

REVISTA CIENTÍFICA RURAL

Revista Técnico-Científica

Volume 14 - Número 3
Dezembro 2012

BAGÉ - RS
EDITORA - EDIURCAMP

ISSN 1413-8263

Rev. Cient. Rural

BAGÉ - RS

v. 14 n. 3

DEZEMBRO 2012

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:

Marilene Vaz Silveira

Pró-Reitoria de Administração:

Ricardo Ribeiro

Projeto Gráfico e Editoração:

Quêlen Leal (EDIURCAMP)

Revisão: Fernando Pereira de Menezes

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.

Quadrimestral

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.14, nº 3, 2012

Conselho Editorial:

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

Editor-Chefe:

Fernando Pereira de Menezes

Editora Auxiliar:

Ana Cláudia Kalil Huber

Assessora Técnica:

Bibl. Maria Bartira N. Costa Taborda

Revisores técnicos que participaram desta edição:

- Adelmo Resende da Silva, Dr. - EMBRAPA Milho e Sorgo, Goiânia-GO
- Ana Maria Conte Castro, Dr. - UENP/Campus Luiz Meneghel, Bandeirantes-PR
- Ana Rosa Muniz, Dr. - UNIPAMPA, Bagé-RS
- Cinei Teresinha Riffel, Dr. - Setrem
- Cristiano Nunes dos Santos, Dr. - IFFarroupilha, Santo Augusto-RS
- Elaine Gonçalves Rech, Dr. - UEPB, Campina Grande-PB
- Fabio Santos Matos, Dr. - UFV, Viçosa-MG
- Ivan Renato Cardoso Krolow, Dr. - FEPAGRO, Rio Grande-RS
- Leandro do Monte Ribas, Dr. - URCAMP, Bagé-RS
- Liege Camargo da Costa, Dr. - FEPAGRO, Júlio de Castilhos-RS
- Lorena Pastorini Donini, Dr. - EMBRAPA, Pelotas-RS
- Marcelino João Knob, Dr. - IFFarroupilha, São Vicente do Sul-RS
- Marcelo Lopes Nunes, Dr. - IFEA, Caxias do Sul-RS
- Marília Tiberi Caldas, Dr. - SEAGRI, Brasília-DF
- Paulo Ricardo Ebert Siqueira, Dr. - URCAMP, Bagé-RS
- Roberta Marins Nogueira Peil, Dr. - FAEM/UFPel, Pelotas-RS
- Valdecir Carlos Ferri, Dr. - FAEM/UFPel, Pelotas-RS

REVISTA CIENTÍFICA RURAL

Normas para publicação

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

2. A submissão dos artigos científicos, revisões bibliográficas e notas científicas será exclusivamente realizada por via eletrônica em um dos seguintes idiomas: Português, Espanhol ou Inglês. Todas as páginas deverão ser numeradas no lado inferior direito. O trabalho deverá ser digitado em tamanho 16 x 23cm, com espaçamento entre linhas de 1,5. As margens deverão ser: superior 2,0; inferior 2,0; esquerda 1,8 e direita em 1,2cm, fonte Times New Roman e tamanho 12. O máximo de páginas será 20 para artigo científico, 18 para revisão bibliográfica e 8 para nota científica, incluindo tabelas, gráficos e figuras. As figuras, quadros e tabelas devem estar incluídas no próprio texto, já em sua localização definitiva, numeradas com algarismos arábicos. As ilustrações não devem ser coloridas. A identificação das figuras deve aparecer na parte inferior, alinhada à esquerda, contendo título com letra tamanho 10 e fonte da ilustração com letra tamanho 9. A identificação de quadros e tabelas aparece na parte superior, alinhada à esquerda, com letra tamanho 10, e a fonte localiza-se na parte inferior, alinhada à esquerda, com letra tamanho 9. Os gráficos devem ser em planilha eletrônica e as fotografias e figuras devem ser fornecidos no formato .jpg ou .gif (qualidade mínima 300dpi). A nomenclatura científica deve ser citada segundo os critérios estabelecidos nos Códigos Internacionais em cada área. Unidades e Medidas devem seguir o Sistema Internacional (Exs.: mL, kg ha⁻¹). A indicação da autoria deverá estar relacionada após o título com um espaço, centralizado, com letra tamanho 10, fonte Times New Roman. A titulação deve constar na sequência da descrição dos nomes dos autores, com letra tamanho 8, fonte Times New Roman contendo: função, departamento, instituição, endereço, cidade e endereço eletrônico.

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

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

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

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

3.3 **Abstract e keywords:** O abstract deverá conter de 150 a 500 palavras. Deverá ser

redigido em parágrafo único. Deverão ser inseridas três keywords as quais não poderão estar presentes no título.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

4.6 **Referências:** idem ao artigo científico.

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

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

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

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

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

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

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

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

5.6 **Referências:** idem ao artigo científico.

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

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

8. Para ser avaliado deverá ter sido realizado o pagamento da taxa de tramitação, enviar cheque nominal a Fundação Áttila Taborda/INTEC, CNPJ 87.415.725/0001-29, através de depósito identificado no Banco Unicred (cód. 091), Agência 1910, Conta Corrente 423653 ou no Banco do Brasil, Agência 0034-5, Conta Corrente 423653. O valor a ser pago é de R\$ 50,00. Para agilizar o andamento do processo é necessário anexar a cópia digitalizada do comprovante de pagamento enviado para o e-mail: rcr@urcamp.tche.br ou ainda podendo ser enviado via fax (53) 32410559 (Em ambos os casos o nome e endereço completo são obrigatórios para a emissão da fatura).

