enquanto isso, liberam mais rapidamente quantidades maiores de exsudatos quando comparados a um lote de boa qualidade (VIEIRA e CARVALHO, 1994).

Esta liberação maior e mais intensa de exsudatos possibilita que as bactérias inoculadas às sementes tenham uma maior fonte nutricional, pois,

segundo Luz (1993), estes compostos que incluem açúcares, proteínas e aminoácidos, são substâncias orgânicas que servem de fonte de nutrientes para os agentes promotores de crescimento na espermosfera. Com isso, irão sobreviver, multiplicar e colonizar as sementes com maior facilidade e de forma mais rápida. Porém, como são sementes com menos reservas, irão proporcionar, logo após a emissão da radícula, uma limitação nutricional para as bactérias. Esta limitação, segundo Haas et al. (2000) irá fazer com que as bactérias produzam um ou mais mecanismos de ação de maneira mais intensa.

Dentro deste contexto, segundo Vieira e Carvalho (1994), o contrário acontece com sementes de boa qualidade fisiológica, que, por possuírem integridade das membranas irão liberar seus exsudatos e reservas de maneira gradativa. Isto fará com que as bactérias também produzam mecanismos de ação, como a produção de hormônios, de maneira menos intensa e contínua. Isto explica o maior aumento no crescimento da parte aérea e radicular de plantas oriundas de sementes com baixa qualidade fisiológica.

CONCLUSÕES

O método de seleção de bactérias *in vitro* foi eficiente para avaliar a capacidade de colonização de raízes de tomateiro pelas rizobactérias;

A bacterização das sementes de tomate com rizobactérias não foi capaz de aumentar o índice de velocidade de germinação, nem a porcentagem final de germinação, independente da qualidade fisiológica das sementes;

Rizobactérias com potencial para a promoção do crescimento de plantas de tomate, o fazem de modo mais intenso em plântulas oriundas de sementes com baixa qualidade fisiológica.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, F. F. (2008). Inoculação de sementes de *Bacillus subtilis*, formulado com farinha de ostra e desenvolvimento de milho, soja e algodão. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.2, p.456-462.
- ASGHAR, H. N.; ZAHIR, Z.A.; ARSHAD, M.; et al. (2002). Relationship between *in vitro* production of auxins by rhizobacteria and their growth-promoting activities in *Brassica juncea* L. *Biology and Fertility of Soils*

35:231-237.

BENDING, G. D.; POOLE, E. J.; WHIPPS, J. M.; et al. (2002). Characterisation of bacteria from *Pinus sylvestris*-*Suillus luteus* mycorrhizas and their effects on root-fungus interactions and plant growth. *FEMS Microbiology Ecology* 39: 219-277.

BERGGREN, J. W.; VAN VUURDE, L.; MARTENSSON, A. M. (2001). Factors influencing the effect of deleterious *Pseudomonas putida* rhizobacteria on initial infection of pea roots by *Rhizobium leguminosarum* bv. viceae. *Appl. Soil Ecol.*, 17:97-105.

BEYELER, M.; KEEL, C.; MICHAUX, P.; et al. (1999). Enhanced production of indole-3-acetic acid by a genetically modified strain of *Pseudomonas fluorescens* CHAO effects root growth of cucumber, but does not improve protection of plant against *Pythium* root rot. *FEMS Microbiology Ecology* 28: 225-233.

BRASIL (1992). Regras para Análises de Sementes. Brasília: Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. p.365.

CAVALCANTI, F. R.; RESENDE, M. L. V.; CARVALHO, C. P. S.; et al. (2007). An aqueous suspension of *Crinipellis pernicioso* mycelium activates tomato defence responses against *Xanthomonas vesicatoria*. *Crop Protection* 26:729-738.

HAAS, D.; BLUMER, C.; KEAL, C. (2000). Biocontrol ability of fluorescent pseudomonas genetically dissected: importance of positive feedback regulation. *Current opinion in biotechnology*. 11: 290-297.

HALFED-VIEIRA, B. A.; VIEIRA JÚNIOR, J. R.; ROMERO, R. S.; et al. (2006). Induction of systemic resistance in tomato by autochthonous phylloplane resident *Bacillus cereus*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 41:1247-1252.

JAGADEESH, K. S.; KRISHNARAJ, P. U.; KULKARNI, J. H. (2006). Suppression of deleterious bacteria by rhizobacteria and subsequent improvement of germination and growth of tomato seedlings. *Current Science* 91:1458-1459.

KLOEPPER, J. W. (1993). Plant growth-promoting rhizobacteria as biological control agents. In: *Soil Microbial Ecology, Applications in Agricultural and Environmental Management*. New York: Ed. FBJ meeting, p. 255-274.

LUCON, C. M. M.; MELO, I. S. (2000). Efeito da bacterização de sementes no desenvolvimento de plantas de milho e no controle de *Fusarium moniliforme*. *Fitopatologia Brasileira*. 25: 529-537.

LUZ, W. C. (1993). Microbiolização de sementes para o controle de doenças das plantas. *Revisão Anual de Patologia de Plantas* 1:33-78.

MELO, P. C. T.; VILELA, N. J. (2005). Desafios e perspectivas para a cadeia brasileira do tomate para o processamento industrial. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.23, n1, p.154-157.

MONTOVANELLO, C. M.; MELO, I. S. (1994). Isolamento e seleção de rizobactérias promotoras do crescimento de plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum*). *Summa Phytopathologica* 20:123-126.

PATTEN, C. L.; GLICK, B. R. (2002). Role of *Pseudomonas putida* indilactic acid in development of the host plant root system. *Applied and Environmental Microbiology*, 6:3795-3801.

PEIXOTO, A. R.; MARIANO, R. L. R.; MICHEREFF, S.; et al. (1995). Ação antagônica de *Pseudomonas aeruginosa* a *Pseudomonas solanacearum* e efeito no desenvolvimento de plântulas de tomate. *Summa Phytopathologica*, 21:219-224.

PIZZIANATTO, M. A.; FREITAS, S. S. (1996). Efeito de *Pseudomonas* spp. fluorescentes sobre a sanidade e a germinação de sementes e o desenvolvimento de algodoeiro. *Summa Phytopathologica*, 22: 9-14.

RAMAMOORTHY, V.; VISWANATHAN, R.; RAGUCHANDER, T.; et al. (2001). Induction of systemic resistance by plant growth promoting rhizobacteria in crop plants against pests and diseases *Crop Protec.*, 20:1-11.

SANTOS, A. S. (2006). Biocontrole de *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* e promoção de crescimento de plantas de feijão pelo uso de bactérias préselecionadas, isoladamente e em diferentes combinações. Dissertação Mestrado. Pelotas RS Universidade Federal de Pelotas.

SHIPPERS, A. B.; BAKKER, A. W.; BAKKER, P. (1987) Interactions of deleterious and beneficial rhizosphere microorganisms and the effect of cropping practices. *Annual Review of Phytopathology*, 25:339-358.

STATSOFT. (1998) STATISTICA for Windows (Computer Program Manual). Tulsa: Statsoft.

VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (1994). Testes de vigor em sementes. Jaboticabal: FUNEP.

ZAGO, V. C. P.; DE-POLLI, H.; RUMJANEK, N. G. (2000). Pseudomonas spp. Fluorescentes – Bactérias promotoras de crescimento de plantas e biocontroladoras de fitopatógenos em sistemas de produção agrícola. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 32p. (Embrapa-CNPAB. Documentos, 127).

PREVENÇÃO DE CONTAMINAÇÃO NA CULTURA DE TECIDOS DE *Nicotiana tabacum* L.

Carine Rosa Naue¹; Lisianne Brittes Benitez²; Cláudio Vidal de Medeiros³

RESUMO: Na cultura de tecidos vegetais podem aparecer microrganismos contaminantes. Para controlá-los geralmente são utilizados antibióticos empregados de diferentes formas. Neste trabalho foram comparados diversos tratamentos para controlar a contaminação em tecidos de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.). Segmentos nodais (3 a 4cm de comprimento), foram submetidos aos seguintes tratamentos para prevenção da contaminação *in vitro*: 1) imersão em solução de antibiótico (320mg L⁻¹) por dois minutos + álcool 70% por dois minutos + hipoclorito de sódio 1,2% e Tween 20 (0,1%), por 10 minutos e inoculação em meio de cultura contendo antibiótico (320mg L⁻¹) e fungicidas (Benomyl a 66mg L⁻¹ e Rovral a 20mg L⁻¹); 2) tratamento 1 sem fungicidas no meio de cultura; 3) tratamento 1 sem imersão em solução de antibiótico; 4) tratamento 1 sem inoculação em meio de cultura com antibiótico; 5) imersão somente em álcool 70% por dois minutos + hipoclorito de sódio 1,2% e Tween 20 (0,1%), por 10 minutos. Após 30 dias, foi constatado que para o antibiótico Cefotaxima Sódica o procedimento mais eficiente no controle da contaminação bacteriana foi o tratamento 1. Para o antibiótico Agrimicina não ocorreu contaminação bacteriana nos tratamentos 1, 2, 3. A contaminação fúngica ocorreu somente nos tratamentos sem fungicidas no meio de cultura. Os resultados indicam que a adição de antibióticos e fungicidas ao meio de cultura é necessária para controlar as contaminações bacterianas e fúngicas na cultura *in vitro* de tabaco.

Palavras-chave: tabaco, contaminantes, antibióticos, fungicidas, cultura *in vitro*.

PREVENTION OF CONTAMINATION IN TISSUE CULTURE OF *Nicotiana tabacum* L.

ABSTRACT: Contaminating microorganisms may appear in vegetal tissue culture and usually are controlled with antibiotics applied in different forms. In this study several treatments were compared to control contamination in tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) tissue. Nodal segments (3-4cm of length) were submitted to the following procedures to prevent *in vitro* contamination: (1)- immersion in antibiotic solution (320mgL⁻¹) for 2 minutes + sodium hypochloride 1.2% and Tween 20 (0.1%) for 10 minutes and inoculation in culture medium containing antibiotics (320mgL⁻¹) and fungicides (Benomyl) at 66mgL⁻¹) and Rovral at 20mgL⁻¹; (2)- treatment with fungicides in culture medium; (3)- treatment without immersion in antibiotic solution; (4)- treatment without inoculation in culture medium and (5)- immersion in alcohol 70% only for 2 minutes + sodium hypochloride 1.2% and Tween 20 (1.2%) for 10 minutes. After 30 days it was observed that for antibiotic Sodic Cefataxamine the most efficient procedure in the bactrian contamination control was treatment 1. For the antibiotic Agrimicine no bactrian contamination occurred in treatments 1,2 and 3. Fungic contamina-

tion occurred only in treatments without fungicides in culture medium. Results indicate that addition of antibiotics and fungicides to the culture medium is necessary to control bacterial and fungal contaminations in *in vitro* tobacco tissue culture.

Keywords: tobacco, contaminants, antibiotics, fungicides, *in vitro* culture.

INTRODUÇÃO

A cultura de tecidos consiste em um conjunto de técnicas em que qualquer segmento de tecido oriundo de uma planta (explante) é isolado e cultivado sob condições de assepsia em meio artificial contendo elementos essenciais para o crescimento da planta (LEIFERT et al., 1991b; ODUTAYO et al., 2004; CESTARI, 1975; CID, 2001).

Um dos princípios básicos para o sucesso da cultura de tecidos depende, em parte, de medidas de controle e prevenção da contaminação microbiana (LEIFERT et al., 1994; SILVA et al., 2003), devido a esta técnica proporcionar um ambiente favorável para o crescimento de microrganismos como bactérias, leveduras e fungos filamentosos (DANTAS et al., 2002). Os microrganismos contaminantes competem com os explantes pelos nutrientes do meio de cultura, eliminando no meio metabólitos tóxicos, podendo ocasionar a morte da plântula (PEREIRA et al., 2003).

Para prevenir ou eliminar a contaminação no cultivo *in vitro* de plantas tem sido realizadas diversas pesquisas, que vão desde os estudos de medidas de assepsia (ERIG e SCHUCH, 2003; GARCIA e RAFAEL, 1990) e tratamentos das plantas matrizes (ERIG e SCHUCH, 2003) até o uso de meio de cultura com produtos antimicrobianos (SILVA et al., 2003; PEREIRA e FORTES, 2003; HANDA et al., 2005).

Segundo Gratapaglia e Machado (1998), para auxiliar a amenizar a contaminação microbiana deve-se manter a planta doadora em ambiente higienizado, em condições controladas de casa de vegetação ou laboratório. Para minimizar a contaminação microbiana, inúmeros protocolos de desinfestação são apresentados por diversos autores. São relatados o uso de substâncias como, hipoclorito de sódio e de cálcio, peróxido de hidrogênio, cloreto de mercúrio, ácido clorídrico, etanol 70% e, em alguns casos, a adição de antibióticos ao meio de cultura (GARCIA e RAFAEL, 1990; LEIFERT et al., 1991b; BUCKLEY et al., 1995; TAMPRASERT e REED, 1998; REED et al., 1998; MONTARROYOS, 2000).

De acordo com pesquisas os tratamentos com antibióticos somente devem ser realizados após o isolamento, identificação e a realização de testes de sensibilidade com bactérias. O efeito fitotóxico do antibiótico e o alto custo do tratamento são fatores que devem ser imprescindivelmente considerados (GARCIA e RAFAEL, 1990; LEIFERT et al., 1991a).

A cultura de tecidos é uma técnica importante utilizada no melhoramento genético de plantas de tabaco. Diferentes metodologias são empregadas nesta técnica com o objetivo de propagar milhares de plantas com genótipos superiores resistentes a doenças fitopatogênicas e de reduzir o tempo de lançamento de novas culturas (GRATTAPAGLIA e MACHADO, 1998). No entanto, a contaminação por microrganismos é um dos principais problemas para a aplicação desta técnica, podendo chegar inclusive a ser um fator limitante para o estabelecimento e cultivo *in vitro* de certos explantes.

A realização deste trabalho teve como objetivo verificar qual o tratamento mais eficiente para prevenção de contaminação microbiana na cultura de tecidos de tabaco.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Biotecnologia da Universidade de Santa Cruz do Sul, em Santa Cruz do Sul – RS.

Em casa de vegetação, de plantas de tabaco com 60 dias foram coletados segmentos nodais de 3 a 4cm de comprimento, levados ao laboratório e lavados com água estéril por um minuto. Posteriormente foram submetidos aos seguintes tratamentos de desinfestação: 1) imersão em solução de 320mg L⁻¹ de antibiótico por dois minutos + álcool 70% por dois minutos + hipoclorito de sódio 1,2% acrescido de 0,1% de Tween 20, por 10 minutos e inoculação em meio de cultura contendo antibiótico (320mg L⁻¹) e fungicidas (Benomyl a 66mg L⁻¹ e Rovral a 20mg L⁻¹); 2) tratamento 1 sem adição de fungicidas no meio de cultura; 3) imersão em álcool 70% por dois minutos + hipoclorito de sódio 1,2% acrescido de 0,1% de Tween 20, por 10 minutos e inoculação em meio de cultura contendo antibiótico (320mg L⁻¹) e fungicidas (Benomyl a 66mg L⁻¹ e Rovral a 20mg L⁻¹); 4) imersão em 320mg L⁻¹ de antibiótico por dois minutos + álcool 70% por dois minutos + hipoclorito de sódio 1,2% acrescido de 0,1% de Tween 20, por dez minutos e inoculação

em meio de cultura somente com fungicidas (Benomyl a 66mg L⁻¹ e Rovral a 20mg L⁻¹); 5) imersão em álcool 70% por dois minutos + hipoclorito de sódio 1,2% acrescido de 0,1% de Tween 20, por 10 minutos e inoculação em meio de cultura sem a adição de antibiótico e fungicidas.

Realizaram-se dois experimentos, onde, foram testados os antibióticos Cefotaxima Sódica e Agrimicina.

O meio de cultura utilizado para os experimentos foi o meio MS (MURASHIGE e SKOOG, 1962), acrescido de 30g de sacarose e solidificado com 7g de ágar.

Os tratamentos que continham antibiótico e fungicidas acrescidos ao meio de cultura foram preparados em câmara de fluxo laminar.

O delineamento experimental utilizado foi o completamente casualizado, com cinco repetições por tratamento. Cada repetição constituiu de uma planta, onde foram coletados três explantes. Os explantes foram monitorados diariamente observando-se as contaminações bacterianas e fúngicas. Após 30 dias avaliou-se a percentagem de contaminação. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Duncan 5% de probabilidade, via programa WINSTAT (2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observaram-se uma média geral de contaminações bacterianas e fúngicas de 13,99% e 9,9% respectivamente. Estes resultados segundo Leifert e Waites (1990), estão dentro da faixa de contaminação *in vitro*, que situa-se entre 3 e 15% de toda subcultura de tecido comercial e científico cultivados em laboratório.

O baixo índice de contaminação bacteriana encontrado neste trabalho pode ser explicado pelos diferentes tratamentos testados, onde três dos cinco tratamentos continham antibiótico no meio de cultura. De acordo com Garcia e Rafael (1990); Leifert et al. (1991b), o uso de meio de cultura com produtos antimicrobianos é uma das alternativas para prevenir, eliminar ou diminuir a contaminação bacteriana. Conforme Erig e Schuch (2003), o que ajuda a diminuir a contaminação é a manutenção das plantas matrizes em ambientes protegido e as pulverizações semanais com fungicidas e antibióticos.