9. Os trabalhos aprovados serão oportunamente informados via e-mail e o autor deverá realizar o pagamento da taxa de publicação, no valor de R\$ 50,00 para sócios da Revista Científica Rural e de R\$ 250,00 para não sócios. Para trabalhos com fotos ou figuras coloridas será cobrado o valor de R\$ 250,00 por página. Assinatura Anual: R\$ 80,00 - Periodicidade: 3 (três) números por ano.

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

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

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

Conselho Editorial

EDITORIAL

O trabalho e a dedicação do Conselho Editorial da Revista Científica Rural têm permitido a regularidade da publicação deste conceituado periódico. Com metas bem definidas, a RCR dedica-se à elevação do conceito no Sistema Integrado CAPES, o que vem se concretizando. Na presente edição disponibilizamos artigos oriundos da Região Nordeste, evidenciando a abrangência nacional do periódico. As ciências ambientais proporcionam informações relevantes ligadas à atividade de mineração de carvão. Sempre importante nas ciências agrárias, pesquisas referentes à fertilidade e produtividade são apresentadas nas culturas de feijão e alface. Inovações tecnológicas fazem parte dos trabalhos com amoreira-preta, vitivinicultura e com substratos. Respostas fisiológicas vegetais são estudadas em abóboras e a capacidade adaptativa às adversidades edáficas tem importantes resultados para o cultivo do trigo. A Revista Científica Rural congratula-se com os autores das obras contidas neste número, reitera o agradecimento aos avaliadores e coloca-se ao dispor para receber sua produção científica, numa demonstração altruística de contribuir para o progresso da ciência e evolução do homem.

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

SUMÁRIO / SUMMARY

1. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho na região nordeste do Brasil no biênio 2006/2007 e 2007/2008 / Adaptability and stability of corn cultivars in the brazilian northeast region in the 2006/2007 and 2007/2008 years cropping | CARVALHO et al.....316
2. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja na zona agreste dos estados da Bahia e Sergipe / Adaptability and stability of soybean genotypes in the agreste zone of Bahia and Sergipe states | CARVALHO et al.....330
3. Amoreira-preta ‘Guarani’: multiplicação in vitro com diferentes agentes gelificantes / Blackberry ‘Guarani’: in vitro multiplication with different gelling agents | PELIZZA et al.....339
4. Avaliação de metais pesados, nos estratos da camada Candiota, da mina de carvão em Candiota-RS / Evaluation of heavy metals in Candiota, layer strata of coal mine in Candiota-RS / SOARES e ME LLO.....349
5. Densidade e distribuição do tamanho das partículas de diferentes substratos orgânicos produzidos em estação fria e quente / Density and distribution of size of particles of different organic substrates produced in hot and cold season | BICCA et al.....367
6. Desempenho agrônômico e custo de produção do feijão submetido a diferentes fertilizantes / Agronomic performance and cost of production of beans under different fertilizer | KROLOW et al.....378
7. Determinação dos fluxos radiativos sobre abóbora italiana cultivada em ambiente protegido / Determination of radiative fluxes above summer squash cultivated in protected environment | RIBEIRO et al.....394
8. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de girassol no nordeste brasileiro / Adaptability and stability of sunflower cultivars in the brazilian northeast region | CARVALHO et al.....408
9. Respostas agrônômicas de alface sob adubação orgânica e cultivo sucessivo em ambiente protegido / Agronomic answers in lettuce and organic fertilizers in greenhouse successive cultivation | HUBER e MORSELLI.....418
10. Vitivinicultura de precisão aplicada a produção e qualidade de uva Pinot Noir / Precision vitiviniculture applied to production and quality of Pinot Noir grape | ZARDO et al.....433

ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE CULTIVARES DE MILHO NA REGIÃO NORDESTE DO BRASIL NO BIÊNIO 2006/2007 e 2007/2008

Hélio Wilson Lemos de Carvalho¹, Milton José Cardoso², Leonardo Melo Pereira da Rocha³, Cleso Antonio Patto Pacheco¹, José Nildo Tabosa⁴, Marcelo Abdon Lira⁵, Camila Rodrigues Castro⁶, Cinthia Souza Rodrigues⁶, Marcella Carvalho Meneses⁶, Márcia Leite dos Santos⁶.

Pesquisadores da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Av. Beira Mar, 3250, C.P. 44, Jardins, Aracaju, SE. CEP: 49025-040. Email: helio@cpatc.embrapa.br; ivenio@cpatc.embrapa.br.

²Pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Av. Duque de Caxias, 5650, Buenos Aires, Teresina, PI, CEP: 64006-220. Email: milton@cpamn.embrapa.br.

³Pesquisadores da Embrapa Milho e Sorgo, Rod. MG 424, Km 45, Sete Lagoas, MG, CEP: 35701-970. Email: leonardo@cnpmc.embrapa.br; cleso@cnpmc.embrapa.br.

⁴Pesquisador do IPA, Av. General San Martin, 1371, Bonji, Recife - PE - CEP 50761-000. Email: tabosa@ipa.br.

⁵Pesquisador da EMPARN, Av. Jaguarari, 2192, Lagoa Nova, Natal, RN, CEP: 59062-500.

E-mail: marcelo-emparn@rn.gov.br

⁶Estagiárias da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Av. Beira Mar, 3250, C.P. 44, Jardins, Aracaju, SE. CEP: 49025-040. Email: cinthia-sr@hotmail.com; camila.rcastro@hotmail.com; marcellameneses@hotmail.com; marcialeitesantos@hotmail.com.