Quando se utilizou o antibiótico Cefotaxima Sódica, o melhor resulta-

do foi obtido com o tratamento 1 (imersão em solução de antibiótico + álcool + hipoclorito de sódio e inoculação em meio de cultura contendo antibiótico e fungicidas), com ausência de crescimento bacteriano (Tabela 1), diferindo estatisticamente dos tratamentos 4 (imersão em antibiótico (320mg L⁻¹) por dois minutos + álcool 70% por dois minutos + hipoclorito de sódio 1,2% e Tween 20 (0,1%), por 10 minutos e inoculação em meio de cultura somente com fungicidas (Benomyl a 66mg L⁻¹ e Rovral a 20mg L⁻¹) e 5 (imersão em álcool 70% por dois minutos + hipoclorito de sódio 1,2% e Tween 20 (0,1%), por 10 minutos e inoculação em meio de cultura sem a adição de antibiótico e fungicidas), que obtiveram média de 26,66 e 33,33% de contaminação, respectivamente.

Observando-se as porcentagens de contaminações entre os tratamentos neste estudo, para o antibiótico Cefotaxima Sódica pode-se afirmar que a adição de antibiótico ao meio de cultura torna-se necessária para controlar a contaminação bacteriana e estes devem ser acrescentados em protocolos de assepsia.

Cid e Durzan (2003) observaram em seus experimentos apenas 10% de contaminação bacteriana na cultura de tecidos de tomateiro (*Lycopersicon esculentum*), onde sementes certificadas foram inoculadas em meio de cultura contendo 100mg L⁻¹ de Cefotaxima Sódica.

Diversos autores mencionam a imersão em álcool e posteriormente em hipoclorito de sódio como rotina na assepsia de explantes. No estabelecimento *in vitro* de cultivares de pereira (*Pyrus* spp.), Erig e Fortes (2002), obtiveram contaminação bacteriana em 45,7% das gemas e em 18,8% dos meristemas utilizando assepsia com álcool 70% e hipoclorito de sódio.

Para realizar a assepsia dos explantes em seus experimentos com sacaca, Monteiro et al. (2003) utilizaram cinco agentes desinfestantes, entre eles, antibiótico, etanol e hipoclorito de sódio e mesmo assim, obtiveram resultados ineficientes para controlar ou inibir a ação e desenvolvimento de microrganismos. Vianna et al. (2003), relataram que utilizaram como descontaminantes para os explantes de mamoeiro, apenas hipoclorito de sódio em diferentes tratamentos (tempo - NaOCl 1%) sendo impossível conseguir explantes que não apresentassem sinais visíveis de contaminação, principalmente por bactérias.

O tratamento 5 apresentou o maior índice de contaminação, com uma

média de 33,33%. Pode-se suspeitar que devido à espessura e o tamanho explante, os dois agentes desinfestantes testados agiram superficialmente, não atingindo as bactérias endofíticas. Segundo Reuveni et al. (1990), álcool e hipoclorito de sódio promovem a descontaminação na superfície dos explantes, mas não controlam a contaminação endofítica. Segundo Leifert et al. (1991b), a concentração e o tempo de exposição aos diferentes compostos químicos, para serem eficientes, devem ser testados, pois dependem do tipo e do tamanho do explante. Essa afirmação é corroborada pelo trabalho de Erig e Fortes (2002), no qual o percentual de contaminação variou conforme os explantes utilizados. Leifert et al. (1994), relatam que as perdas em muitos laboratórios estão relacionadas às contaminações bacterianas, as quais, são introduzidas sistematicamente com os explantes e tornam-se de difícil controle.

Em função dos resultados obtidos, deve-se avaliar o tratamento dos explantes por imersão em solução de antibiótico na cultura de tecidos de tabaco, pois dependendo do custo do antibiótico utilizado o tratamento torna-se inviável. Em trabalho com mamoeiro, Vianna et al. (2003), atestam que a utilização de antibiótico por imersão é o suficiente para controlar a contaminação bacteriana, o que não foi verificado na cultura de tecidos de tabaco. Os autores relatam que os explantes imersos em antibiótico e inoculados em meio com antibiótico e sem antibiótico não mostraram diferenças apresentando um percentual de contaminação respectivamente de 60% e 63%.

Como se pode ver na Tabela 1, os tratamentos aonde não houve a adição de antibiótico ao meio (Tratamento 4 e 5) verificou-se uma maior porcentagem de contaminação bacteriana. Resultados similares foram encontrados por Garcia e Rafael (1990), que trabalhando com explantes de *Coffea arabica* inoculados em meio sem antibiótico obtiveram 83,9%, enquanto que explantes inoculados em meio com antibióticos apresentaram de 16,17% a 29% de contaminação. Segundo Vianna et al. (2003), os resultados dos experimentos começaram a se tornar expressivos quando se utilizou antibiótico na descontaminação. Quando se utilizou o antibiótico Agrimicina, a contaminação bacteriana foi nula nos tratamentos 1 (imersão em solução de antibiótico (320mg L⁻¹) por dois minutos + álcool 70% por dois minutos + hipoclorito de sódio 1,2% e Tween 20 (0,1%), por 10 minutos e inoculação em meio de cultura contendo antibiótico (320mg L⁻¹) e fungicidas (Benomyl a 66mg L⁻¹)

e Rovral a 20mg L^{-1}), 2 (Tratamento 1 sem adição de fungicidas no meio de cultura) e 3 (imersão em álcool 70% por dois minutos + hipoclorito de sódio 1,2% e Tween 20 (0,1%), por 10 minutos e inoculação em meio de cultura contendo antibiótico (320mg L^{-1}) e fungicidas (Benomyl a 66mg L^{-1} e Rovral a 20mg L^{-1}) (Tabela 1), apresentando contaminação de 33,33% e 26,66% nos tratamentos 5 e 4, respectivamente. Nos tratamentos 1, 2, e 3 o meio de cultura continha antibiótico, confirmando novamente que a adição deste é necessária, pois minimiza ou previne a contaminação bacteriana.

Segundo Handa et al. (2005), os ápices advindos de rebrota apresentaram 29% de contaminação bacteriana mediante a imersão dos explantes em 300mg L^{-1} do antibiótico Agrimicina.

As Cefalosporinas são antibióticos de interesse para a cultura de tecidos (CID e DURZAN, 2003), devido a sua solubilidade em água, amplo espectro de ação e não são tóxicas as células vegetais (POLLOCK et al., 1983). Conforme Cid e Durzan (2003), a Cefotaxima Sódica controlou a contaminação bacteriana e não mostrou efeitos inibitórios ou fitotóxicos sobre a germinação, crescimento radicular, caulinar ou brotações de gemas de mandioca.

A contaminação fúngica somente ocorreu nos tratamentos onde não foi acrescentado o fungicida ao meio de cultura. Quando se utilizou Cefotaxima Sódica os tratamentos 2 (Tratamento 1 sem adição de fungicidas no meio de cultura) e 5 (imersão em álcool 70% por dois minutos + hipoclorito de sódio 1,2% e Tween 20 (0,1%), por 10 minutos e inoculação em meio de cultura sem a adição de antibiótico e fungicidas) apresentaram contaminação com uma média de 39,99% e 19,99%, respectivamente (Tabela 2). Já para o antibiótico Agrimicina, a contaminação por fungos ocorreu nos mesmos tratamentos, com médias de 19,99% para ambos os tratamentos.

A partir destes resultados pode-se afirmar que os fungicidas adicionados ao meio de cultura nas concentrações de 66mg L^{-1} (Benomyl) e 20mg L^{-1} (Rovral), são eficientes para controlar 100% da contaminação fúngica.

Garcia e Rafael (1990), observaram em seus experimentos que os explantes *Coffea arabica* inoculados em meio sem fungicida apresentaram 40,6% de contaminação, ao passo que, os explantes inoculados em meio com 500mg L^{-1} de Benomyl apresentaram apenas 6,4% de contaminação.

Segundo Handa et al. (2005), a menor porcentagem de contaminação, tanto para fungos (33%) como para bactérias (29%), foi obtida mediante a

imersão dos explantes por uma hora em 300mg L⁻¹ de Agrimicina. Segundo os autores essa porcentagem deve-se a ação parcial do Sulfato de Estreptomicina para o estabelecimento *in vitro* dos explantes.

CONCLUSÕES

Com os resultados obtidos neste trabalho, conclui-se que:

- A adição de antibiótico ao meio de cultura torna-se necessária para controlar a contaminação bacteriana da cultura de tecidos de tabaco.
- O tratamento de desinfestação convencional, com álcool e hipoclorito de sódio não é eficiente no controle da contaminação.
- Os fungicidas adicionados ao meio de cultura nas concentrações de 66mg L⁻¹ (Benomyl) e 20mg L⁻¹ (Rovral) são eficientes para controlar 100% a contaminação fúngica.
- Os dois antibióticos utilizados, Cefotaxima Sódica e Agrimicina são eficientes para controlar a contaminação de explantes de *N. tabacum*.

REFERÊNCIAS

- BUCKLEY, P. et al. (1995). Characterization and identification of bacteria isolated from micropropagated mint plants. **In Vitro Cellular and Developmental Biology Plant**. v. 31, p. 58-64.
- CESTARI, A. (1975). Cultura de Tecidos. **Ciência e Cultura**. n. 10, v. 27, p. 1056-1069.
- CID, L. P. B. (2001). A propagação *in vitro* de plantas. O que é isto? **Revista Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**. Brasília, n. 19, mar/abr, p. 16–21.
- CID, L. P. B.; DURZAN, D. J. (2003). Efeito da cefotaxima na germinação, crescimento e brotação de gemas axilares, sob condições *in vitro*. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. p. 5-16 – (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento/ Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, INSS 1676-1340; n. 49.

DANTAS, S. et al. **Contaminação microbiana no cultivo *in vitro* de plantas.** In: LUZ, W. C. et al. (2002). Revisão Anual de patologia de plantas. v. 10, Passo Fundo: RAPP, p. 391-407.

ERIG, A. C.; FORTES, G. R. de L. (2002). Estabelecimento de pereira (*Pyrus* spp.) *in vitro* a partir de meristemas e gemas. **Revista Ciência Rural.** v. 32, p. 577-582.

ERIG, A. C.; SCHUCH, M. W. (2003). Tipo de explante e controle da contaminação e oxidação no estabelecimento *in vitro* de plantas de macieira (*Malus domestica* Borkh.) CVS, Maxigala e Mastergala. **Revista Brasileira de Agrociência.** n. 3, v. 9, p. 221-227.

GARCIA, E. V.; RAFAEL, M. (1990). Control de la oxidacion y contaminación em microesquejes de café (*Coffea arabica* “Catimor”) cultivados *in vitro*. **Agronomia tropical.** v. 40, p. 281-290.

GRATTAPAGLIA, D.; MACHADO, M. A. **Micropropagação.** In: TORRES, A. C.; CALDAS, L. S.; BUSO, J. A. (1998). A. cultura de tecidos e transformação genética de plantas. v. 1 Brasília: EMBRAPA–SPI, p. 183-260.

HALLMANN, J. et al. (1997). Bacterial endophytes in agricultural crops. **Canadian Journal Microbiology.** v. 43, p. 895-914.

HANDA, L. et al. (2005). Cultura *in vitro* de embriões e de gemas de mudas de pau-rosa (*Aniba rosaodora* Ducke). **Acta amazônica.** v. 35, p. 29-33.

LEIFERT, C.; WAITES, W. M. (1990). Contaminants of plant tissue cultures. **International Association for Plant Tissue Culture Newsletter.** v. 60, p. 2-13.

LEIFERT, C. et al. (1991a). Elimination of *Lactobacillus plantarum*, *Corynebacterium* spp., *Staphylococcus saprophyticus* and *Pseudomonas paucimobilis* from micropagated *Hemerocallis*, *Choisya* and *Delphinium* cultures using antibiotics. **Journal of Applied Bacteriology** v. 71, p. 307-

330.

LEIFERT, C. et al. (1991b). Contaminantes of plant-tissue and cell cultures. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**. v. 7, p. 452-469.

LEIFERT, C. et al. (1994). Ecology of microbial saprophytes and pathogens in tissue culture and field grown plants: reason for contamination problems *in vitro*. **Critical Reviews in Plant Sciences**. v.13, p. 139-183.

MONTARROYOS, A. V. V. (2000) Cotaminação *in vitro* **AbctpNotícias**. N. 36, p. 5-10.

MONTEIRO, A. L. C. et al. (2003). Assepsia em explantes de Sacaca (*Croton Cajucara* BENTH) para cultivo *in vitro*. Disponível em: www.cpatu.embrapa.br/pub_res_exp_assepsia_em_explantes_sacaca.doc. Acesso em: out. 2005.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. **Physiologia Plantarum** v. 15, p. 827-834.

ODUTAYO O. I. et al. (2004). Microbial contaminants of cultured *Hibiscus cannabinus* and *Telfaria occidentalis* tissues. **African Journal of Biotechnology**. v. 3, p. 473-476.

PEREIRA, J. E. S.; FORTES, G. R de L. (2003). Toxicidade de antibióticos no cultivo *in vitro* da batata em meios semi-sólido e líquido. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. n. 11, v. 38, p. 1273-1279.

PEREIRA, J. E. S. et al. (2003). Identificação e controle com antibióticos de bactérias endofíticas contaminantes e explantes de batata micropropagados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 38, p. 827-834.

POLLOCK, K. et al. (1983). The toxicity of antibiotics to plant cell cultures. **Plant Cell Reports**.v. 2, p. 36-39.

REED, B. et al. (1998). Internal bacterial contamination of micropropagated hazelnut: Identification and antibiotic treatment. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**. v. 52, p. 67-70.

REUVENI, O. et al. (1990). In vitro clonal propagation of dioecious *Carica papaya*. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**. v. 20, p. 41-46.

SILVA, T. S. et al. (2003). The effect of antibiotics on the in vitro growth response of chrysanthemum and tobacco stem transverse thin cell layers (tTCLs). **Scientia Horticulture**. v. 97, p. 397-410.

TANPRESERT, P.; REED, B. (1998). Detection and identification of bacterial contaminants os strawberry runner explants. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**. v. 52, p. 53-55.

VIANNA G. R. et al. (1997). A Rifampicina na descontaminação bacteriana de explantes de mamoeiro provenientes do campo. **Bragantia**, v. 56, n. 2, p. 249-254. Campinas. (Nota).

WINSTAT – Sistema de Análise Estatística para Windows, Versão 2.0. Universidade Federal de Pelotas, 2001.

Tabela 1. Contaminação bacteriana na cultura de tecidos de tabaco, em função de diferentes métodos de assepsia, utilizando-se os antibióticos Cefotaxima Sódica e Agrimicina.

Tratamentos	Contaminação bacteriana (%)	
	Cefotaxima Sódica	Agrimicina
Tratamento 5	33,33a	33,33a
Tratamento 4	26,66ab	26,66a
Tratamento 3	13,33abc	0b
Tratamento 2	6,66bc	0b
Tratamento 1	0c	0b
Média	15,99	11,99
CV (%)	109,36	109,36

médias seguidas por letras diferentes, diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan ($p \leq 0,05$).

T1: Os explantes foram imersos na solução de antibiótico, na descontaminação de rotina e inoculados em meio de cultura com antibiótico e fungicidas. T2: Mesma procedência do T1, no entanto, sem adição de fungicidas ao meio. T3: imersos na descontaminação de rotina (álcool e hipoclorito de sódio) e inoculados em meio contendo antibiótico e fungicidas. T4: Imersos somente na desinfecção externa (antibiótico, álcool e hipoclorito de sódio) e inoculados em meio contendo fungicida. T5: Imersos somente na desinfecção de rotina (álcool e hipoclorito de sódio).

Tabela 2. Contaminação fúngica na cultura de tecidos de tabaco, em função de diferentes métodos de assepsia e utilizando-se os antibióticos Cefotaxima Sódica e Agrimicina.

Tratamentos	Contaminação fúngica (%)	
	Cefotaxima Sódica	Agrimicina
Tratamento 2	39,99a	19,99a
Tratamento 5	19,99b	19,99a
Tratamento 1	0c	0b
Tratamento 4	0c	0b
Tratamento 3	0c	0b
Média	11,99	7,99
CV(%)	130,38	130,38

médias seguidas por letras diferentes, comparadas nas colunas, diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan ($p \leq 0,05$).

PRODUÇÃO ORGÂNICA DE ABÓBORA ITALIANA CULTIVADA EM AMBIENTE PROTEGIDO

Dágnon da Silva Ribeiro¹; Marta Elena Gonzalez Mendez²; Edgar Ricardo Schöffel²; Viviane Aires de Paula³; Diego Severo Fraga⁴

¹ Prof. Dr., Instituto Federal Sul-Riograndense. Praça 20 de Stembro, 455, Pelotas, RS CEP 960415-360, e-mail: dagnon@pelotas.ifsul.edu.br; ² Prof. Dr. FAEM/UFPEL, Pelotas, RS; ³ M.Sc. Eng. Agr. FAEM/UFPEL, Pelotas, RS; ⁴ Eng. Agr. FAEM/UFPEL, Pelotas, RS

RESUMO: O presente trabalho objetivou avaliar a produção da abóbora italiana (*Cucurbita pepo* L. var. *melopepo* cv. Caserta) sob diferentes doses de adubação orgânica em ambiente protegido durante o período de fevereiro a maio de 2006 na área experimental do Departamento de Fitotecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, Capão do Leão, em estufa plástica. Foi adotado o delineamento experimental inteiramente ao acaso, constituído de três tratamentos com cinco repetições (testemunha; uma vez a recomendação ROLAS (2004) de vermicomposto bovino sólido - VBS; e duas vezes a recomendação ROLAS (2004) de VBS). Os tratamentos diferiram estatisticamente quanto à produção por planta e número de frutos por planta, sendo que o tratamento com duas doses de vermicomposto bovino sólido apresentou a maior produção (1,242kg planta⁻¹). Quanto ao peso médio de frutos por planta, não houve diferença estatística entre os tratamentos. O número de frutos por planta aumentou com a dose de adubação, apresentando valores de 1,8, 4,2 e 5,7, para os tratamentos com 0, 1 e 2 doses de vermicomposto bovino sólido, respectivamente. A adubação orgânica favoreceu ao aumento do número de frutos por planta e, conseqüentemente, a produtividade da cultura.

Palavras-chave: *Cucurbita pepo*, produtividade, vermicomposto, estufa.

SUMMER SQUASH PRODUCTION UNDER ORGANIC MANURING IN PROTECTED ENVIRONMENT

ABSTRACT: The present work had for objective to evaluate the production of Summer Squash (*Cucurbita pepo* L. var. *melopepo* cv. Caserta) under different doses of organic fertilizer in a protected environment. The experiment was carried out from February to May, in 2006, at Departamento de Fitotecnia/Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, at Universidade Federal de Pelotas, Capão do Leão, inside polyethylene greenhouse. The experiment was set up in a entirely randomized delineation, constituted of three treatments with five replications (fertilizer absence; once the recommendation ROLAS (2004) of solid bovine manure vermicompost - VBS; and twice the recommendation ROLAS (2004) of VBS). The production per plant and the number of fruits per plant of all treatments differed statistically, and the treatment with two doses of solid bovine manure vermicompost presented the best production (1,242kg planta⁻¹). As for the average weight of fruits per plant, there was not

statistic difference among the treatments. The number of fruits per plant increased with the manuring dose, presenting values of 1,8, 4,2 and 5,7, for the treatments with 0, 1 and 2 doses of solid bovine manure vermicompost, respectively. The organic manuring favoured to the increase of the number of fruits per plant and, consequently, the yield of the culture.

Keywords: *Cucurbita pepo*, yield, vermicompost, greenhouse.

INTRODUÇÃO

O cultivo em estufa plástica possibilita melhorar as condições ambientais e, por conseqüência, as condições para pleno desenvolvimento das culturas. A utilização de estufas com cultivos orgânicos visa uma perspectiva agroecológica sustentável que, normalmente, está vinculada à agricultura familiar, a qual se relaciona com empreendimentos de horticultura alternativa, onde os produtos são diferenciados para nichos de mercado, com agregação de valor em função da qualidade. Há, portanto, uma preocupação com a preservação do solo e do ambiente, garantindo a continuidade da produção ao longo prazo. Além do retorno econômico, há harmonia relacionada com aspectos sociais entre produtor e consumidor e a conscientização da necessidade de preservação dos recursos naturais do ambiente.

A adubação orgânica pode contribuir para melhorar as condições químicas, físicas e biológicas de solos deficientes, reduzir custos de produção de muitas culturas, solucionar parcialmente o problema de insumos, trazendo vantagens econômicas e sociais. Cria, freqüentemente, condições de incrementar a eficiência dos fertilizantes minerais, através da ativação dos processos microbianos, conferindo ao solo melhor estrutura, aeração, capacidade de retenção de água e controle da temperatura, além de atuar como fornecedor de substâncias que favorecem o desenvolvimento vegetal (CAETANO et al., 1999).

Com a evolução do conhecimento sobre a adubação orgânica, algumas técnicas foram desenvolvidas para melhor aproveitar os recursos naturais. Entre essas técnicas, destaca-se a vermicompostagem, que mesmo podendo ser produzida a partir de qualquer resíduo animal, tem sido utilizado com maior freqüência o esterco bovino, devido à facilidade com que esse material é encontrado. O menor volume de aplicação por área, em comparação à adubação orgânica convencional, também faz do vermicomposto uma opção bastante atraente para a utilização em estufas plásticas, onde o espaço físico

para o trabalho com grandes volumes pode ser inconveniente (SCHIEDECK, 2002).

A espécie *Cucurbita pepo* L. é uma planta anual, sensível à geadas, mas tolerante a baixas temperaturas. Puiatti e Silva (2005) consideram a faixa de temperaturas de 18 a 24°C como sendo ótima para o crescimento e produção, com mínimo de 15°C e máximo de 32°C. Dentre as cultivares desta espécie está a abóbora italiana. É uma cultura que apresenta ciclo curto. Segundo Filgueira (2003), o início da colheita ocorre de 45 a 60 dias após a semeadura, podendo prolongar-se por até 60 dias; os frutos devem ser colhidos imaturos (cerca de 20cm de comprimento e peso entre 200 e 250g) e, nessa condição, obtém-se de 8 a 10Mg ha⁻¹. Camargo (1992), considera que no ponto de consumo, para a cultivar Caserta, os frutos têm comprimento médio de 16cm, diâmetro transversal médio de 4cm e peso médio de 180g, sendo que a produção média é aproximadamente de 8Mg ha⁻¹. Filgueira (2003) expõe também que a cultura prospera melhor durante o outono, inverno e primavera, sendo o período seco do ano o mais favorável, indicando para regiões baixas com inverno ameno, o plantio no outono-inverno e, para regiões altas, durante a primavera.

O ciclo curto é uma das grandes vantagens do cultivo da abobrinha, pois o retorno econômico é mais rápido, constituindo-se numa importante opção na composição de sistemas de rotação de culturas em ambientes protegidos, os quais reconhecidamente, quando mal manejados, podem apresentar problemas fitossanitários, químicos e de estrutura do solo. Porém, sobre esta cultura, ainda faltam informações (rendimento sobre adubação orgânica, irrigação, etc.) que possam servir de base aos produtores para o manejo das plantas quando cultivadas em estufas e/ou túneis plásticos. Face ao exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a produção de abóbora italiana sob diferentes doses de adubação orgânica durante o outono.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no campo experimental do Departamento de Fitotecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM) no Campus da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), no município de Capão do Leão, Rio Grande do Sul (31°52'S, 52°21'W e 13m de altitude). De

acordo com a classificação de Köppen, o clima do local é do tipo Cfa, clima temperado com chuvas bem distribuídas e verão quente, com ocorrências de geadas de abril a novembro. O solo da área experimental é classificado como Planossolo Háptico Eutrófico Solódico (EMBRAPA, 2006).

A condução do experimento foi em estufa plástica com cobertura em arco, disposta no sentido Leste-Oeste, com 180m² (18 x 10m), pé direito lateral de 3,0m e cumeeira de 4,5m na parte central, com estrutura de ferro galvanizado e cobertura com filme transparente de polietileno de baixa densidade (PEBD), com espessura de 150µm e com aditivo anti-ultravioleta (anti-UV). A estufa possui duas portas, situadas uma em cada extremidade e cortinas laterais, aberturas que foram abertas no início da manhã (entre 8h e 8h30min) e fechadas ao final da tarde (entre 17h e 18h). Em dias de precipitação, com ventos fortes, temperaturas do ar baixas e/ou com elevada umidade relativa do ar, manteve-se o ambiente total ou parcialmente fechado.

O experimento foi conduzido utilizando o delineamento experimental inteiramente ao acaso, constituído de três tratamentos com cinco repetições. A adubação foi orgânica tendo sido utilizado como adubo o vermicomposto bovino sólido (VBS), obtido por vermicompostagem, utilizando-se a minhoca vermelha-da-califórnia (*Eisenia foetida*). A partir da análise do solo, bem como, do vermicomposto bovino, foi determinada a quantidade de adubo necessária para a correção dos nutrientes, de acordo com as recomendações da ROLAS (2004), para a cultura utilizada. Os três tratamentos utilizados consistiram de: tratamento testemunha (sem biofertilizante), tratamento 1 (1-VBS: uma vez a recomendação ROLAS (2004) de biofertilizante) e tratamento 2 (2-VBS: duas vezes a recomendação ROLAS (2004) de biofertilizante). A semeadura da abóbora italiana (*Cucurbita pepo* L. var. *melo pepo* cv. Caserta) foi realizada em 24/02/2006, em sistema de bandejas flutuantes de poliestireno expandido de 72 células, preenchidas com substrato a base de cinza de casca de arroz (25%) e vermicomposto bovino sólido (75%). O transplante foi feito em 16/03/2006 quando as mudas apresentavam entre duas e três folhas definitivas e a colheita final foi em 10/05/2006. As mudas transplantadas foram distribuídas em 15 parcelas, cada uma com uma área útil de 5,4m² (1,2 x 4,5m) coberta com filme plástico preto “mulch” de 0,05mm de espessura. Em cada parcela foram colocadas 10 plantas distribuídas em duas linhas, no espaçamento de 0,9 x 0,6m com linhas desencontradas, numa densidade

de 1,85 plantas m⁻² de solo adubado, sendo de 1,2m o espaçamento entre as linhas duplas. O controle de doenças foi realizado com produtos permitidos pelas normas de produção orgânica de alimentos do Ministério da Agricultura (BRASIL, 1999). Foram realizadas desfolhas a partir dos 19 dias após o transplante (DAT) para melhorar as condições de ventilação entre as plantas e eliminar as folhas senescentes e/ou atacadas por oídio (*Sphaerotheca fuliginea*). Além disso, como medida de controle de fungo, foi feita a aplicação de leite cru de vaca diluído em água na concentração de 10% (BETTIOL, 2004). Foram realizadas três aplicações, a primeira em 05/04, a segunda em 12/04 e a terceira em 20/04.

O sistema de irrigação utilizado foi do tipo localizado (gotejamento) acompanhando as linhas de cultivo. As parcelas foram irrigadas até a capacidade de campo (-0,1 a -0,33atm) sendo que a quantificação da variação da umidade do solo foi realizada através de três tensiômetros instalados um em cada evapotranspirômetro à profundidade de 0,15 m. Previamente, foi estabelecida a curva de retenção de umidade de água no solo, o que permitiu definir a relação entre a quantidade de água no solo e sua energia de retenção, indicando a quantidade de água a ser aplicada no manejo da irrigação.

Para cada tratamento testado foram determinados os seguintes componentes da produção: produção por planta - Pp (kg planta⁻¹), obtida pela média da produção por planta de cada parcela do tratamento; produtividade - Pa (kg m⁻²), obtida multiplicando-se a produção por planta pelo número de plantas existentes por m²; número de frutos por planta - Nfp, obtido pela média do número de frutos por planta de cada parcela do tratamento; e peso médio de frutos por planta - Pmf (g), determinado a partir da produção por planta dividida pelo número de frutos por planta. A colheita foi realizada quando os frutos apresentavam um comprimento entre 15 e 20cm (CAMARGO, 1992; FILGUEIRA, 2003).

Os resultados, previamente, foram submetidos à análise de variâncias, ao nível de significância de 5%, e as variáveis em que as variâncias foram caracterizadas como heterogêneas, posteriormente, foram submetidas à comparação de médias, pelo teste de Duncan ao nível de significância de 5%.

Quantificou-se a radiação solar global incidente (Rs) através de dois tubos solarímetros (STEINMETZ e MIORI, 1997) localizados nas parcelas centrais, a 1,2m acima da superfície do canteiro. Monitorou-se também a

temperatura do ar e a umidade relativa do ar através de dois sensores de medida da temperatura do ar, um de bulbo seco e um de bulbo úmido, modelo 107 – Campbell Scientific, instalados a 1 m de altura no centro do ambiente. Os sensores meteorológicos foram conectados a um sistema de aquisição de dados, Datalogger Modelo CR21 XL – Campbell Scientific, que a cada dez segundos realizava as medições sendo armazenado um valor médio a cada 15 minutos. A partir dos valores medidos de Rs em $W\ m^{-2}$, integralizou-se os valores de radiação entre o nascer e o pôr-do-sol, obtendo-se as radiações totais diárias e convertendo em $MJ\ m^{-2}\ dia^{-1}$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O peso médio de frutos por planta não diferiu significativamente entre os tratamentos (Tabela 1), demonstrando a uniformidade do ponto de colheita e, também, que a adubação orgânica não exerceu efeito sobre esta variável. Quanto ao número de frutos por planta, o tratamento 2 - duas doses de VBS, apresentou a maior média (5,7 frutos planta⁻¹) e a testemunha, a menor (1,8 frutos planta⁻¹).

A maior produção por planta foi obtida no tratamento com duas doses de VBS (1,242kg planta⁻¹) que superou em 46% a produção do tratamento com uma dose de VBS (0,852kg planta⁻¹) e em 247% o tratamento sem adubação (0,358kg planta⁻¹). A adição de uma dose de VBS proporcionou uma produção por planta de abóbora italiana, em média, 138% superior à produção por plantas cultivadas sem adição de biofertilizante.

Tabela 1. Peso médio de frutos por planta (Pmf), número de frutos por planta (Nfp), produção por planta (Pp) e produtividade (Pa), para a cultura da abóbora italiana cultivada sem biofertilizante (0), com uma dose de VBS1 (1) e com duas doses de VBS (2), em ambiente protegido durante o outono, em Pelotas-RS, 2006.

Tratamentos	Pmf (g)	Nfp	Pp (kg planta ⁻¹)	Pa (kg m ⁻²)
0	196,1	1,8c ²	0,358c	0,663c
1	204,6	4,2b	0,852b	1,576b
2	219,2	5,7a	1,242a	2,298a
Teste F	1,98 ^{NS}	128,33*	160,6*	160,6*
C.V.(%)	9,0	9,8	9,6	9,6

¹VBS – vermicomposto bovino sólido

²Médias seguidas por letras distintas, na mesma coluna, diferem pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade

NS – Não significativo

* Significativo a 5% de probabilidade

Para o conjunto dos três tratamentos, ou seja, considerando-se a totalidade das parcelas utilizadas, avaliou-se a correlação linear entre a variável produção por planta (Pp) e as variáveis número de frutos por planta (Nfp) e peso médio de frutos por planta (Pmf). A correlação entre Pp e Nfp foi significativa aos níveis de probabilidade de 1 e 5% pelo Teste t, obtendo-se o coeficiente de correlação linear positiva (r) de 0,987. O coeficiente de correlação linear positiva entre Pp e Pmf foi de 0,522, sendo a correlação significativa pelo Teste t ao nível de probabilidade de 5% e não significativa ao nível de 1%. Estes resultados demonstram que o aumento da produção por planta com o aumento da dose de adubação é explicado, em grande parte, devido ao correspondente aumento do número de frutos por planta com a dose de adubação.

A produtividade demonstrou o mesmo comportamento observado com relação à produção por planta, ou seja, maior produtividade do tratamento 2, seguido do tratamento 1 e menor produtividade da testemunha. Em toneladas por hectare, a produtividade média dos tratamentos testemunha, 1 e 2, foi, respectivamente, de 6,63, 15,76 e 22,98Mg ha⁻¹. Filgueira (2003) expõe que a produtividade média da abóbora italiana, considerando a colheita de frutos imaturos, nas condições brasileiras habituais de cultivo (a campo, com adubação química, com espaçamento de 100-120 x 60-70cm, etc.), normalmente, situa-se entre 8 e 10Mg ha⁻¹. Na inexistência de dados oficiais atuais sobre a produtividade da cultura e tomando-se a produtividade sugerida por Filgueira (2003) como referência, observa-se que o tratamento 0 obteve uma produção 17,1% abaixo do valor de 8Mg ha⁻¹, sendo que os tratamentos 1 e 2, superaram o valor de 10Mg ha⁻¹ em 57,6% e 129,8%, respectivamente. A utilização de vermicomposto bovino sólido proporciona melhorias nas características físicas e químicas do solo, eleva sua CTC e proporciona uma maior disponibilidade de nutrientes para as plantas, o que, provavelmente, tenha ocorrido neste trabalho.

Há escassez de dados de produção de abóbora italiana, porém, dentre os poucos trabalhos, tem-se que em Viçosa-MG, Silva et al. (1988) obtiveram 18,08Mg ha⁻¹ de abóbora italiana tipo Caserta, considerando uma população

de 12500 plantas ha⁻¹ num ciclo de 69 dias. Durante o período de primavera, em Botucatu-SP, utilizando esterco bovino curtido como adubação da cultura da abóbora italiana, Lunardi et al. (1999) obtiveram produtividade de 28Mg ha⁻¹ para um ciclo total de 70 dias. A comparação direta entre as produtividades obtidas nos diferentes trabalhos se torna difícil, pois os ciclos são diferentes assim como as densidades de plantio, o tipo de adubação e outros, muito embora a produção obtida para os tratamentos 1 e 2 possa ser considerada alta, conforme a produção média proposta por Filgueira (2003) e Camargo (1992) e também pelo reduzido ciclo de cultivo de 55 dias. Acredita-se que este curto ciclo tenha sido consequência da maior incidência de fungo oídio na fase final do período produtivo, o que exigiu que se fizessem desfolhas, que reduziram a área foliar, diminuindo a produção de fotoassimilados, associado também ao período de cultivo no outono, o qual determinou que a fase produtiva coincidissem com níveis mais baixos de radiação solar com consequente redução da temperatura. Por exemplo, como pode ser visualizado na Figura 1, nos 10 dias que antecederam o final do ciclo, o valor médio diário da radiação solar incidente no interior do ambiente protegido foi de 8,16MJ m⁻² dia⁻¹, e o da temperatura do ar, de 16,3°C (menor média diária de 14,7°C e a maior de 17,4°C). Os valores de temperatura ficaram abaixo da faixa ótima de temperatura (18 e 24°C) para a cultura da abóbora italiana indicada por Puiatti e Silva (2005). Nesse mesmo período de 10 dias, a umidade relativa média diária foi de 85%. Desta forma, pode-se atribuir a essas condições ambientais, condições freqüentemente enfrentadas nessa época do ano, a aceleração do estado senescente das plantas e a redução da produção (Figura 2), fatores que determinaram o final do experimento. Diante disso, dentro do possível, a antecipação do plantio pode ser uma medida interessante visando à obtenção de condições de radiação solar e temperatura mais adequadas ao desenvolvimento da cultura.