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar a adaptabilidade e a estabilidade de cultivares de milho, utilizando o modelo bissegmentado, no Nordeste brasileiro, no ano agrícola de 2008. Foram utilizados dados de pesos de grãos obtidos em duas redes experimentais, sendo cada uma dessas redes composta por quarenta e duas cultivares. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com três repetições. Observaram-se, nas análises de variância conjuntas, a presença da interação cultivares x ambientes, indicando comportamento diferenciado das cultivares na média dos ambientes. As cultivares mostraram comportamento diferenciado nas condições desfavoráveis. Os híbridos que expressam adaptabilidade ampla, a exemplo dos 2 B 710, Pioneer 30 F 35, DKB 360, 2 B 688, SHS 4050, BRS 2110, 2 B 710, AG 7088, DKB 390, DKB 177, 2 B 688, BE 9203, BM 3061, evidenciam adaptabilidade ampla ($b_0 > \text{média geral} + b_1$ semelhante à unidade), constituindo-se em excelentes opções de cultivo para as diferentes áreas produtoras de milho do Nordeste brasileiro

Palavras-chave: Zea mays L, cerrados, interação cultivares x ambientes.

ADAPTABILITY AND STABILITY OF CORN CULTIVARS IN THE BRAZILIAN NORTHEAST REGION IN THE 2006/2007 AND 2007/2008 YEARS CROPPING

ABSTRACT: The present work aimed to evaluate the adaptability and stability of corn cultivars in the Brazilian Northeast during the 2006/2007 and 2007/2008 years cropping, using the bi-segmented model. Data were obtained from two experimental network composed each one by forty-two cultivars arranged in a randomized block design with three

replications. The grouped analysis of variance detected significant interactions between cultivars and environments, indicating differentiated behavior of cultivars for the environments mean. Cultivars showed differentiated behavior at unfavorable conditions. Hybrids that expressed broad adaptability as example of the Pioneer 30 F 35, DKB 360, 2 B 688, SHS 4050, BRS 2110, 2 B 710, AG 7088, DKB 390, DKB 177, 2 B 688, BE 9203, BM 3061, have a great importance for the regional agricultures.

Keywords: Zea mays L, cerrados, cultivar x environment interaction.

INTRODUÇÃO

Devido à crescente demanda do setor industrial e comercial por grãos de milho no Nordeste brasileiro, essa cultura é uma importante alternativa econômica nos diferentes sistemas de produção em execução nessa região. De fato, pequenos, médios e grandes produtores rurais têm utilizado largamente esse cultivo nos últimos anos, nas diferentes áreas produtoras de grãos, espalhadas em ambientes de cerrados, sertão e agreste nordestino, onde os níveis de produtividades, no âmbito experimental, têm oscilado de 7.000kg ha⁻¹ a patamares superiores a 11.000kg. ha⁻¹ (CARVALHO et al., 2009 e 2011; CARDOSO et al., 2012).

A realização de pesquisas fornecendo informações sobre qual ou quais cultivares deva ou devam ser utilizadas nesses diferentes sistemas de produção vem dando um suporte tecnológico decisivo ao desenvolvimento da cultura, garantindo melhores produtividades e retornos econômicos competitivos. Diante da existência da interação cultivares versus ambientes, são necessárias avaliações contínuas em redes de ensaios, a fim de determinar o comportamento agrônômico das cultivares e sua adaptação às diferentes condições locais. Neste cenário, os últimos anos, a avaliação de variedades e híbridos de milho provenientes de empresas oficiais e particulares, no Nordeste brasileiro, está sendo realizada em Rede de Ensaios de Avaliação de Cultivares de Milho e coordenada pela Embrapa Tabuleiros Costeiros. Os resultados alcançados nos últimos anos têm permitido recomendar com sucesso cultivares de milho de melhor adaptabilidade e estabilidade de produção, para exploração comercial nessa ampla região conforme assinalaram Oliveira et al. (2007), Carvalho et al. (2012) e Cardoso et al. (2012).

Métodos estatísticos têm sido propostos para avaliar a adaptabilidade e a estabilidade de produção da cultivar, contornando, em parte, os inconvenientes da interação genótipo x ambiente (CROSSA, 1990). Se-

gundo Cruz e Regazzi (2001), alguns métodos são alternativos, enquanto outros são complementares, e podem ser utilizados conjuntamente. Entre os métodos baseados em regressão linear, o de Eberhart & Russel (1966) e o de Cruz et al (1989) são amplamente utilizados. Apesar da preferência por um ou por outro método, o fato é que pode haver divergências entre eles em relação à classificação dos genótipos mais estáveis e produtivos.

O objetivo deste trabalho foi verificar a adaptabilidade e a estabilidade de produção de variedades e híbridos de milho quando submetidos a diferentes ambientes do Nordeste brasileiro, para fins de recomendação.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados de pesos de grãos analisados foram obtidos de redes de ensaios de avaliação de genótipos de milho, coordenados pela Embrapa Tabuleiros Costeiros, no decorrer dos anos agrícolas de 2006/2007 e 2007/2008.

No tocante ao ano agrícola de 2006/2007, uma rede de ensaios foi composta por 36 híbridos e, a outra rede de ensaios, foi formada por 38 cultivares (23 variedades e 15 híbridos). No que se refere ao ano agrícola de 2007/2008, uma das redes foi constituída por variedades e híbridos de milho (quarenta e dois materiais) e a outra rede foi composta por 42 híbridos. Os ensaios foram instalados em ambientes dos Estados da Bahia, Sergipe, Pernambuco, Piauí e Maranhão.

Em todas essas redes utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso com duas repetições. As parcelas foram formadas por quatro fileiras de 5m de comprimento, espaçadas de 0,8m e com 0,2m entre covas. Mantiveram-se duas plantas por cova, após o desbaste. As adubações realizadas nesses ensaios seguiram as recomendações das análises de solo de cada área experimental.

Dentro de cada rede de ensaios foram realizadas análises de variância para os dados de rendimento de grãos, aferidos em cada local. Efetuou-se a seguir, a análise de variância conjunta, verificando-se a existência de homogeneidade das variâncias residuais obtidas nas análises individuais, considerando a razão inferior a sete entre o maior e o menor quadrado médio residual (GOMES, 1990). Consideraram-se, nessa análise de variância conjunta, aleatórios os efeitos de blocos e ambientes e, fixo, o efeito de cultivares e foi realizada conforme Vencovsky & Barriga (1992).

Os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade foram estimados pelo

método de Cruz et al. (1989), que se baseia 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:

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

Onde: Y_{ij} : média da cultivar i no ambiente j ; I_j : índice ambiental; $T(I_j)$: $T(I_j)=0$ 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 a 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

Os resultados das análises de variância individuais nas redes de ensaios realizadas nos anos agrícolas de 2006/2007 e 2007/2008 revelaram a existência de diferenças significativas entre as cultivares, quanto ao rendimento de grãos, em todos os ambientes. Portanto, evidencia-se a existência de variabilidade de potencial produtivo entre as cultivares avaliadas, nas diferentes condições ambientais do Nordeste brasileiro.

A análise de variância conjunta possibilitou a verificação de efeitos significativos de cultivares, ambientes e também da interação cultivares x ambientes, nas quatro redes de ensaios realizadas, quanto ao caráter rendimento de grãos, o que é evidência de que as classificações das cultivares não foram coincidentes nos ambientes de avaliação. Interações significativas entre cultivares e ambientes, quanto ao rendimento de grãos, vêm sendo relatadas com frequência em trabalhos com a cultura do milho no Brasil no Nordeste brasileiro (OLIVEIRA et al., 2007; CARVALHO et al., 2009 e 2011; CARDOSO et al., 2012).

Quanto aos trabalhos realizados no ano agrícola 2006/2007, os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade referentes à rede formada por híbridos constam na tabela 1, verificando-se que as produtividades médias de grãos encontradas nos híbridos variaram de 5.967kg ha⁻¹(Taurus) a 8.010kg ha⁻¹ (2 B 710), sobressaindo com melhor adaptação aqueles hí-

bridos com rendimentos médios de grãos acima da média geral ($b_0 > \text{média geral}$), destacando-se os híbridos 2 B 710 e 2 B 587, seguidos dos 2 C 520, Pioneer 3 F 35, DKB 360 e 2 B 688. Observou-se que, dentre os de melhor adaptação, os 2 B 587, 2 C 520 e DKB 455 foram exigentes nas condições desfavoráveis ($b_1 > 1$), enquanto que o Pioneer 30 K 73 mostrou-se menos exigente nessas condições de ambiente ($b_1 < 1$). Ainda nesse grupo de melhor adaptação, os híbridos Agromen 30 A 06, Pioneer 30 F 75 e Pioneer 30 K 73 foram os mais responsivos à melhoria ambiental ($b_1 + b_2$). Dentre os 15 híbridos de melhor adaptação, apenas seis mostraram os desvios da regressão estatisticamente igual a zero, evidenciando alta estabilidade nos ambientes estudados; os demais, apesar de mostrarem esses desvios estatisticamente diferentes de zero, apresentaram $R_2 > 80\%$, o que, segundo Cruz et al. (1989) não prejudica seus graus de previsibilidade.

Verificando-se os resultados apresentados na Tabela 1, nota-se que o material ideal preconizado pelo modelo bissegmentado não existe entre os avaliados (b_0 . média geral, $b_1 < 1$, $b_1 + b_2 > 1$ e s^2d próxima ou igual à zero). De forma semelhante, não foi encontrado qualquer material que atendesse a todos os requisitos para adaptação nos ambientes desfavoráveis (b_0 . média geral, $b_1 < 1$, $b_1 + b_2 < 1$ e s^2d próxima ou igual à zero). Apesar disso, observa-se que o híbrido Pioneer 30 K 73 se aproxima bastante dessa situação (b_0 . média geral e $b_1 < 1$).

Também, os híbridos 2 B 710, 2 B 587, Pioneer 30 F 35 e DKB 360, por apresentarem rendimentos de grãos elevados nessas condições de ambientes devem ser sugeridos para essas condições. Para as condições favoráveis, os híbridos 2 B 587, 2 C 520 e DKB 455, por mostrarem boa adaptação ($b_0 > \text{média geral}$) e serem exigentes nas condições desfavoráveis ($b_1 > 1$), e os Pioneer 30 K 75, 2 B 688, Agromen 30 A 06 e Pioneer 30 K 73 por mostrarem também boa adaptação e serem responsivos à melhoria ambiental ($b_1 + b_2 > 1$), justificaram suas recomendações para os ambientes favoráveis. Os demais híbridos que expressaram melhor adaptação ($b_0 > \text{média geral}$) e estimativas de $b_1 = 1$ evidenciaram adaptabilidade ampla, consolidando-se em alternativas importantes para os diferentes sistemas de produção prevalentes nessa região, a exemplo dos Pioneer 30 K 75, DKB 360, 2 B 688, Agromen 30 A 06, dentre outros.

Ainda quanto ao ano 2006/2007, os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade referentes à rede composta por variedades e híbridos estão

na tabela 2, observando-se que as estimativas do coeficiente de regressão (b_1) que avalia as respostas das cultivares nos ambientes desfavoráveis, variaram de 0,68 a 1,19, respectivamente, em relação à variedade Assum Preto e ao híbrido BRS 3003, sendo ambos estatisticamente diferentes da unidade. Considerando-se o grupo avaliado, sete apresentaram estimativas de b_1 significativamente diferentes da unidade, e nove apresentaram estimativas de b_1 não significativas ($b_1=1$), o que indica comportamento diferenciado dessas cultivares em ambientes desfavoráveis. O híbrido BRS 3003 e as variedades Sintético Precoce 1 e CPATC 4, mostraram ser muito exigentes nas condições desfavoráveis ($b_1>1$). As variedades Asa Branca, Cruzeta, Caatingueiro e Assum Preto, por outro lado, mostraram ser pouco exigentes nessas mesmas condições ($b_1<1$).