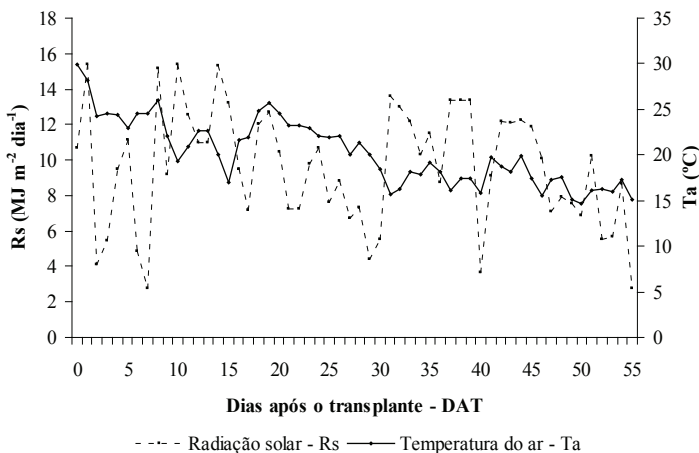


Figura 1. Radiação solar global (Rs) e temperatura do ar (Ta), médias diárias, no interior do ambiente protegido com a cultura da abóbora italiana, durante o outono, em Pelotas-RS, 2006.

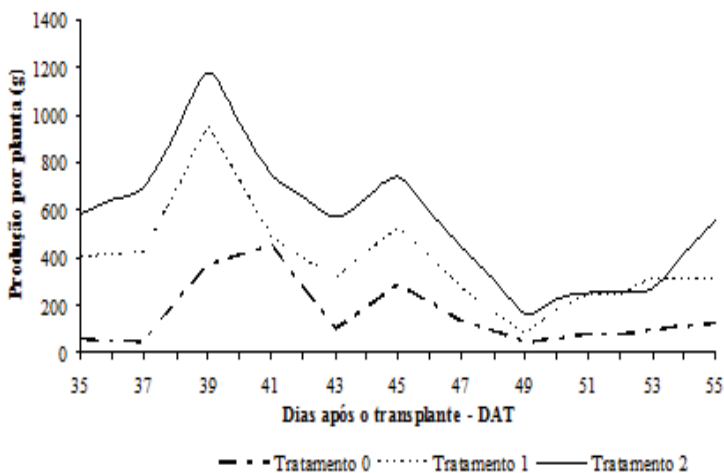


Figura 2. Evolução da produção por planta da cultura da abóbora italiana cultivada sem biofertilizante (0), com uma dose de vermicomposto bovino sólido - VBS (1) e com duas doses de VBS (2), em ambiente protegido, durante o outono, em Pelotas-RS, 2006.

CONCLUSÕES

A adubação orgânica a base de vermicomposto bovino sólido (VBS) não altera o peso médio de frutos da abóbora italiana, mas proporciona condições que favorecem ao aumento do número de frutos por planta e, conseqüentemente, a produtividade da cultura. A adubação com duas doses de VBS proporciona maiores níveis de produção de frutos.

REFERÊNCIAS

BETTIOL, W. Leite de vaca cru para o controle de oídio. **Comunicado Técnico 14** - Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP, abr./ 2004.

BRASIL. Ministério de Estado da Agricultura e do Abastecimento. **Normas disciplinadoras para a produção, tipificação, processamento, envase, distribuição, identificação e certificação da qualidade de produtos orgânicos, sejam de origem animal ou vegetal**. Instrução Normativa nº7, de 17 de maio de 1999. Dispõe sobre normas para a produção de produtos orgânicos vegetais e animais. Brasília, DF, 1999.

CAETANO, L. C. S.; FERREIRA, J. M.; VALENTINI, L.; et al. Adubação orgânica e mineral em hortaliças no Norte Fluminense. Cultura da Couve-flor. In.: Congresso Brasileiro de Olericultura, 18-23 jun. 1999, Tubarão, **Resumos...** Tubarão: Unisul, 1999. n. 244.

CAMARGO, L. S. **As hortaliças e seu cultivo**. Campinas: Fundação Cargill, 3ª ed., 252p., 1992.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2ª edição revisada e ampliada. Viçosa: UFV, 412p., 2003.

LUNARDI, D. M. C.; KLOSOWSKI, E. S.; SANDANIELO, A. Consumo hídrico e coeficiente de cultura da abóbora italiana na região de Botucatu-SP. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.7, n.2, p.179-182, 1999.

PUIATTI, M; SILVA, D. J. H. Abóboras e Morangas. In: **Olericultura: Teoria e Prática**. Viçosa, MG: Paulo Cezar Rezende Fontes – editor, 2005. p. 279-297.

ROLAS. **Recomendação de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SBCS) – Núcleo Regional Sul. Comissão de Química e Fertilidade do Solo –RS/SC, Porto Alegre. 10ª Edição, 394p., 2004.

SCHIEDECK, G. **Ambiência e resposta agronômica de meloeiro (*Cucumis melo* L.) cultivado sob adubação orgânica em ambiente protegido**. 2002. 100f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS.

SILVA, U. D.; LOUREIRO, B. T.; BERNARDO, S. Efeitos dos emissores de água “Trorion” e “Gotasa” sobre a produção de abobrinha italiana (*Cucurbita pepo*. L.) **Revista CERES**, v.35, n.202, p.529-541, 1988.

STEINMETZ, S.; MIORI, P. R. B. Melhoria no sistema de vedação de tubos solarímetros construídos com placas de circuito impresso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10., 1997, Piracicaba, **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1997, p.207-209.

PROPOSTA METODOLÓGICA PARA O TESTE DE TETRAZÓLIO EM SEMENTES DE *Eleusine coracana* (L.) Gaertn.

Fernanda Costa Maia¹, Evaldo Cervieri Filho², Hilton Grimm³, Manoel de Souza Maia⁴, Leonardo Furtado⁵

¹Eng. Agr. Dr., Pesquisadora, Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária, FEPAGRO SUL, BR 392, km 36, CEP 96200-970, Domingos Petrolini, Rio Grande-RS. e-mail: fecmaia@terra.com.br; ²Eng. Agr. Dr. PPG Ciência e Tecnologia de Sementes, FAEM/UFPEL, Pelotas-RS; ³Eng. Agrônomo, Dr., Professor, Conjunto Agrotécnico Visconde da Graça, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS; ⁴Eng. Agr. Dr., Professor Adjunto, Departamento de Fitotecnia, FAEM/UFPEL, Pelotas-RS; ⁵Graduando Agronomia, FAEM/UFPEL, Pelotas-RS.

RESUMO: O teste de tetrazólio é uma análise bioquímica que permite determinar de forma rápida e eficaz a viabilidade das sementes. Dentre as espécies forrageiras que ainda não possuem uma metodologia determinada para este teste está o capim pé-de-galinha (*Eleusine coracana* (L.) Gaertn.). Esta espécie foi recentemente introduzida no centro-oeste brasileiro como cultura de cobertura para semeadura direta na palha. O presente estudo objetivou determinar uma primeira proposta metodológica para a realização do teste de tetrazólio em sementes desta espécie. Foram estudadas três concentrações (0,075, 0,1 e 0,5%) do sal de tetrazólio, combinadas com cinco tempos de exposição dos tecidos ao sal (30, 60, 120, 150 e 180 minutos), em estufa de circulação de ar a 30°C. As sementes foram pré-condicionadas com embebição direta em água destilada por 16 horas à temperatura de 25-30°C. Posteriormente, foram bissecionadas longitudinalmente e submetidas aos tratamentos. Foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes, em delineamento completamente casualizado. O tratamento das sementes na concentração 0,5% por 150 minutos permitiu plena diferenciação entre os tecidos vivos e mortos do embrião.

Palavras-chave: Viabilidade, sementes, forrageiras, capim-pé-de-galinha.

PROPOSAL OF METHODOLOGY FOR TETRAZOLIUM TEST OF *Eleusine coracana* (L.) Gaertn. SEEDS

ABSTRACT: The tetrazolium test is a biochemical analysis that allows identifying the seed viability in a quick and efficient way. *Eleusine coracana* is one of the forage species that do not have a proper methodology for this test. The species was recently introduced in the Brazilian Center-West region to be used as soil coverages in no tillage systems. The present study aimed at determining a first proposal of methodology for the tetrazolium test conduction of this species. Three concentrations of the tetrazolium salt were evaluated (0.075, 0.1 and 0.5%), combined with five periods of exposition to the salt (30, 60, 120, 150 and 180 minutes), in a heater with 30°C. The seeds were preconditioned with imbibition in distilled water for 16 hours at 30°C. After that, seeds were cut longitudinally and submitted

to the treatments. It was used four repetitions of 25 seeds, in a complete randomized design. The treatment with 0.5% for 150 minutes was the one which allowed a good differentiation of the live and dead tissues of the embryo.

Keywords: Viability, seeds, forage.

INTRODUÇÃO

O teste de tetrazólio é uma análise bioquímica que permite determinar de forma rápida e eficaz a viabilidade das sementes, através da utilização do sal de tetrazólio (2,3,5 trifenil cloreto), que desenvolve uma coloração vermelha não difusível no tecido como resultado da redução do produto químico pela ação enzimática. Esta reação forma um pigmento não difusível, responsável pelo mapeamento do tecido que possui atividade respiratória (viável), adquirindo uma cor vermelha característica, enquanto que o tecido que não apresenta atividade respiratória (não viável) mantém a sua cor natural (DELOUCHE et al., 1962; LIMA DIAS e BARROS, 1995; VIEIRA e CARVALHO, 1994; RODRIGUES et al., 1999).

É um teste conhecido desde a década de quarenta e com metodologia já padronizada para muitas espécies (PESKE et al., 2003). Dentre as espécies forrageiras que ainda não possuem uma metodologia determinada para este teste está o capim pé-de-galinha (*Eleusine coracana*).

Em publicação da Agro Norte Sementes (2001), a equipe do CIRAD, juntamente com seus parceiros brasileiros, relatam o início do estudo de *E. coracana*, em 1995, para ser utilizada como cobertura de solo em sistemas de plantio direto. Esta espécie, cultivada na Índia, foi identificada pelos pesquisadores como sendo uma espécie irmã de *E. indica*, freqüentemente observada crescendo nas estradas e em solos altamente compactados. *E. coracana* também é uma planta anual e cespitosa, entretanto, apresenta uma biomassa aérea e radicular maior.

A equipe comparou o desempenho de *E. coracana* com as tradicionais safrinhas (milho, milheto e sorgo). A espécie se destacou por produzir mais de 5Mg ha⁻¹ de raízes em latossolos; apresentar sistema radicular extremamente potente e carregado em polissacarídeos, que são substâncias agregadoras dos solos que contribuem para proteger a matéria orgânica; produzir entre 6 e 12Mg ha⁻¹ de matéria seca em função do nível de fertilidade do latossolo, enquanto que nas mesmas condições a *Brachiaria brizantha* pro-

duz entre 6 e 11Mg ha⁻¹; apresentar palatabilidade superior a das braquiárias; apresentar uma rápida cobertura do solo, similar a do milheto, não permitindo o desenvolvimento de plantas indesejáveis, sendo um excelente precedente cultural para a soja, arroz de sequeiro e algodão; apresentar teor de proteína bruta nos grãos de 11,3%, sendo superior ao do sorgo (10,4%) e ao do milho (9,2%), e teores elevados em lisina, triptofano e metionina. O capim-pé-degalinha apresenta uma semente miúda, sendo necessários somente cinco quilos de sementes por hectare.

O presente estudo objetivou determinar a metodologia adequada para realização do teste de tetrazólio em sementes de *Eleusine coracana*.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram estudados cinco períodos de exposição dos tecidos à coloração (30, 60, 120, 150 e 180 minutos) e três concentrações da solução de tetrazólio (0,075, 0,1, e 0,5%), em temperatura de 30°C, dentro de estufa, com circulação de ar.

Inicialmente as sementes passaram por um pré-condicionamento, colocando-as para embebição direta em água destilada por 16 horas à temperatura de 30°C em estufa (LIMA DIAS e BARROS, 1995). Posteriormente, as sementes foram bisseccionadas longitudinalmente por um bisturi e submetidas aos tratamentos. Foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes por tratamento, em delineamento completamente casualizado.

A avaliação constou em identificar quais tratamentos permitem a plena visualização dos tecidos do embrião, com o auxílio de microscópios e lupas.

Foi utilizado delineamento completamente casualizado. As análises estatísticas dos dados foram realizadas através do aplicativo Winstat, comparando-se as médias obtidas em cada tratamento através do teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A embebição direta em água destilada por 18 horas a 30°C mostrou-se suficiente para que se pudesse executar o corte longitudinal da semente. Além do amolecimento da semente, facilitando seu preparo (cortes), esse procedi-

mento também promove a ativação do sistema enzimático e o consequente desenvolvimento de uma coloração mais nítida e uniforme (PESKE et al., 2003).

Os tecidos vivos e sadios do embrião apresentaram coloração vermelha ou rosa brilhante, limpa e uniformemente distribuída, característica de uma semente viável. Os tecidos deteriorados não apresentaram coloração ou se mostraram amarelados (Figura 1).

A Figura 2 demonstra o comportamento do resultado do teste de tetrazólio nos diferentes tratamentos utilizados. Pode-se observar que a concentração de 0,075% por 30 e 60 minutos não foi suficiente para reagir com os tecidos; mesmo nos tratamentos com períodos maiores de exposição ao sal, nesta concentração, a percentagem de coloração alcançada não foi suficiente.

A concentração de 0,1% já proporcionou melhores percentuais de coloração dos tecidos do embrião, a partir de 150 minutos de exposição. Já na concentração de 0,5%, colorações adequadas foram obtidas em menores tempos de exposição, com bons resultados a partir de 60 minutos.

O tratamento na concentração de 0,5% por 180 minutos foi o que permitiu melhor identificar o maior número de sementes viáveis. Entretanto, as concentrações de 0,5% por 150 minutos e 0,1% por 180 minutos não apresentaram diferenças significativas do tratamento a 0,5% por 180 minutos (Tabela 1).

De acordo com os dados apresentados na Tabela 1, os tratamentos com as concentrações de 0,1% por 180 minutos e 0,5% por 150 minutos, com altos percentuais de viabilidade, não mostraram diferenças significativas com o tratamento de 0,1% por 150 minutos. Entretanto, este último foi significativamente diferente do tratamento que se destacou com maior percentual de viabilidade (0,5% por 180 minutos).

A rapidez na avaliação da qualidade das sementes permite a tomada de decisões rápidas durante as operações de colheita, recepção, beneficiamento e comercialização, diminuindo riscos e prejuízos (VANCOLINI e NAKAGAWA, 2003). Vários são os estudos que demonstram que os testes rápidos de viabilidade disponíveis para avaliação da qualidade das sementes, que geram informação consistente, são os associados com a determinação de atividades enzimáticas, respiratórias e integridade da membrana celular, como os testes de tetrazólio e de condutividade elétrica, respectivamente (ABDUL-BAKI e

BAKER, 1973 *apud* VANCOLINI e NAKAGAWA, 2003).

A velocidade da reação do sal de tetrazólio é afetada por vários fatores, entre eles estão o pH, a temperatura, a pressão atmosférica e a concentração da solução (DELOUCHE et al., 1962). O tempo necessário para produzir uma coloração adequada dos tecidos varia de acordo com a semente, o método de preparação e a sanidade da semente, salientando-se concentração de solução e temperatura (MOORE, 1985, *apud* RODRIGUES et al., 1999).

O tratamento que apresentou melhor resultado foi na concentração de 0,5% por 180 minutos. Entretanto, como não apresentou diferença dos tratamentos de 0,5% por 150 minutos e 0,1% por 180 minutos, estes também podem ser recomendados.

A seleção dos tratamentos cujos critérios se basearam em tempo de execução e consumo do sal de tetrazólio, com o objetivo de propor metodologia expedita e ao mesmo tempo precisa, concorda com as afirmações de Moore (1985, *apud* RODRIGUES et al., 1999). O autor salienta que qualquer grau de coloração que permita distinguir a sanidade, debilidade crítica e tecidos mortos da semente é adequada. De acordo com Rodrigues et al. (1999), por essa razão, o tempo de coloração a uma determinada temperatura pode variar consideravelmente, sem ter influência adversa na precisão e avaliação. Um período excessivo de coloração pode promover uma avaliação equivocada, ocasionando como resultado a deterioração.

CONCLUSÃO

Utilizando-se a concentração de 0,5%, pode-se determinar a viabilidade das sementes de *E. coracana* em duas horas e meia de tratamento, na temperatura de embebição de 30°C.

REFERÊNCIAS

DELOUCHE, J. C.; STILL, T. W.; RASPET, M.; LIENHARD, M. **The tetrazolium test for seed viability**. Mississippi: State University, 1962. 103p. (Bulletin, 51).

LIMA DIAS, M. C. L.; BARROS, A. S. R. **Avaliação da qualidade de sementes de milho.** Londrina: IAPAR, 1995. 43p.

PESKE, S. T.; ROSENTHAL, M. A.; ROTA, G. R. M. (Eds.). **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos.** Pelotas: UFPEL. Ed. Universitária, 2003. 418p.

RODRIGUES, A. P. D. C.; MAIA, M. S.; GUIMARÃES, I. F. Determinação da metodologia para teste de tetrazólio em sementes de teosinto (*Zea mexicana* Schrader). **Revista Científica Rural**, Bagé, v.4, n.1, p.8-14, 1999.