Apenas cinco cultivares avaliadas mostraram os desvios da regressão estatisticamente diferentes de zero, o que evidencia comportamento previsível nos ambientes considerados. Cruz et al. (1989) consideram ainda que aqueles materiais que apresentaram valores de $R^2>80\%$ não devem seus graus de previsibilidade comprometidos. Assim, as cultivares que mostraram valores de $R^2 >80\%$ apresentaram um bom ajuste às retas de regressão.

Considerando-se os resultados apresentados nessa rede de ensaios (Tabela 2) verifica-se que a cultivar ideal preconizada pelo modelo bis-segmentado não foi encontrada no conjunto avaliado. A variedade Sintético Precoce 1 atendeu a todos os requisitos necessários para adaptação nos ambientes favoráveis ($b_0>$ média geral, b_1 e $b_1+b_2>1$ e s^2d não significativo). O híbrido BRS 3003 e a variedade CPATC 4 por mostrarem média alta ($b_0>$ média geral) e serem exigentes nas condições desfavoráveis ($b_1>1$), podem ser também sugeridas para essas condições de ambiente. De grande interesse para a região são os materiais que evidenciaram adaptabilidade ampla ($b_1=1$ e $b_0>$ média geral), consubstanciando-se em alternativas importantes para a agricultura regional, a exemplo dos híbridos SHS 4050 e BRS 2110 e das variedades CPATC 4, CPATC 3 e CPATC 7.

No tocante à Rede de ensaios formada por variedades e híbridos realizada no decorrer do ano agrícola de 2007/2008, os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade estão na Tabela 3, verificando-se uma variação nos rendimentos médios de grãos (b_0) de 5.290kg ha⁻¹ a 7.861kg ha⁻¹, com média geral de 6.580kg ha⁻¹. As cultivares com rendimentos médios de

grãos superiores a média geral mostraram melhor adaptação (VENCOVSKY & BARRIGA, 1992), destacando-se entre elas o híbrido BE 9203.

Verificando-se o comportamento dos materiais de melhor adaptação (b_0), observa-se que as estimativas de b_1 , que avaliam seus desempenhos nas condições desfavoráveis, revelaram que os híbridos SHS 5050, SHS 7080 e SHS 4070 mostraram ser muito exigentes nessas condições ($b_1 > 1$) e que os híbridos BRS 1030, BRS 1031 e GNZ 2005, por outro lado, mostraram ser pouco exigentes nessas mesmas condições de ambiente ($b_1 < 1$). As estimativas de $b_1 + b_2$, que avaliam as respostas das cultivares nos ambientes favoráveis, evidenciaram nesse grupo de materiais de melhor adaptação, que apenas os híbridos SHS 5090 e SHS 4070 e a variedade São Francisco responderam à melhoria ambiental ($b_1 + b_2 > 1$). No tocante à estabilidade de produção, apenas seis materiais do conjunto avaliado apresentaram os desvios da regressão estatisticamente deferentes de zero, o que indica comportamento imprevisível desses materiais nos ambientes considerados. No entanto, as estimativas de R^2 obtidas em alguns desses materiais foram superiores a 80%, revelando, segundo Cruz et al. (1989) boa estabilidade dos respectivos nos ambientes estudados.

Considerando os resultados apresentados (Tabela 3) infere-se que os híbridos SHS 5050, SHS 7080 e SHS 4070, por mostrarem boa adaptação ($b_0 >$ média geral) e serem exigentes nas condições desfavoráveis ($b_1 > 1$) devem ser recomendados para as condições favoráveis. Também, os híbridos SHS 5090 e SHS 4070 e a variedade São Francisco, de boa adaptação ($b_0 >$ média geral) e por serem responsivas à melhoria ambiental ($b_1 + b_2 > 1$) podem também ser recomendadas para os ambientes favoráveis. Por outro lado, os híbridos BRS 1030, BRS 1031 e GNZ 2005, de boa adaptação ($b_0 >$ média geral) e de pouca exigência nas condições desfavoráveis ($b_1 < 1$), têm recomendações para os ambientes desfavoráveis. Também o híbrido BE 9203 por apresentar média alta nos ambientes desfavoráveis, pode ser sugerido para essa classe de ambiente. De grande interesse para a agricultura regional foram os materiais que evidenciaram adaptabilidade ampla ($b_0 >$ média geral e $b_1 = 1$), tais como, os híbridos BE 9203, BM 3061, SHS 5080, SHS 5090, BE 9510, SHS 4080, dentre outros.

No que concerne à Rede de Ensaios formada por híbridos, também realizada no ano agrícola de 2007/2008, tem os parâmetros de adaptabi-

lidade e estabilidade colocados na Tabela 4, verificando-se que os rendimentos médios de grãos (b_0) oscilaram de 6.912 kg ha⁻¹ a 9.351 kg ha⁻¹, destacando-se com melhor adaptação os híbridos com rendimentos médios de grãos acima da média geral ($b_0 >$ média geral), destacando-se, entre eles, o híbrido AG 7088.

Considerando os dezenove híbridos que evidenciaram melhor adaptação ($b_0 >$ média geral), três apresentaram estimativas de b_1 significativamente diferentes da unidade e dezesseis mostraram estimativas de b_1 não significativas ($b_1 = 1$), o que evidencia comportamento diferenciado desses híbridos em ambientes desfavoráveis (Tabela 1). Os híbridos P 30 F 35, DKB 390, DAS 8480, P 30 P 70 e P 3041 responderam à melhoria ambiental ($b_1 + b_2 > 1$). Grande parte dos híbridos avaliados mostrou os desvios da regressão estatisticamente diferentes de zero, evidenciando baixa estabilidade nos ambientes considerados. Entretanto, estimativas de R^2 iguais ou superiores a 80%, não comprometem os graus de previsibilidade de quaisquer materiais.

Observando-se os resultados apresentados (Tabela 4) infere-se que os híbridos P 30 F 35 e ASR 152, por serem exigentes nas condições desfavoráveis ($b_1 > 1$) e mostrarem boa adaptação ($b_0 >$ média geral) devem ser recomendados para os ambientes favoráveis. Também, os híbridos DKB 390, DAS 8480, P 30 P 70 e P 3041, por responderem à melhoria ambiental ($b_1 + b_2 > 1$) e mostrarem boa adaptação, devem também ser recomendados para essas condições de ambiente. O híbrido 2 C 520 por ser pouco exigente nas condições desfavoráveis ($b_1 < 1$) e apresentar boa adaptação, justifica sua recomendação para os ambientes desfavoráveis. Ressalta-se que os híbridos AG 7088, 2 B 710, P 30 F 35 e DKB 390, DKB 177, 2 B 688 e DAS 8480, por mostrarem altos rendimentos nos ambientes desfavoráveis, devem ser também sugeridos para essas condições de ambiente. Os híbridos que expressaram adaptabilidade ampla ($b_0 >$ média e $b_1 = 1$) têm importância expressiva para a agricultura regional.

Tabela 1. Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de 36 híbridos de milho em 13 ambientes da Região Nordeste do Brasil, no ano agrícola de 2007.

HÍBRIDOS	Médias de grãos (kg/ha)			b ₁	b ₂	b+b ₂	s ² _{ei}	R ² (%)
	Geral	Desfavorável	Favorável					
2B 710	8010a	6767	9075	1,13ns	-0,38*	0,75ns	559597ns	93
2 B 587	7966a	6482	9238	1,24**	0,28ns	0,52**	613026ns	95
2 C 520	7783b	6190	9149	1,38**	-0,72**	0,67*	904078*	93
P 30 F 35	7774b	6500	8867	1,09ns	0,25ns	1,34*	1274851**	88
DKB 360	7614b	6347	8700	1,16ns	-0,37ns	0,79ns	999175*	89
2 B 688	7556b	6284	8643	1,12ns	0,28ns	1,40*	554054ns	95
Agromen 30 A 06	7471c	6136	8658	1,11ns	0,49**	1,61**	602744ns	95
AG 700	7309c	6175	8282	0,96ns	-0,13ns	0,83ns	612254ns	91
DKB 191	7240c	6026	8281	1,01ns	0,04ns	1,05ns	1699353**	81
P 30 K 73	7197c	6013	7278	0,64**	1,20**	1,84**	11849725**	39
AG 8060	7175c	5951	8223	1,11ns	-0,19ns	0,92ns	1435734**	85
Agromen 20 A 20	7142c	5860	8243	1,03ns	0,27ns	1,30ns	961555*	90
DKB 499	7107c	5986	8068	0,94ns	0,01ns	0,95ns	361188ns	95
30 S 40	7012d	5803	8049	0,99ns	-0,25ns	0,74ns	1134662**	85
DKB 455	6969d	5961	8261	1,29*	-0,37ns	0,92ns	987551*	91
DKB 789	6927c	5881	7824	0,85ns	0,11ns	0,95ns	662865ns	89
SHS 5080	6924d	5721	7965	0,98ns	0,21ns	1,19ns	1198500**	86
AG 5020	6857d	5508	8013	1,13ns	-0,03ns	1,10ns	532489ns	94
DKB 979	6838d	5509	7979	1,10ns	0,02ns	1,11ns	216670ns	98
AG 30 A 75	6805d	5951	7538	0,76**	-0,37*	0,39**	1818388**	66
AG 88	6800d	5886	7584	0,85ns	-0,35ns	0,51**	3569670**	56
AG 2040	6785d	5920	7527	0,79*	0,16ns	0,95ns	446510ns	92
DKB 747	6765d	5552	7802	1,00ns	0,37ns	1,37*	501302ns	94
P 3 F 87	6745d	5560	7761	0,94ns	0,12ns	1,07ns	569014ns	92
DKB 350	6709d	5275	7939	1,11ns	-0,30ns	0,81ns	668000ns	92
AG 6020	6704d	5458	7772	1,04ns	-0,42*	0,61*	679443ns	91
AGN 3050	6702d	5466	7676	0,95ns	0,20ns	1,15ns	733319ns	91
DAS 8480	6697d	5564	7568	0,94ns	-0,37ns	0,57*	672337ns	89
2 C 599	6684d	5554	7653	0,89ns	-0,04ns	0,86ns	645446ns	90
SHS 5050	6600d	5217	7786	1,11ns	0,20ns	1,31ns	693645ns	93
SHS 5070	6958d	5419	7608	0,95ns	0,01ns	0,96ns	652784ns	91
AG 7010	6427e	5253	7434	0,96ns	0,09ns	1,05ns	861978*	89
Agromen 25 A 23	6370e	5049	7504	1,07ns	0,07ns	1,14ns	849593*	91
AG 2060	6175f	4860	7303	1,06ns	-0,54**	0,52**	995340*	87
SIIS 4070	5975f	5033	6782	0,75**	0,15ns	0,89ns	332290ns	93
Taurus	5967f	5214	6613	0,55**	0,30ns	0,85ns	1680432**	63

*e** significativamente diferente da unidade, para b₁ e b₁+b₂, e de zero, para b₂. Significativamente diferentes de zero, pelo teste F, para s²_{ei}. As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-New, a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de 38 cultivares de milho em 14 ambientes da região Nordeste do Brasil, no biênio de 2006/2007.