SEGUY, L.; BOUZINAC, S. O Pé-de-Galinha: uma nova opção para o plantio direto no cerrado. **Direto no Cerrado, Agronorte Sementes**, n. 19, janeiro/fevereiro, 2001.

VANZOLINI, S.; NAKAGAWA, J. Lixiviação de potássio na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.25, n.2, p.7-12, 2003.

VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes.** Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164p.

Tabela 1. Viabilidade das sementes de capim-pé-de-galinha em cada tratamento, nas quatro repetições.

Concentração (%)	Tempo (minutos)	Viabilidade Média (%)	Coefficiente de Variação (%)
0,075	30	0 i	0
0,075	60	0 i	0
0,075	120	58 f	14,36
0,075	150	71 de	9,62
0,075	180	69 de	5,55
0,1	30	14 h	16,5
0,1	60	33 g	20,7
0,1	120	63 ef	7,99
0,1	150	76 bcd	14,25
0,1	180	84 ab	3,89
0,5	30	64 ef	5,10
0,5	60	71 de	7,09
0,5	120	75 cd	5,11
0,5	150	83 abc	6,06
0,5	180	91 a	5,53

As médias dentro de cada coluna seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

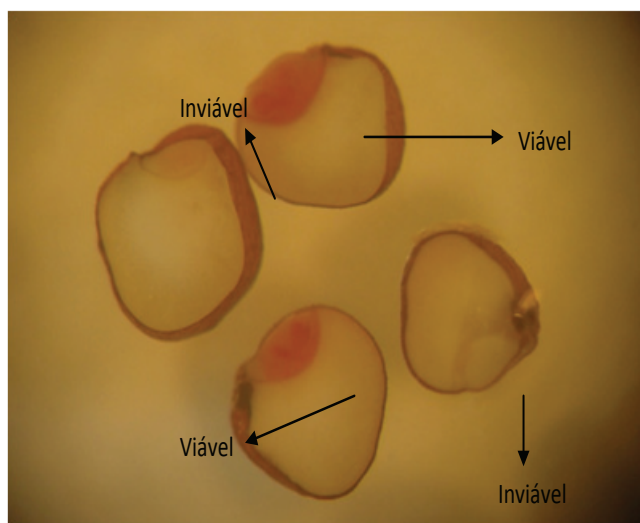


Figura 1. Fotografia de sementes viáveis e não viáveis de *Eleusine coracana* cortadas longitudinalmente, após imersão no sal de tetrazólio.

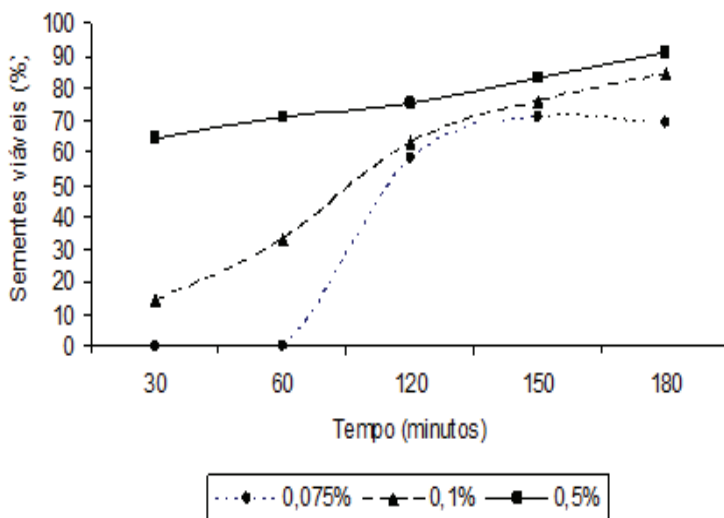


Figura 2. Evolução da porcentagem de sementes viáveis de capim-pé-de-galinha nos tratamentos com sal de tetrazólio em diferentes concentrações e tempos de exposição ao sal.

UTILIZAÇÃO DE GRÃOS E CASCA DE ARROZ NA PRODUÇÃO DE INÓCULO DE *Pleurotus ostreatus*

Ana Cláudia Kalil Huber¹; Lorena Pastorini Donini²; Eduardo Bernardi³;
José Soares do Nascimento⁴

¹ Prof^a Dr^a CCR/URCAMP, Bagé, RS. e-mail: anackalil@hotmail.com; ² Dr^a Eng. Agr., Pelotas, RS; ³ Prof. Dr. FAEM/UFPEL, Pelotas, RS; ⁴ Prof. Dr. UFPB, João Pessoa, PB

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo avaliar a velocidade de crescimento de três linhagens de *Pleurotus ostreatus*, em substratos oriundos da agroindústria do arroz, em diferentes concentrações, visando a colonização do substrato para produção de inóculo. As linhagens utilizadas foram BF24, DF33 e HF19, multiplicadas em meio de cultivo à base de capim-elefante, após obtenção de crescimento miceliano, discos de cultura com diâmetro de 1 cm foram repicados para tubos de ensaio (2,5x20cm) contendo os seguintes tratamentos: T1 (100% de grãos de arroz com casca pré-cozidos), T2 (75% de grãos de arroz com casca pré-cozidos+25% de casca de arroz), T3 (50% de grãos de arroz com casca pré-cozidos+50% de casca de arroz), T4 (25% de grãos de arroz com casca pré-cozidos+75% de casca de arroz) e T5 (100% casca de arroz). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com seis repetições. Os tubos foram incubados a 28°C até a completa colonização em algum dos tratamentos e a partir de 72 horas foi realizada avaliação do crescimento a cada 48 horas. Conclui-se que os substratos formulados com mistura de grãos de arroz com casca e casca de arroz propiciaram a colonização mais rápida, destacando-se a linhagem BF24. Palavras-chave: casca de arroz, arroz com casca, shimeji, cogumelos, aproveitamento resíduos.

USE OF GRAINS AND RICE HUSK IN PRODUCTION OF INOCULUM *Pleurotus ostreatus*

ABSTRACT: This study aimed to evaluate the speed of growth of three strains of *Pleurotus ostreatus*, on substrates from agro-industrial rice in different concentrations in order to colonization of the substrate for production of inoculum. The strains used were BF24, DF33 and HF19, multiplied in culture medium based on elephant grass, after obtaining the mycelium growth, culture discs with a diameter of 1cm were transferred to test tubes (2.5 x20cm) with the following treatments: T1 (100% grains of paddy rice pre-cooked), T2 (75% of grains of paddy rice precooked +25% rice husk), T3 (50% of grains of paddy pre +50% cooked-rice husk), T4 (25% of grains of paddy rice precooked +75% rice husk) and T5 (100% rice husk). The experimental design was completely randomized design with six replicates. The tubes were incubated at 28°C until the complete colonization in some of the treatments and from 72 hours of growth assessment was performed every 48 hours. We

conclude that the substrates formulated with a mixture of grains of paddy and rice husk led colonization faster, especially the lineage BF24.

Keywords: rice husk, paddy, shimeji, mushrooms, waste utilization.

INTRODUÇÃO

Os fungos do gênero *Pleurotus* são amplamente conhecidos por serem comestíveis, sendo que vários são cultivados e comercializados. Estes fungos são incluídos dentro do grupo causador de degradação branca por degradarem a lignina da madeira (ROSADO et al., 2002; BONATTI et al., 2004). Há um problema de escassez de proteína em alguns países, onde o cultivo de cogumelos seria umas das soluções. O cogumelo *P. ostreatus* é rico em proteínas e chega a ter valores nutricionais semelhantes ao do leite e da carne (SOTO-CRUZ et al., 1999; ZHANG et al., 2002). Além disso, poderiam ser utilizados resíduos da agroindústria no cultivo, minimizando o desperdício de material que ocorre neste setor (YILDIZ et al., 2002, MODA et al., 2005).

O *Pleurotus* é um dos cogumelos mais pesquisados no mundo devido aos seguintes aspectos: alto valor gastronômico, colonização e degradação de uma grande variedade de resíduos lignocelulósicos e curto tempo de desenvolvimento quando comparados a outros gêneros (BONATTI et al., 2004).

A fase de miceliação do substrato é de fundamental importância para o cultivo de cogumelos, sendo que se deve fazer a seleção do material mais adequado e disponível a ser utilizado para produção de inóculo ou “spawn”, assim como a utilização de linhagens mais adaptadas ao clima da região onde posteriormente se realizará a produção, além disso, quanto mais rápido ocorrer o seu desenvolvimento menor são os riscos de ocorrerem contaminações, por outros fungos ou bactérias, que possam vir a comprometer a produção (MARINO, 1997; REGINA, 2001; ROYSE, 2002). A utilização de diversos tipos de substratos pelo fungo depende da sua capacidade de secretar enzimas como celulasas, hemicelulasas e ligninases, liberando assim nutrientes para o seu crescimento (ROSSI et al., 2001; MATA et al., 2005).

Uma série de resíduos da agricultura como palha de trigo, palha de arroz, gramíneas, serragens, polpa e casca de frutas, folhas de bananeira, polpa de café, cana-de-açúcar entre outros podem ser utilizados para produção de cogumelos comestíveis como o *P. ostreatus* (EICKER, 1995; EIRA, 2003; MODA et al., 2005; SALAS, 2005; MOLINA, 2005). Atualmente um dos

problemas essenciais da gestão ambiental sustentada é a problemática da geração de resíduos e o destino a ser dado a estes (VEGA e OLIVEIRA, 2005).

Em regiões de alta produtividade de arroz (*Oriza sativa*), como no sul ocidente da Colômbia, a palha de arroz é um resíduo em grande abundância, e uma das alternativas para dar destino ao excesso de palha foi a utilização desta como substrato para o cultivo de fungos comestíveis (MONTROYA, 2005). No Brasil, especificamente na região de Pelotas/RS, estão concentradas grandes áreas de produção de arroz em grãos e conseqüentemente indústrias de beneficiamento desta matéria-prima, logo existem resíduos, deste processo, de forma mais abundante. Este trabalho teve por objetivo avaliar o crescimento miceliano de três linhagens de *P. ostreatus* em grãos com casca e casca de arroz buscando viabilizar a produção de inóculo deste cogumelo.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Micologia do Departamento de Microbiologia e Parasitologia/Instituto de Biologia/Universidade Federal de Pelotas, RS.

As linhagens de *P. ostreatus* utilizadas foram BF24, DF33 e HF19, preservadas em óleo mineral estéril em meio de cultivo à base de capim-elefante (*Pennisetum* sp.), as quais foram repicadas para o meio de cultivo à base de capim-elefante dextrose ágar (CPDA), sendo incubadas a 28°C para multiplicação (DONINI, 2006).

Para o preparo do material foram utilizadas diferentes porcentagens de grãos de arroz com casca e casca de arroz pré-cozidos, por 15 minutos após início da fervura, nos seguintes tratamentos: T1 (100% de grãos de arroz com casca), T2 (75% de grãos de arroz com casca + 25% de casca de arroz), T3 (50% de grãos de arroz com casca + 50% de casca de arroz), T4 (25% de grãos de arroz com casca + 75% de casca de arroz) e T5 (100% casca de arroz), acondicionados em tubos de ensaio (2,5 x 20cm), com 11cm de altura no volume do substrato. Os tubos foram vedados com algodão, sendo posteriormente autoclavados a 121°C por 30 minutos.

Um disco da cultura com 1cm de diâmetro foi repicado para cada tubo e incubados a 28°C. As avaliações foram realizadas a cada 48 horas, onde a primeira ocorreu após 72 horas da incubação, até um dos tratamentos ter

apresentado completo crescimento.

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso com fatorial 3x5x6, sendo 3 linhagens, 5 tratamentos e 6 leituras, sendo utilizadas 6 repetições/tratamento. Os resultados obtidos foram submetidos à análise da variação e teste de Duncan para comparação das médias, utilizando-se o programa estatístico SANEST (ZONTA e MACHADO, 1984).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da análise da variação da velocidade de crescimento pode-se observar que houve diferenças significativas na interação entre linhagens x tratamentos x leituras. A linhagem BF 24 mostrou-se superior estatisticamente dentre as linhagens utilizadas para a maioria dos tratamentos, porém não diferiu de DF 33 e HF 19 quando cultivados apenas em grãos de arroz com casca (T1) e de DF33 quando foi utilizado o tratamento com a mistura de 75% de grãos de arroz com casca + 25% de casca de arroz (Tabela 1). Os tratamentos utilizados apresentaram respostas diferentes para as três linhagens utilizadas. O tratamento composto por 25% de grãos de arroz com casca + 75% de casca de arroz (T4) foi superior aos demais para a linhagem BF 24 não diferindo daquele com 50% de grãos de arroz com casca + 50% de casca de arroz (T3). Comportamento similar ocorreu com a linhagem DF 33, onde os tratamentos com 25% de grãos de arroz com casca + 75% de casca de arroz (T4) e 75% de grãos de arroz com casca + 25% de casca de arroz (T2) foram superiores aos demais não diferindo estatisticamente do tratamento com 50% de grãos de arroz com casca + 50% de casca de arroz (T3). Para a linhagem HF 19 o tratamento com 50% de grãos de arroz com casca + 50% de casca de arroz (T3) foi superior aos demais não diferindo estatisticamente quando utilizou-se apenas grãos de arroz com casca e 25% de grãos de arroz com casca + 75% de casca de arroz (T4) (Tabela1).

Diferenças significativas entre as linhagens de *P. ostreatus* conforme verificadas neste trabalho, também foram evidenciadas em grãos de sorgo, cevada e trigo em diferentes espécies de *Pleurotus* spp. e observaram que estes grãos promoveram melhor crescimento e densidade miceliana (SAGIR e YLLDIZ, 2004). Sementes de girassol suplementadas com diferentes concentrações de NH_4^+ visando a produção de inóculo de cinco linhagens de

P.ostreatus apresentaram diferentes resultados quanto ao desenvolvimento miceliano (CURVETTO et al., 2002).

Cabe ressaltar que entre as três linhagens, BF 24 e DF 33 resultados mais promissores foram encontrados nos tratamentos em que houve a mistura grãos de arroz pré-cozidos com casca de arroz, provavelmente por que a mistura proporcionou maiores trocas gasosas no substrato. As trocas gasosas dos substratos são importantes para a produção das enzimas celulose, hemicelulose, além disso, a velocidade de miceliação pode ser alterada a medida que o fungo se aprofunda no substrato onde o O₂ estimula o crescimento do fungo, e altas concentrações de CO₂ afetam a atividade enzimática, diminuindo a velocidade de crescimento (ROSSI et al., 2001).

Na Tabela 2, observa-se que no decorrer das leituras as linhagens estudadas mostraram respostas diferentes. Na primeira e segunda leitura a linhagem DF33 mostrou-se superior as demais, não diferindo de BF 24 na primeira leitura. Após isso, a partir da terceira leitura, a linhagem BF 24 mostrou-se estatisticamente superior as demais até o final do experimento. Ainda durante o período de incubação, os substratos também mostraram respostas diferentes, sendo que até a segunda leitura, o tratamento com 75% de grãos de arroz com casca + 25% de casca de arroz (T2) foi superior aos demais não diferindo de quando 50% de grãos de arroz com casca + 50% de casca de arroz (T3) e 25% de grãos de arroz com casca + 75% de casca de arroz (T4) foram utilizados (Tabela 3). Na quarta e quinta leitura o tratamento com 25% de grãos de arroz com casca + 75% de casca de arroz (T4) mostrou-se superior aos demais não diferindo do tratamento com 50% de grãos de arroz com casca + 50% de casca de arroz (T3). Já na sexta leitura os tratamentos com misturas mostraram superiores aos demais, não diferindo entre si. Como já citado, os tratamentos em que houve mistura de grãos de arroz com casca de arroz em diferentes concentrações se mostraram superiores aos demais no decorrer das avaliações.

Na produção de *Pleurotus* saior-caju foi observado que os sacos de cultivo deveriam ser fechados, mas não hermeticamente, pois um fechamento mais drástico impedia trocas gasosas e o crescimento miceliano foi interrompido pela metade do saco (DIAS et al., 2003). O desenvolvimento miceliano de *P. ostreatus* “Florida” apresentou diferenças durante a colonização de palhas de trigo de diferentes variedades, demonstrando as diferenças nutri-

cionais presentes em substratos da mesma espécie (LABUSCHAGNE et al., 2000).

Para a velocidade de crescimento diária as linhagens, em sua grande maioria, apresentaram um comportamento da curva de crescimento de forma cúbica, exceto para os tratamentos com 25% de grãos de arroz com casca + 75% de casca de arroz (T4) e 100% casca de arroz (T5) da linhagem BF 24, os quais se apresentaram de forma quadrática e linear, respectivamente, e o T5 da linhagem DF 33 de forma quadrática (Figura 1). A casca de arroz estimula o desenvolvimento miceliano do cogumelo *Coprinus cinereus* quando suplementada em meio de cultura na concentração de 10mg mL^{-1} (HANAI et al., 2005). Similar ao presente trabalho, onde a utilização da casca de arroz em devidas proporções favoreceu o crescimento miceliano, o que não ocorreu quando se utilizou apenas casca de arroz ou grãos de arroz com casca pré-cozidos que proporcionaram as menores médias de velocidade de crescimento.

CONCLUSÃO

Considerando-se a velocidade de crescimento do micélio, os substratos com mistura de grãos de arroz com casca e casca de arroz mostraram melhores resultados na obtenção de inóculo de *P. ostreatus*.

Entre as três linhagens de *P. ostreatus* utilizadas, a BF 24 é a que apresenta maior crescimento miceliano no substrato com mistura de grãos com casca de arroz em diferentes concentrações.

REFERÊNCIAS

BONATTI, M.; KARNOPP, P.; SOARES, H. M.; et al. (2004) Evaluation of *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus sajor-caju* nutritional characteristics when cultivated in different lignocellulosic wastes. **Food Chemistry**, n.88, p.425-428.

CURVETTO, N. R.; FIGLAS, D.; DEVALIS, R.; et al. (2002) Growth and productivity of different *Pleurotus ostreatus* strains on sunflower seed hulls supplemented with N-NH_4^+ and/or Mn (II). **Bioresource Technology**, n.84,

p.171-176.

DIAS, E. S.; KOSHIKUMO, E. M. S.; SCHWAN, R. F.; et al. (2003) Cultivo do cogumelo *Pleurotus sajor-caju* em diferentes resíduos agrícolas. **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, n.6, p.1363-1369.

DONINI, L. P. Cultivo de Shimeji (*Pleurotus ostreatus* (Jacq. :Fr.) Kummer) em capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) suplementado com farelos. 2006, 80f. **Dissertação (Mestrado em Agronomia)**. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

EICKER, A. (1995) The South African experience in growing *Pleurotus* spp. In: T.J. ELLIOTT (Ed.). **Science and Cultivation of Edible Fungi**, v.2, p. 869-875.

EIRA, A. F. (2003) **Cultivo do “cogumelo-do-sol” (*Agaricus blazei* (Murrill) ss. Heinemann.)** Viçosa: Aprenda Fácil, 203p.

HANAI, H.; ISHIDA, S.; SAITO, C.; et al. (2005) Stimulation of mycelia growth several mushroom species by rice husks. **Bioscience Biotechnology Biochemistry**, v.69, n.1, p.123-127.

LABUSCHAGNE, P. M.; EICKER, A.; AVELING, T.A.S.; et al. (2000) Influence of wheat cultivars on straw quality and *Pleurotus ostreatus* cultivation. **Bioresource Technology**, n.71, p.71-75.

MARINO, R. H. (1997) Produtividade do *Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Sing. em função dos métodos de isolamento e produção de inoculantes. Araraquara, 1997, 134f. **Dissertação (Mestrado em Biotecnologia)**, UNESP.

MATA, G.; HERNÁNDEZ, D. M.; ANDREU, L. G. I. (2005) Changes in lignocellulolytic enzyme activities in six *Pleurotus* spp. strains cultivated on coffee pulp in confrontation with *Trichoderma* spp. **World Journal of Microbiology & Biotechnology**, n.21, p.143-150.

MODA, E. M.; HORII, J.; SPOTO, M. H. F. (2005) Edible mushroom *Pleurotus sajor-caju* production on washed and supplemented sugarcane bagasse. **Scientia Agricola**, v.62, p.127-132.

MOLINA, J. C. (2005) Producción de hongos comestibles, compost y vermicompost a partir substratos agroindustriales: experiência CYTED. In: V CONGRESSO LATINO AMERICANO DE MICOLOGIA, 2005, Brasília. **Resumos...2005**. p.173.

MONTOYA, J. C. (2005) Biodegradación del tamo de arroz por *Pleurotus ostreatus*. In: V CONGRESSO LATINO AMERICANO DE MICOLOGIA, 2005, Brasília. **Resumos...2005**. p.169-170.

REGINA, M. (2001). Cinética do crescimento miceliano de *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler em bagaço de cana-de-açúcar e serragem de eucalipto. Botucatu, 2001, 87f. **Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura)**, UNESP.

ROSADO, F. R.; CARBONERO, E. R.; KEMMEL-MEIER, C.; et al. (2002) A partially 3-O-methylated (1C4)-linked K-D-galactan and K-D-mannan from *Pleurotus ostreatoroseus* Sing. **Microbiology Letters**, n.212, p.261-265.

ROSSI, I. H.; MONTEIRO, A. C.; MACHADO, J. O. (2001) Desenvolvimento micelial de *Lentinula edodes* como efeito da profundidade e suplementação do substrato. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.6, p.887-891.

ROYSE, D. J. (2002) Influence of spawn rate and commercial delayed release nutrient levels on *Pleurotus cornucopiae* (oyster mushroom) yield, size, and time to production. **Applied Microbiology Biotechnology**, n.58, p. 527-531.

SAGIR, A.; YILDIZ, A. (2004) Growth of mycelium of *Pleurotus* spp. on different grains and determination of their competition with some contaminant fungi. **Acta Alimentaria**, v.33, n.2, p. 249-257.

SALAS, N. (2005) Cultivo de hongos comestibles potenciadores del sistema

imunológico. In: V CONGRESSO LATINO AMERICANO DE MICOLOGIA, 2005, Brasília. **Resumos...2005**. p.169-173.

SOTO-CRUZ, O.; SAUCEDO-CASTAÑEDA, G.; PABLOS-HACH, J. L.; et al. (1999) Effect of substrate composition on the mycelial growth of *Pleurotus ostreatus*. An analysis by mixture and response surface methodologies. **Process Biochemistry**, v.35, p.127-133.

VEGA, A.; OLIVEIRA, J. S. (2005) Resultados preliminares da caracterização de diversas amostras de *Pleurotus*, recolhidos no Panamá. In: V CONGRESSO LATINO AMERICANO DE MICOLOGIA, 2005, Brasília. **Resumos...2005**. p.170-172.

ZHANG, R.; XIUJIN, L.; FADEL, J. G. (2002) Oyster mushroom cultivation with rice and wheat straw. **Bioresource Technology**, n.82, p.277-284, 2002.

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

YILDIZ, S.; YILDIZ, U. C.; GEZER, E. D.; et al. (2002) Some lignocellulosic wastes used as raw material in cultivation of the *Pleurotus ostreatus* culture mushroom. **Process Biochemistry**, n.38, p.301-306.

Tabela 1. Velocidade de crescimento diária (cm dia⁻¹) das linhagens BF24, DF33 e HF19 de *P. ostreatus* em diferentes substratos com grãos de arroz e casca de arroz, Pelotas, 2005.

Tratamentos	Linhagens		
	BF24	DF33	HF19
T1	4,00 c A	3,86 c A	3,85 ab A
T2	4,47 b A	4,43 a A	3,76 b B
T3	4,65 ab A	4,26 ab B	4,09 a B
T4	4,78 a A	4,42 a B	3,99 ab C
T5	4,39 b A	4,08 bc B	3,49 c C

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5%.

Tabela 2. Velocidade de crescimento diária (cm dia⁻¹) das linhagens BF24, DF33 e HF19 de *P. ostreatus* durante 6 leituras, Pelotas, 2005.

Linhagens	Leituras					
	1	2	3	4	5	6
BF24	0,853 ab	2,643 b	3,880 a	5,345 a	7,305 a	9,206 a
DF33	0,911 a	2,934 a	3,598 b	4,630 b	6,696 b	8,580 b
HF19	0,739 b	2,666 b	3,470 b	4,425 b	5,997 c	7,555 c

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5%.

Tabela 3. Velocidade de crescimento diária (cm dia⁻¹) das linhagens estudadas em diferentes substratos com grãos de arroz e casca de arroz em 6 leituras, Pelotas, 2005.

Tratamentos	Leituras					
	1	2	3	4	5	6
T1	0,743 a	2,596 bc	3,461 a	4,524 b	6,172 c	7,968 b
T2	0,963 a	2,964 a	3,599 a	4,593 b	6,593 bc	8,587 a
T3	0,832 a	2,913 ab	3,787 a	4,882 ab	6,969 ab	8,867 a
T4	0,856 a	2,853 ab	3,752 a	5,071 a	7,187 a	9,028 a
T5	0,771 a	2,423 c	3,646 a	4,906 ab	6,381 c	7,752 b

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5%.

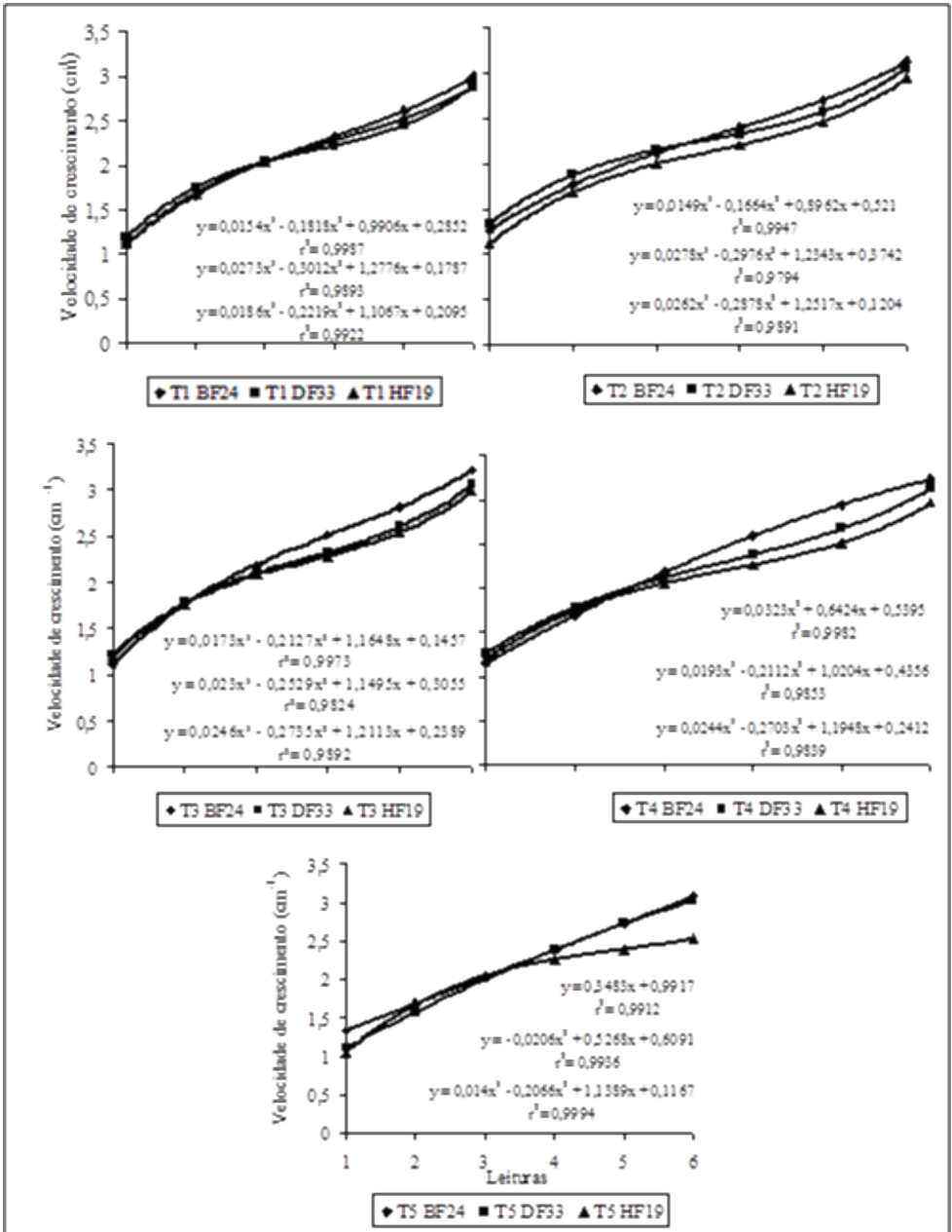


Figura 1. Velocidade de crescimento (cm dia⁻¹) das linhagens BF24, DF33 e HF19 de *Pleurotus ostreatus* em diferentes tratamentos. Pelotas, 2005. (A=T1, B=T2, C=T3, D=T4, E=T5).

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

BASE CELULAR DA ORIGEM E DESENVOLVIMENTO DO ENDOSPERMA

Caroline Jácome Costa¹; Paulo Dejalma Zimmer²; Francisco Amaral Villela³

¹ Eng.^a, Agr.^a, Dr.^a, Pesquisadora EMBRAPA CERRADOS, Rodovia, BR-020, Km 18, C.P. 08223, CEP 73310-970, Planaltina, DF. e-mail: caroline.costa@cpac.embrapa.br; ² Eng. Agr., Dr., Prof. Adjunto FAEM/UFPEL, Pelotas, RS; ³ Eng. Agrícola, Dr., Prof. Adjunto FAEM/UFPEL, Pelotas, RS.

RESUMO: O processo de desenvolvimento do endosperma do tipo nuclear, predominante na maioria das espécies vegetais de interesse econômico, é revisado, enfatizando-se particularidades referentes à regulação do ciclo celular, citocinese e funções do citoesqueleto ao longo do desenvolvimento do tecido. A revisão pretende proporcionar uma visão global do processo de desenvolvimento do endosperma, desde a dupla fertilização até a diferenciação das células que compõem o tecido.

Palavras-chave: celularização, cenócito, diferenciação celular, endosperma nuclear, sementes.

CELLULAR BASE OF THE ORIGIN AND DEVELOPMENT OF ENDOSPERM

ABSTRACT: The nuclear endosperm development, predominant in most of the vegetable species of economical interest, is revised, being emphasized particularities regarding the cell cycle regulation, cytokinesis and cytoskeleton functions along the development of the tissue. The revision intends to provide a global vision of the endosperm development, from the double fertilization to the cell differentiation.

Keywords: cellularization, coenocyte, cell differentiation, nuclear endosperm, seeds.

INTRODUÇÃO

A despeito de sua importância ecológica e econômica, seja como tecido fundamental para o sucesso do estabelecimento das angiospermas na superfície terrestre, seja como fonte de alimento e matéria-prima para a indústria, o desenvolvimento do endosperma ainda é objeto de estudo e investigação científica, estando, ainda, incompletamente elucidado.

Avanços nas técnicas de microscopia eletrônica, tomografia computa-

dorizada, imunohistoquímica e moleculares têm permitido, todavia, ganhos substanciais na compreensão dos mecanismos celulares, genéticos e fisiológicos subjacentes ao desenvolvimento do endosperma.

A presente revisão não pretende esgotar o assunto, dada a amplitude do tema e a necessidade de abordagens cada vez mais multidisciplinares. Todavia, pretende-se reunir o conhecimento até agora alcançado em torno do assunto, bem como reavivar o interesse pelo tema, estimulando revisões complementares e trabalhos de pesquisa na área.

IMPORTÂNCIA DO ENDOSPERMA

O endosperma constitui um tecido de reserva, encontrado nas angiospermas, com a função de suprir os nutrientes essenciais ao embrião em desenvolvimento e, em alguns casos, às plântulas. Isso porque, em algumas espécies, ele ocorre apenas transitoriamente durante a formação e desenvolvimento das sementes, sendo totalmente absorvido durante o desenvolvimento embrionário. Em outros casos, ele persiste total ou parcialmente após o atingimento da maturidade fisiológica das sementes, sendo essencial durante a germinação e a fase inicial do desenvolvimento das plântulas. Nas sementes desprovidas de endosperma, geralmente o embrião ocupa o maior volume da semente, armazenando reservas em regiões específicas, especialmente nos cotilédones, como nas famílias Fabaceae, Cucurbitaceae e Asteraceae (ESAU, 1974; FAHN, 1985).

Em algumas famílias, o desenvolvimento do endosperma é interrompido no início de sua formação, resultando no desenvolvimento de sementes sem esse tecido de reserva nutritiva. Isso já foi observado em espécies das famílias Orchidaceae, Podostemaceae e Trapaceae (MAHESHWARI, 1950; VIJAYARAGHAVAN; PRABHAKAR, 1984). Nas Podostemaceae, um pseudo-saco embrionário desenvolve-se no interior dos tecidos nucelares e parece atuar como um endosperma alternativo ao embrião em desenvolvimento (MAHESHWARI, 1950).

De toda forma, a despeito da divergência nos possíveis destinos que o endosperma possa seguir entre as várias espécies, seu desenvolvimento inicial revela mecanismos conservados e muito similares entre as diversas famílias e espécies (BECRAFT, 2001).

Além da função como reservatório de nutrientes, acredita-se que o endosperma desempenhe papel crítico para o desenvolvimento do embrião, afetando diferentes etapas da embriogênese. Por outro lado, embora haja evidências de que também o desenvolvimento do endosperma seja afetado pela sua interação com o embrião em desenvolvimento, a magnitude dessa influência parece ser de menor escala. A descoberta de mutantes capazes de produzirem endosperma na ausência de embriões viáveis e mesmo a simulação de todo o processo de desenvolvimento do endosperma *in vitro* reforçam essa teoria (KRANZ et al., 1998; BERGER, 1999).

Para Aquila (2004), além de exercer funções relacionadas à nutrição e à regulação do desenvolvimento embrionário, o endosperma também exerce papel fundamental na manutenção de um gradiente de pressão osmótica que previne a germinação precoce da semente em desenvolvimento.

Embora já tenha sido possível simular as primeiras etapas do desenvolvimento do endosperma de sementes de milho (*Zea mays* L.) *in vitro* (KRANZ et al., 1998), existem trabalhos que demonstram a interdependência entre o desenvolvimento de tecidos de origem exclusivamente materna, como os integumentos, e tecidos de origem materna e paterna, como o endosperma e o embrião (GARCIA et al., 2005). Assim, por exemplo, em *Arabidopsis thaliana*, o desenvolvimento das sementes pode ser subdividido em duas fases: a primeira delas é caracterizada por intensa proliferação e crescimento das células que compõem o endosperma, resultando em grande aumento de tamanho da semente em formação. Na segunda fase, ocorre o crescimento do embrião, às expensas do endosperma formado (BOISNARD-LORIG et al., 2001; GARCIA et al., 2005). A interação entre as duas fases define o tamanho e a forma das sementes.