CULTIVARES	Médias de grãos (kg/ha)			b ₁	b ₂	b ₁ -b ₂	s ² _d	R ² (%)
	Geral	Desfavorável	Favorável					
Agromen 31 A 31	7165a	5873	8888	1,23 ^{ab}	-0,38 ^{ab}	0,85 ^{ns}	3762929 ^{ab}	75
BN 0313	7086a	5818	8535	1,18 ^{ab}	-0,46 ^{ab}	0,72 ^b	1892652 ^{ab}	84
BN 0913	7027a	5866	8575	1,18 ^{ab}	0,45 ^{ab}	0,73 ^b	734673 ^{ab}	93
Aromen 3.5 A 42	6971a	5736	8618	1,17 ^a	-0,62 ^{ab}	0,55 ^{ab}	2607669 ^{ab}	78
BRS 1035	6903b	5913	8223	1,02 ^{ns}	-1,00 ^{ab}	0,02 ^c	1440733 ^{ab}	82
BN 0305	6847b	5618	8487	1,20 ^{ab}	-0,39 ^{ab}	0,81 ^{ns}	1065212 ^{ab}	91
BRS 3003	6836b	5769	8258	1,10 ^{ns}	-0,51 ^{ab}	0,59 ^{ab}	379206 ^{ns}	96
BN 0209	6790b	5800	8110	1,09 ^{ns}	0,46 ^{ab}	0,64 ^{ab}	1409902 ^{ab}	85
BM 1120	6738b	5675	8156	1,11 ^{ns}	-0,58 ^{ab}	0,53 ^{ab}	1455050 ^{ab}	85
Agromen 2012	6695b	5490	8301	1,14 ^a	-0,29 ^a	0,84 ^{ns}	716623 ^a	93
Agromen 3150	6631b	5645	7946	0,99 ^{ns}	-0,50 ^{ab}	0,48 ^{ab}	790967 ^{ab}	89
Agromen 34 A 11	6288c	5169	7782	1,05 ^{ns}	-0,59 ^{ab}	0,49 ^{ab}	718387 ^a	92
SHS 4050	6274c	5429	7401	0,84 ^a	-0,23 ^{ns}	0,61 ^{ab}	1043805 ^{ab}	83
Simtético Precoc 1	6019d	4939	7458	1,05 ^{ns}	-0,43 ^{ab}	0,62 ^{ab}	560934 ^{ns}	93
BRS 2110	5897c	5229	6788	0,72 ^{ab}	-0,24 ^{ns}	0,48 ^{ab}	730562 ^{ab}	84
CEPAF 2	5817c	5035	6859	0,75 ^{ab}	-0,27 ^a	0,49 ^{ab}	531005 ^{ns}	88
SHS 3035	5714f	4860	6854	0,82 ^{ab}	-0,16 ^{ns}	0,66 ^{ab}	1016598 ^{ab}	84
SHS 1080	5639f	4860	6679	0,73 ^{ab}	-0,70 ^{ab}	0,01 ^c	1558790 ^{ab}	68
UFV 8	5609f	4756	6747	0,83 ^a	-0,18 ^{ns}	0,65 ^{ab}	550555 ^{ns}	91
CPATC 3	5609f	4836	6640	0,79 ^{ab}	-0,19 ^{ns}	0,60 ^{ab}	647905 ^a	88
CPATC 7	5579f	4615	6864	0,94 ^{ns}	-0,47 ^{ab}	0,47 ^{ab}	434333 ^{ns}	93
Sertanejo	5417g	4463	17985	5,06 ^{ab}	13,82 ^{ab}	18,88 ^{ab}	212862615 ^{ab}	83
Fortuna	5369g	4741	8207	0,65 ^{ab}	0,21 ^{ns}	0,44 ^{ab}	924076 ^{ab}	77
São Francisco	5357g	4484	6521	0,84 ^a	-0,24 ^{ns}	0,59 ^{ab}	395097 ^{ns}	93
CPATC 5	5323g	4291	6699	0,96 ^{ns}	-0,27 ^a	0,68 ^{ab}	765288 ^{ab}	90
Potiguar	5290g	4404	6471	0,94 ^{ns}	-0,21 ^{ns}	0,73 ^a	1342779 ^{ns}	83
CPATC 4	5278g	4254	6644	1,02 ^{ns}	-0,46 ^{ab}	0,55 ^{ab}	337639 ^{ab}	95
BR 106	5264g	4476	6313	0,78 ^{ab}	-0,21 ^{ns}	0,57 ^{ab}	1214584 ^{ab}	79
Asa Branca	5216g	4363	6352	0,83 ^a	-0,46 ^{ab}	0,37 ^{ab}	509533 ^{ns}	90
CPATC 6	5170g	4332	6287	0,83 ^a	-0,41 ^{ab}	0,42 ^{ab}	477017 ^{ns}	91
CPATC 13	5093h	4444	6958	0,63 ^{ab}	-0,09 ^{ns}	0,54 ^{ab}	746603 ^{ab}	81
Cruzeta	5027h	4588	5613	0,49 ^{ab}	-0,21 ^{ns}	0,28 ^{ab}	864140 ^{ab}	66
CPATC 8	4956h	4148	6032	0,77 ^{ab}	-0,31 ^a	0,17 ^{ab}	261042 ^{ns}	94
Caatinguiciro	4914h	4241	6811	0,66 ^{ab}	-0,27 ^a	0,39 ^{ab}	690845 ^a	81
BR 473	4787i	4106	5695	0,66 ^{ab}	-0,27 ^a	0,39 ^{ab}	745643 ^{ab}	80
CPATC 10	4691i	3977	5643	0,68 ^{ab}	-0,49 ^{ab}	0,19 ^{ab}	214455 ^{ns}	93
BRS 4150	4393j	3753	5245	0,62 ^{ab}	-0,27 ^a	0,35 ^{ab}	854452 ^{ab}	76
Assum Preto	4173j	3624	4904	0,56 ^{ab}	-0,30 ^a	0,26 ^{ab}	417063 ^{ns}	83

*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.