ORIGEM DO ENDOSPERMA

Sabe-se que a germinação dos grãos de pólen que chegam ao estigma de flores receptivas leva ao desenvolvimento do tubo polínico, que carrega em seu interior os núcleos espermáticos e que avança através do estilete até alcançar o saco embrionário.

Na maior parte das espécies, o tubo polínico penetra no saco embrionário através da micrópila, processo que se denomina porogamia. Em out-

ras, entretanto, a penetração do tubo polínico dá-se pelo pólo chalazal do saco embrionário, processo denominado chalazogamia, que ocorre, por exemplo, no gênero *Casuarina* e em espécies do gênero *Pistacia* (FAHN, 1985).

Ao penetrar no saco embrionário, a extremidade do tubo polínico bifurca-se e ocorre a liberação das duas células espermáticas que seguem destinos diferentes: uma funde-se à oosfera, originando o zigoto ou célula-ovo e a outra funde-se aos núcleos polares, originando o núcleo primário do endosperma. Esse processo é conhecido como dupla fertilização. O produto do desenvolvimento do zigoto originará o embrião e o desenvolvimento do núcleo primário do endosperma, através de divisões sucessivas, resultará na formação do endosperma propriamente dito.

Em geral, no início do desenvolvimento, o endosperma é um tecido triplóide, resultante da fusão de dois núcleos polares haplóides provenientes da célula central do saco embrionário e um núcleo espermático (haplóide) proveniente do grão de pólen. Todavia, dependendo do processo que originou o saco embrionário (megagametogênese), o endosperma poderá ser diplóide (como em *Butomopsis*), pentaplóide (como em *Fritillaria*) ou até mesmo assumir elevados graus de ploidia. Ao longo de sua formação, os núcleos do endosperma aumentam de tamanho, originando núcleos hipertróficos altamente poliplóides, de modo que ao final do desenvolvimento, o endosperma é um tecido mixoplóide (VIJAYARAGHAVAN; PRABHAKAR, 1984). De acordo com Cocucci e Mariath (2004), a poliploidia e a politenia são estratégias comuns a muitos seres vivos para poderem produzir, em curto espaço de tempo, grandes quantidades de determinados compostos. Essa teoria é condizente com a função nutritiva desempenhada pelo endosperma.

Há evidências de que a manutenção de uma contribuição balanceada entre as constituições genéticas materna e paterna, sendo a proporção de 2:1 a predominante, assegura o desenvolvimento sincronizado entre o endosperma e o embrião (BECRAFT, 2001; BERGER, 2003). Em milho, desvios dessa proporção resultam na incapacidade de desenvolvimento do endosperma e no colapso das sementes (LIN, 1984).

a - Origem evolutiva do endosperma

A origem evolutiva do endosperma e do processo responsável pela sua

formação - a dupla fertilização - ainda é tema de ampla discussão no cenário científico (FRIEDMAN, 1994; 1998; BERGER, 2003; FRIEDMAN; WILLIAMS, 2004).

Duas teorias principais buscam explicar a possível origem evolutiva do endosperma: na primeira, acredita-se que, em espécies ancestrais das angiospermas atuais, a dupla fertilização tenha produzido dois embriões, sendo que um deles especializou-se no armazenamento de reservas nutritivas, tendo evoluído para o endosperma atual. Isso implicaria na existência de uma célula central haplóide presente no saco embrionário das espécies ancestrais que, após a fertilização com um dos núcleos espermáticos do grão de pólen, originaria um endosperma diplóide. Estudos conduzidos em plantas do gênero *Ephedra*, considerada por alguns pesquisadores a ponte de ligação evolutiva entre gimnospermas e angiospermas, levaram à descoberta de que a dupla fertilização, nessas espécies, origina dois embriões (FRIEDMAN, 1994), o que reforça essa teoria.

A outra teoria para a origem evolutiva do endosperma estabelece a possibilidade de que tenha ocorrido o desenvolvimento paralelo, porém sincronizado, do embrião e de células do próprio saco embrionário, que se especializariam no acúmulo de reservas nutritivas para o embrião em desenvolvimento. A integração entre o desenvolvimento do saco embrionário e do embrião seria garantida pelo mecanismo de dupla fertilização, assegurando que as reservas só seriam sintetizadas e armazenadas caso ocorresse a fecundação. Essa teoria encontra várias evidências que a suportam, principalmente a similaridade entre o desenvolvimento do endosperma de grande parte das angiospermas e do gametófito de espécies não produtoras de sementes e os mecanismos de silenciamento de genes de origem paterna que ocorrem em várias etapas do desenvolvimento do endosperma, ressaltando a preponderância materna no controle do desenvolvimento do tecido (BERGER, 2003). Além disso, estudos filogenéticos suportam a hipótese de que o endosperma tenha evoluído de um tecido essencialmente materno (originário do desenvolvimento de células do próprio saco embrionário) para um tecido de origem biparental, formado a partir da fusão de um núcleo materno, proveniente do saco embrionário, e outro paterno, proveniente do grão de pólen (FRIEDMAN; WILLIAMS, 2004).

b - Tipos de endosperma

À divisão do núcleo primário do endosperma, seguem-se sucessivas divisões dos núcleos-filhos, até que o endosperma propriamente dito esteja completamente formado. Baseado no padrão de divisões nucleares e celulares, três tipos de endosperma podem ser distinguidos:

– Endosperma nuclear - nesse tipo de endosperma, o processo de divisão do núcleo primário do endosperma e dos núcleos-filhos não está acoplado à formação de paredes celulares que individualizem cada um dos núcleos formados, isto é, a cariocinese não é acompanhada da imediata citocinese. Os núcleos provenientes das várias divisões nucleares livres adotam posição periférica no saco embrionário, resultando na formação de um grande vacúolo central no mesmo (VI-JAYARAGHAVAN; PRABHAKAR, 1984; FAHN, 1985). O número de divisões nucleares livres, antes que ocorra a formação das primeiras paredes celulares, varia grandemente entre as espécies. Dessa forma, várias centenas de núcleos podem ser formados, como nos gêneros *Primula*, *Malva*, *Jussieua*, *Cochlospermum*, *Brexia*, *Mangifera*, *Juglans*, *Malus* e *Citrus*; em outros casos, oito a dezesseis núcleos são formados, como em *Asclepias*, *Rafflesia*, *Leiphaimos*, *Cotylanthera*, *Calotropis*, *Xeranthemum* e *Crepis* e, no caso do gênero *Coffea*, as primeiras paredes se formam quando o endosperma em formação encontra-se no estágio de quatro núcleos livres (MAHESHWARI, 1950). Esse é o tipo de endosperma mais comumente encontrado, já tendo sido registrado em mais de 160 famílias, incluindo mono e dicotiledôneas (MAUSETH, 1988).

– Endosperma celular – nesse caso, as divisões nucleares estão sincronizadas com a formação de paredes celulares. A primeira divisão nuclear geralmente é acompanhada pela formação de uma parede celular horizontal, que divide o saco embrionário em duas regiões: uma região chalazal e outra micropilar, aproximadamente de mesmo tamanho. Todavia, a formação dessa parede pode ser vertical ou diagonal e as paredes celulares formadas posteriormente podem ou não ser paralelas à primeira, de modo que, ao final do processo de formação das várias células, o endosperma resultante pode ser formado por cé-

lulas orientadas segundo várias direções (FAHN, 1985). Além disso, uma ou mais células provenientes dos pólos chalazal, micropilar ou ambos podem se especializar formando haustórios. Os haustórios provavelmente têm a função de transportar nutrientes dos tecidos da planta-mãe para o endosperma em desenvolvimento. Em algumas espécies, ocorre a formação de haustórios secundários originados a partir de células nucelares adjacentes às células endospérmicas localizadas nas proximidades da micrópila e/ou da chalaza.

– Endosperma helobial – refere-se a um tipo de endosperma intermediário aos dois anteriormente descritos. Ocorre em diferentes gêneros de angiospermas, como *Asphodelus*, *Muscari*, *Ornithogalum*, *Saxifraga* e *Echium*. Nesse tipo de endosperma, a primeira divisão do núcleo primário do endosperma resulta na formação de duas câmaras: a maior, ocupando a posição micropilar e a outra, a posição chalazal. Em geral, várias divisões nucleares livres ocorrem na câmara micropilar, que segue, aproximadamente, o padrão de desenvolvimento do endosperma do tipo nuclear. Por outro lado, na câmara chalazal, o núcleo permanece sem sofrer divisões ou apenas há a ocorrência de uma ou duas divisões (VIJAYARAGHAVAN; PRABHAKAR, 1984; FAHN, 1985). O endosperma helobial é muito raro e parece ocorrer apenas em monocotiledôneas (AQÜILA, 2004).

DESENVOLVIMENTO DO ENDOSPERMA

O endosperma do tipo nuclear

Embora exista mais de um tipo de endosperma quanto ao desenvolvimento, serão abordadas apenas as particularidades referentes ao desenvolvimento do endosperma do tipo nuclear, dada a sua predominância na maioria das espécies de interesse econômico.

A fase cenocítica

No processo usual de formação da parede celular que se segue à divisão nuclear nas células vegetais, uma complexa rede formada pela associa-

ção de microtúbulos, filamentos de actina, vesículas derivadas do complexo de Golgi e do retículo endoplasmático (constituindo os fragmoplastos) atuam na individualização de cada célula resultante do processo mitótico (STAEHELIN; HEPLER, 1996; HEESE et al., 1998; SYLVESTER, 2000; OLSEN, 2001; OTEGUI et al., 2001). As vesículas derivadas do complexo de Golgi, transportando precursores da parede celular em formação, associam-se aos microtúbulos e acumulam-se na região previamente delimitada pela placa metafásica, originando a nova parede celular. Nesse processo, a divisão nuclear e a citocinese são etapas coordenadas e os microtúbulos que farão parte dos fragmoplastos originam-se a partir de remanescentes do próprio fuso mitótico localizado entre os dois núcleos-filhos, imediatamente após a mitose.

Todavia, em sistemas que não apresentam o mecanismo convencional de citocinese, esses dois eventos não estão necessariamente acoplados e a divisão nuclear ocorre sem que haja a deposição imediata da parede celular. Isso leva ao desenvolvimento de uma estrutura multinucleada denominada cenócito, que demarca a fase inicial do desenvolvimento do endosperma do tipo nuclear, prevalecente em várias espécies de interesse econômico, incluindo os cereais e muitas dicotiledôneas, como soja (*Glycine max* L.), algodão (*Gossypium hirsutum* L.) e *Arabidopsis*.

Além das evidências da ocorrência desse processo no desenvolvimento inicial do endosperma, a formação de estruturas multinucleadas, nas quais parece haver o desacoplamento temporal entre o processo de divisão nuclear e a deposição da parede celular, também parece estar presente em eventos importantes para a reprodução sexual das plantas como na microsporogênese e megagametogênese.

No caso do desenvolvimento do endosperma, acredita-se que a função dos fragmoplastos é, de alguma forma, suprimida, uma vez que há evidências de que eles são formados. Em trigo (*Triticum aestivum* L.), existem registros de que uma placa celular transitória é formada, mas, o processo de desenvolvimento dessa placa em uma parede celular completa é interrompido, evidenciando o funcionamento parcial dos fragmoplastos (TIAN et al., 1998). Assim, a regulação de etapas posteriores à organização dos fragmoplastos deve orientar a formação do cenócito no processo inicial de desenvolvimento do endosperma do tipo nuclear.

As divisões nucleares livres e a migração ordenada dos núcleos

As várias divisões nucleares que ocorrem no estágio inicial de desenvolvimento do endosperma do tipo nuclear não ocorrem aleatoriamente, mas conforme planos pré-definidos de divisões nucleares. Nesse processo, núcleos-filhos migram para domínios (ou zonas) específicas no interior do citoplasma cenocítico, resultando na formação de uma camada multinucleada periférica que envolve toda a superfície da célula central que originou o endosperma. Os núcleos-filhos organizam-se segundo um padrão proximal-distal, que se estende do pólo micropilar ao pólo chalazal. Esse posicionamento nuclear parece ter papel fundamental na futura diferenciação de células especializadas que irão formar o endosperma maduro (OLSEN, 2001).

Em milho, as primeiras três divisões mitóticas do núcleo primário do endosperma ocorrem segundo planos pré-definidos, resultando em oito núcleos posicionados na posição basal do endosperma em desenvolvimento. A partir de então, novas divisões ocorrem e os núcleos migram para regiões específicas na periferia da célula central, chegando a ocupar 1/8 da superfície do cenócito (COE, 1978; McCLINTOCK, 1984). Podem ser formados de 256 a 512 núcleos ao final da fase cenocítica (WALBOT, 1994).

Em *Arabidopsis*, o endosperma, ao final do estágio cenocítico, encontra-se diferenciado em três regiões: a região que circunda o embrião, o endosperma periférico, ocupando a região central e o endosperma chalazal (BROWN et al., 1999; SORENSEN et al., 2002). Ao final da fase cenocítica, há ao redor de 200 núcleos formados (BOISNARD-LORIG et al., 2001).

O processo de celularização do endosperma

O endosperma do tipo nuclear pode permanecer cenocítico até o final de seu desenvolvimento, porém, o mais comum é ocorrer a celularização, isto é, a individualização de cada núcleo em uma célula. Esse processo, por sua vez, pode ocorrer em todo o tecido, restringir-se à periferia ou ocorrer apenas na região micropilar (AQÜILA, 2004). Em *Arabidopsis*, o processo de celularização progride da região que circunda o embrião para a região chalazal em movimento ondular (MANSFIELD; BRIARTY, 1990; BROWN et al., 1999), havendo casos em que não se observa a celularização da região chalazal, que

origina um cisto (OLSEN, 2004).

Após o processo de sucessivas divisões nucleares livres e a migração ordenada dos núcleos, a atividade mitótica cessa, sendo retomada somente alguns dias depois. Em sementes de cevada (*Hordeum vulgare* L.) em desenvolvimento, as divisões cessam por volta dos três dias após a polinização e são retomadas, aproximadamente, dois dias depois (OLSEN, 2004). Durante esse período de aparente repouso, ocorrem profundas alterações celulares que preparam o endosperma em desenvolvimento para uma nova fase: a fase celular, na qual haverá a formação de um tecido propriamente dito, com a individualização de cada um dos núcleos resultantes das sucessivas divisões da fase anterior (OLSEN, 2001). A principal alteração ao nível celular, nessa etapa, é o rearranjo dos microtúbulos que compõem o citoesqueleto.

A participação de fragmoplastos especiais

A formação das primeiras paredes celulares no processo de celularização do endosperma tem sido alvo de intensas controvérsias e encontra-se sob investigação até o presente. De acordo com uma das teorias, a deposição das primeiras paredes celulares na camada periférica do endosperma em desenvolvimento ocorreria sem a intervenção de fragmoplastos típicos, sendo totalmente desacoplada do processo de divisão nuclear (OLSEN et al., 1999; BERGER, 1999). Nesse caso, as paredes celulares seriam resultantes de prolongamentos localizados da parede celular do próprio cenócito. Entretanto, estudos realizados em endosperma de trigo, feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e *Arabidopsis*, contradizem esse modelo de deposição da parede celular e destacam a participação de fragmoplastos especiais (mini-fragmoplastos ou fragmoplastos adventícios) e placas celulares típicas, apresentando muitos aspectos coincidentes com o padrão convencional de deposição da parede celular que ocorre em células meristemáticas.

Em células meristemáticas, os fragmoplastos organizam-se a partir de microtúbulos remanescentes do fuso mitótico. Estudos sobre o endosperma em desenvolvimento de sementes de *Arabidopsis* mostram, todavia, não haver a presença de microtúbulos residuais provenientes do fuso mitótico após o encerramento dos ciclos de divisões nucleares livres, previamente à formação das paredes celulares (BROWN et al., 1999). Ao invés disso, o endosperma

passa a ser organizado em domínios núcleo-citoplasmáticos que delimitam cada núcleo, através da formação de feixes de microtúbulos provenientes de pontos na superfície da membrana nuclear (OTEGUI; STAEHELIN, 2000; NGUYEN et al., 2001; OLSEN, 2001; OTEGUI et al., 2001). A partir da sobreposição de feixes de microtúbulos opostos, localizados entre núcleos adjacentes, ocorre, então, a formação dos mini-fragmoplastos envolvidos na formação da parede celular. Embora os estudos mais detalhados dos mecanismos específicos envolvidos nesse processo tenham sido desenvolvidos em *Arabidopsis thaliana*, esse padrão diferenciado de formação da parede celular já foi registrado em grande número de espécies, incluindo trigo, cevada, arroz (*Oryza sativa* L.), feijão, nabo (*Raphanus sativus* L.), *Ranunculus sceleratus* e *Myrsine laetevirens* (OLSEN, 2001).

Dos fragmoplastos à formação da parede celular

Vesículas derivadas do complexo de Golgi, transportadas provavelmente por proteínas específicas presentes nos microtúbulos e organizadas na complexa rede que forma os mini-fragmoplastos, fundem-se umas às outras formando um complexo sistema de membranas que gradualmente se modificam em estrutura e composição para originar a parede celular (OTEGUI; STAEHELIN, 2000; OTEGUI et al., 2001).

Inicialmente estabilizada pela deposição de uma densa camada filamentosa de membranas, que exclui a interferência física de organelas externas no processo de desenvolvimento da placa celular, a extensa rede de membranas vai progressivamente se modificando em composição até ser capaz de sintetizar os próprios polissacarídeos que, por si só, assumem a função de estabilizarem fisicamente a placa celular em formação. Dessa forma, a composição química inicial da placa celular em formação é rica em xiloglucanos e pectinas, produzidos por enzimas localizadas, provavelmente, no complexo de Golgi. Na medida em que a placa celular amadurece, concentrações crescentes de calose e celulose são depositadas, através da atuação de enzimas localizadas nas próprias membranas que compõem a placa celular (HONG et al., 2001a, b; VERMA, 2001).

A progressiva modificação estrutural do sistema de membranas na placa celular em formação é auxiliada pela atuação de vesículas recobertas

por clatrininas, responsáveis pela remoção de proteínas e lipídios em excesso, de modo a processarem o devido refinamento da parede celular final (OTEGUI; STAEHELIN, 2000).

Diferenciação celular

Conforme a simetria, o endosperma pode ser caracterizado segundo um padrão longitudinal e outro radial de diferenciação celular (BERGER, 2003).

O padrão longitudinal, que se estende do pólo micropilar ao chalazal, compreende três regiões distintas: uma próxima ao pólo micropilar, envolvendo o embrião; outra central, representando o maior volume do endosperma, sendo formada, nos cereais, por células especializadas no armazenamento de amido e proteínas e uma terceira, localizada próximo ao pólo chalazal, caracterizada pela presença de células especializadas no transporte de substâncias entre a planta-mãe e o endosperma em desenvolvimento, dada a interrupção das conexões vasculares entre a planta-mãe e a semente em desenvolvimento.

O padrão radial de simetria, por sua vez, distingue vários tipos celulares, dispostos concentricamente, cada qual especializado em uma função: a camada externa de aleurona, a camada de subaleurona e a região especializada no armazenamento de reservas.

Desse modo, o endosperma maduro seria formado por quatro tipos celulares estrutural e funcionalmente distintos: as células formadoras da região que circunda o embrião, as células de transferência, as células ricas em amido e proteínas e as células da camada de aleurona (OLSEN, 2001). A diferenciação de cada um dos tipos celulares ocorre em integração com a celularização do endosperma.

Região que envolve o embrião

A função das células que ocupam essa região não está completamente elucidada, mas acredita-se que está relacionada à nutrição e proteção física do embrião.

Células de transferência

As células de transferência, as primeiras a se diferenciarem, desenvolvem-se sobre o tecido vascular da planta-mãe, estando relacionadas ao transporte de fotoassimilados da planta-mãe para o endosperma em desenvolvimento (MILLER; CHOUREY, 1992; CHENG et al., 1996; THOMPSON et al., 2001) e à defesa contra o ataque de microrganismos (SERNA et al., 2001; OLSEN, 2004). No milho, tais células já podem ser vistas aproximadamente seis dias após a fertilização.

Em cereais, as células de transferência são caracterizadas por proeminentes invaginações da parede celular secundária (BECRAFT, 2001; OLSEN, 2001), que aumentam a área superficial da membrana plasmática em aproximadamente 20 vezes (BECRAFT, 2001). Tais invaginações tendem a diminuir em intensidade em direção ao interior do endosperma (THOMPSON et al., 2001). Além disso, no início do desenvolvimento da semente, essas células apresentam complexo e extenso sistema de endomembranas, o que suporta a sua função no transporte de substâncias.

Como nas demais células especializadas que compõem o endosperma, há indícios de que o destino de cada célula resultante do processo de multiplicação celular seja definido pela posição que cada grupo de células ocupa no endosperma. No caso das células de transferência, em sementes de cevada em desenvolvimento, RNAs mensageiros específicos das células de transferência são encontrados na região onde tipicamente se desenvolve esse tipo de células, antes mesmo que se inicie o processo de celularização (OLSEN et al., 1999; BECRAFT, 2001). De acordo com Becraft (2001), o tecido placentário seria responsável pela produção de sinais que induziriam a transcrição específica de genes localizados na região placentó-chalazal, cujo produto seria mantido nessa região através de associação com o citoesqueleto.

Para que o processo de diferenciação das células de transferência ocorra normalmente em sementes de milho, é necessário que a dupla fertilização leve ao desenvolvimento de um endosperma triploide com dois núcleos haplóides originados da célula central do saco embrionário e um núcleo haplóide do grão de pólen, ou seja, uma proporção materno:paterna de 2:1. Desvios dessa proporção levam a desordens citoplasmáticas ao longo do processo de diferenciação das células de transferência que podem desencadear o

desenvolvimento anormal e/ou deficiente do endosperma (BECRAFT, 2001).

A camada de aleurona

A camada de aleurona envolve toda a superfície do endosperma, à exceção da região ocupada pelas células de transferência. No milho e no trigo, ela é formada por uma camada de células; no arroz, por uma a várias camadas de células, e na cevada, por três camadas de células (OLSEN, 2004).

As primeiras células a se especializarem na camada de aleurona originam-se logo após o início do processo de celularização do endosperma e após a retomada do processo mitótico anteriormente interrompido. A primeira divisão periclinal que ocorre na primeira camada de células periféricas do endosperma resulta na formação de duas camadas de células-filhas: a mais externa, que se constituirá na camada de aleurona, crescendo em superfície após sucessivas divisões anticlinais, e a camada interna que, após uma série de divisões mitóticas, especializar-se-á na síntese e armazenamento de substâncias de reserva. As células que se constituirão na camada de aleurona não apresentam padrão rigoroso de desenvolvimento. Ao contrário, sabe-se que, pelo menos em milho, tais células possuem grande plasticidade estrutural e funcional ao longo do desenvolvimento do endosperma, podendo se rediferenciar em células especializadas no armazenamento de reservas (BECRAFT; ASUNCION-CRABB, 2000; BECRAFT, 2001).

A principal função da camada de aleurona é prover o suprimento de enzimas hidrolíticas capazes de converter proteínas de reserva, lipídios e grãos de amido presentes no endosperma em aminoácidos, ácidos graxos e açúcares simples que garantam a retomada do crescimento do embrião ao longo do processo de germinação da semente. A produção dessas enzimas é possível pela síntese de novo sob estímulo hormonal, principalmente pela atuação das giberelinas. Após a germinação das sementes, as células da camada de aleurona entram em processo de morte celular programada (OLSEN, 2001; 2004).

Diferentemente das células especializadas no armazenamento de reservas, as células que compõem a camada de aleurona apresentam padrão ordenado de divisões celulares, orientado anticlinalmente e sendo responsável por garantir a rápida expansão em volume observada no processo de formação

da semente. Em sementes maduras de milho, a camada de aleurona consiste de aproximadamente 250.000 células, resultantes de cerca de 17 ciclos de divisões anticlinais (LEVY; WALBOT, 1990; WALBOT, 1994; OLSEN et al., 1999; OLSEN, 2001).

Ao longo do desenvolvimento da semente, as células da camada de aleurona passam por um processo que lhes confere tolerância à dessecação, de modo a suportarem a perda de água sofrida pelas sementes ao longo da maturação (OLSEN, 2004).

Similarmente ao processo de diferenciação das células de transferência, o desenvolvimento da camada de aleurona é dependente da relação materno:paterna de 2:1 decorrente da dupla fertilização. Nesse sentido, há relatos de que endospermas tetraplóides de milho foram ineficientes na diferenciação da camada de aleurona (CHARLTON et al., 1995).

Células especializadas no armazenamento de reservas

As células especializadas no armazenamento de substâncias de reserva constituem a maior parte do endosperma e originam-se a partir das camadas internas da primeira divisão periclinal que demarca a retomada do processo mitótico após o início da celularização do endosperma.

Diferentemente das células que compõem a camada de aleurona, as células especializadas no armazenamento de reservas dividem-se segundo planos aleatórios, até que toda a região central do tecido esteja completamente preenchida. Isso ocorre, em arroz, aproximadamente quatro dias após a fertilização e, em cevada, seis dias após a fertilização (OLSEN et al., 1999). O crescimento adicional das células ocorre através da expansão em seu volume, decorrente do armazenamento de reservas (BECRAFT, 2001).

No processo de diferenciação dessas células, frequentemente verifica-se a replicação do DNA sem ocorrência de mitose (LARKINS et al., 2001). Esse fato pode estar relacionado à necessidade de células grandes e metabolicamente ativas, capazes de sustentar elevada atividade de síntese e armazenamento de substâncias de reserva, principalmente proteínas e amido (BERGER, 2003).

Contrariamente às células da camada de aleurona, em geral, as células de armazenamento de reservas não são vivas na maturidade da semente,

passando, provavelmente, por mecanismos de morte celular programada (YOUNG et al., 1997; OLSEN et al., 1999; BECRAFT, 2001). Entretanto, esse padrão de desenvolvimento não ocorre em todas as espécies. Por exemplo, em sementes de mamona (*Ricinus communis* L.), o processo de morte celular programada ocorre apenas após a germinação das sementes, fazendo com que todas as células que compõem o endosperma permaneçam metabolicamente ativas até o final de seu desenvolvimento (BECRAFT, 2001).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A despeito do vasto conhecimento acumulado referente ao desenvolvimento do endosperma, percebe-se que ainda existe muito trabalho a ser realizado para que todos os mecanismos envolvidos nas etapas de formação desse tecido venham a ser totalmente elucidados. Isso ressalta a necessidade de cooperação entre profissionais de diversas áreas afins, notadamente nos campos da genética, biologia celular, fisiologia e embriologia.

Até o presente, pode-se notar a grande semelhança nos eventos cruciais que demarcam as principais fases da formação do endosperma entre as espécies vegetais, assim como a semelhança entre mecanismos regulatórios presentes em outros estágios do desenvolvimento vegetal, sugerindo vias comuns de regulação do desenvolvimento das plantas como um todo.

AGRADECIMENTOS

Ao professor José da Costa Sacco, pelo estímulo e leitura crítica da presente revisão.

REFERÊNCIAS

AQUILA, M. E. A. (2004). Tipos de diásporos e suas origens. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Ed.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed. p. 69-92.

BECRAFT, P. W.; ASUNCION-CRABB, Y. T. (2000). Positional cues specify and maintain aleurone cell fate during maize endosperm develop-

ment. **Development**, v. 127, p.4039-4048.

BECRAFT, P. W. (2001). Cell fate specification in the cereal endosperm. **Cell and Developmental Biology**, v. 12, p. 387-394.

BERGER, F. (1999). Endosperm development. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 2, p. 28-32.

BERGER, F. (2003). Endosperm: the crossroad of seed development. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 6, p. 42-50.

BOISNARD-LORIG, C. et al. (2001). Dynamic analyses of the expression of the HISTONE::YFP fusion protein in Arabidopsis show that syncytial endosperm is divided in mitotic domains. **The Plant Cell**, v. 13, p. 495-509.

BROWN, R. C. et al. (1999). Development of endosperm in Arabidopsis thaliana. **Sexual Plant Reproduction**, v. 12, p. 32-42.

CHARLTON, W. L. et al. (1995). Endosperm development in Zea mays: implication of gametic imprinting and paternal excess in regulation of transfer layer development. **Development**, v. 121, p. 3089-3097.

CHENG, W. H.; TALIERCIO, E. W.; CHOUREY, P. S. (1996). The miniature1 seed locus of maize encodes a cell wall invertase required for normal development of endosperm and maternal cells in the pedicel. **The Plant Cell**, v. 8, p. 971-998.

COCUCCI, A. E.; MARIATH, J. E. A. (2004). Gametogênese, fecundação, seleção do gametófito mais apto, embriogênese e diásporo maduro. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Ed.) **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed. p. 15-30.

COE, E. H. J. (1978). The aleurone tissue of maize as a genetic tool. In: WALDEN, D. B. (Ed.) **Maize Breeding and Genetics**. New York: John Wiley & Sons. p. 447-458.

ESAU, K. (1974). **Anatomia das plantas com sementes**. São Paulo: Edgard Blücher. 293 p.

FAHN, A. (1985). **Anatomia vegetal**. Madri: Ediciones Pirámide. 599 p.

FRIEDMAN, W. E. (1994). Evidence of a preangiosperm origin of endosperm: implications for the evolution of flowering plants. **Science**, v. 255, p. 336-339.

FRIEDMAN, W. E. (1998). The evolution of double fertilization and endosperm: an 'historical' perspective. **Sexual Plant Reproduction**, v. 11, p. 6-16.

FRIEDMAN, W. D.; WILLIAMS, J. H. (2004). Developmental evolution of the sexual process in ancient flowering plant lineages. **The Plant Cell**, v. 16, p. S119-S132. Supplement.

GARCIA, D.; GERALD, J. N. F.; BERGER, F. (2005). Maternal control of integument cell elongation and zygotic control of endosperm growth are coordinated to determine seed size in Arabidopsis. **The Plant Cell**, v. 17, n. 1, p. 52-60.

HEESE, M.; MAYER, U.; JÜRGENS, G. (1998). Cytokinesis in flowering plants: cellular process and developmental integration. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 1, p. 486-491.

HONG, Z.; DELAUNEY, A. J.; VERMA, D. P. S. (2001 a). A cell plate-specific callose synthase and its interaction with phragmoplastin. **The Plant Cell**, v. 13, p. 755-768.

HONG, Z.; ZHANG, Z.; OLSON, J. M.; et al. (2001 b). A novel UDP-glucose transferase is a part of the callose synthase complex and interacts with phragmoplastin at the forming cell plate. **The Plant Cell**, v. 13, p. 769-780.

KRANZ, E. et al. (1998). Endosperm development after fusion of isolated, single maize sperm and central cells in vitro. **The Plant Cell**, v. 10, p. 511-

524.

LARKINS, B. A. et al. (2001). Investigating the hows and whys of DNA endoreduplication. **Journal of Experimental Botany**, v. 52, p. 183-192.

LEVY, A. A.; WALBOT, V. (1990). Regulation of the timing of transposable element excision during maize endosperm development. **Science**, v. 216, p. 1534-1537.

LIN, B. Y. (1984). Ploidy barrier to endosperm development in maize. **Genetics**, v. 107, p. 103-115.

MANSFIELD, S. G.; BRIARTY, L. G. (1990). Endosperm cellularization in *Arabidopsis thaliana* (L.). **Arabidopsis Information Service**, v. 27, p. 65-72.

MAHESHWARI, P. (1950). **An introduction to the embryology of angiosperms**. New York: McGraw-Hill. 431 p.

MAUSETH, J. D. (Ed.). (1988). **Plant anatomy**. California: Benjamin & Cummings. 560 p.

McCLINTOCK, B. (1984). The significance of responses of the genome to challenge. **Science**, v. 226, p. 792-801.

MILLER, M. E.; CHOUREY, P. S. (1992). The maize invertase-deficient miniature-1 seed mutation is associated with aberrant pedicel and endosperm development. **The Plant Cell**, v. 4, p. 297-305.

NGUYEN, H.; BROWN, R. C.; LEMMON, B. E. (2001). Patterns of cytoskeletal organization reflect distinct developmental domains in endosperm of *Coronopus didymus* (Brassicaceae). **International Journal of Plant Sciences**, v. 162, n. 1, p. 1-14.

OLSEN, O. A. (2001). Endosperm development: cellularization and cell fate specification. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular**

Biology, v. 52, p. 233-267.

OLSEN, O. A.; LINNESTAD, C.; NICHOLS, S. E. (1999). Developmental biology of the cereal endosperm. **Trends in Plant Science**, v. 4, n. 7, p. 253-257.

OLSEN, O. A. (2004). Nuclear endosperm development in cereals and *Arabidopsis thaliana*. **The Plant Cell**, v. 16, p. S214-S227. Supplement.

OTEGUI, M. S. et al. (2001). Three-dimensional analysis of syncytial-type cell plates during endosperm cellularization visualized by high resolution electron tomography. **The Plant Cell**, v. 13, p. 2033-2051.

OTEGUI, M. S.; STAEHELIN, L. A. (2000). Syncytial-type cell plates: a novel kind of cell plate involved in endosperm cellularization of *Arabidopsis*. **The Plant Cell**, v. 12, p. 933-947.

SERNA, A. et al. (2001). Maize endosperm secretes a novel antifungal protein into adjacent maternal tissue. **Plant Journal**, v. 25, p. 687-698.

SORENSEN, M. B. et al. (2002). Cellularisation in the endosperm of *Arabidopsis thaliana* is coupled to mitosis and shares multiple components with cytokinesis. **Development**, v. 129, p. 5567-5576.

STAEHELIN, L. A.; HEPLER, P. K. (1996). Cytokinesis in higher plants. **Cell**, v. 84, p. 821-824.

SYLVESTER, A. W. (2000). Division decisions and the spacial regulation of cytokinesis. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 3, p. 58-66.

THOMPSON, R. D. et al. (2001). Development and functions of seed transfer cells. **Plant Science**, v. 160, p. 775-783.

TIAN, G. W. et al. (1998). Microtubular cytoskeleton of free endosperm nuclei during division in wheat. **Cytologia**, v. 63, p. 427-433.

VERMA, A. P. S. (2001). Cytokinesis and building of the new cell plate in plants. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 52, p. 751-784.

VIJAYARAGHAVAN, M. R.; PRABHAKAR, K. (1984). The endosperm. In: JOHRI, B. M. (Ed.). **Embryology of angiosperms**. Berlin: Springer-Verlag. p. 319-376.

WALBOT, V. (1994). Overview of key steps in aleurone development. In: FREELING, M.; WALBOT, V. (Ed.) **The Maize Handbook**. New York: Springer-Verlag. p. 78-80.

YOUNG, T. E.; GALLIE, D. R.; DeMASON, D. A. (1997). Ethylene-mediated programmed cell death during maize endosperm development of wild type and shrunken 2 genotypes. **Plant Physiology**, v. 115, p. 737-751.



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) 32410559
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) 32410559 (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