Tabela 3. Estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade, de 42 cultivares de milho em 15 ambientes do Nordeste brasileiro, no ano agrícola de 2008.

Cultivares	Médias de grãos (kg/ha)			b ₁	b ₂	b ₁ +b ₂	s ² _d	R ² (%)
	Geral	Desfavorável	Favorável					
BE 9203	7861 a	7148	8812	0,88ns	0,53ns	1,41ns	1796685*	69
SHS 5050	7430 b	6280	8963	1,28*	-0,68*	0,60ns	235677ns	96
BRS 1030	7307 b	6726	8082	0,57**	0,26ns	0,83ns	1062897ns	60
BM 3061	7300 b	6084	8922	1,24ns	-0,05ns	1,19ns	613266ns	91
SHS 5080	7279 b	6191	8732	1,12ns	-0,16ns	0,96ns	570892ns	90
SHS 5090	7237 b	6373	8389	1,09ns	0,66*	1,75*	1346594*	82
SHS 7080	7200 b	6015	8781	1,28*	0,28ns	1,56ns	1028141ns	88
BE 9510	7181 b	6220	8464	0,95ns	-0,79*	0,16**	1305316ns	70
SHS 4080	7169 b	6231	8421	1,10ns	-0,78*	0,32*	1188299ns	78
SHS 4070	7100 b	5897	8705	1,33*	0,37ns	1,70*	1484939*	84
BRS 1031	7034 c	6416	7858	0,61**	0,72*	1,33ns	317528ns	89
SHS 4050	7015 c	5884	8523	1,23ns	-0,04ns	1,18ns	295465ns	95
SHS 4060	6969 c	6288	7878	0,85ns	-0,41ns	0,44ns	1155031ns	69
BM 3150	6934 c	6165	7959	0,92ns	0,31ns	1,23ns	1358432*	74
BRS 1035	6909 c	5922	8226	1,03ns	-0,10ns	0,92ns	254713ns	94
GNZ 2005	6906 c	6254	7777	0,68*	0,68*	1,35ns	248496ns	92
SHS 5070	6896 c	5756	8416	1,24ns	0,27ns	1,51ns	1184619ns	85
BM 1120	6888 c	5857	8262	1,14ns	-0,24ns	0,91ns	1244064ns	80
GNZ 2004	6859 c	5927	8102	0,94ns	0,26ns	1,21ns	942250ns	81
São	6858 c	5737	8353	1,27ns	0,52ns	1,79*	1889046*	80
BM 620	6847 c	6177	7740	0,79ns	0,35ns	1,14ns	1290794ns	70
GNZ 2728	6758 c	5726	8135	1,12ns	-0,86*	0,25*	365012ns	92
BRS Caiembé	6690 c	5743	7953	1,00ns	0,11ns	1,11ns	801650ns	84
SHS 7070	6658 c	5744	7877	1,04ns	-0,66*	0,38*	903473ns	81
Asa Branca	6651 c	5582	8077	1,14ns	0,96**	2,11**	2744008*	73
Alvorada	6569 c	5575	8066	1,11ns	0,43ns	1,54ns	560620ns	91
BRS 2020	6569 c	5533	7782	1,07ns	0,05ns	1,12ns	776252ns	86
BM 1115	6512 c	5607	7721	1,09ns	-0,21ns	0,88ns	652668ns	87
SHS 3031	6296 d	5501	7357	0,95ns	0,19ns	1,14ns	573820ns	87
AL 3040	6189 d	5269	7418	0,93ns	0,09ns	1,02ns	911320ns	80
Piratiníngã	6177 d	5125	7580	1,12ns	-0,26ns	0,86ns	811437ns	86
BRS 4103	6134 d	5417	7091	0,82ns	0,44ns	1,25ns	96273ns	97
CPATC 3	6074 d	4965	7555	1,20ns	-0,38ns	0,81ns	769149ns	87
SHS 3035	5928 d	4763	7481	1,16ns	-0,32ns	0,84ns	665669ns	88
CPATC 7	5737 e	4848	6922	0,98ns	-0,43ns	0,55ns	229960ns	94
CPATC 4	5686 e	4639	7083	1,04ns	0,14ns	1,18ns	477234ns	91
BR 106 A	5542 e	4681	6692	0,93ns	0,49ns	1,42ns	711283ns	86
Caatingueiro	5499 e	4966	6212	0,58**	-0,47ns	0,11**	200896ns	85
Sertanejo	5449 e	4855	6242	0,69*	-0,34ns	0,35*	378070ns	82
CPATC 5	5428 e	4619	6507	0,90ns	-0,16ns	0,74ns	252444ns	93
CPATC 6	5304 e	4500	6377	0,84ns	-0,10ns	0,75ns	391440ns	88
Gurutuba	5290 e	4658	6133	0,76ns	-0,69*	0,07**	539376ns	78

** e * Significativos, respectivamente, a 1% e 5% de probabilidade, pelo teste t de Student, respectivamente para b₁, b₂ e b₁+b₂. * e ** Significativos a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F para s²_d. As médias seguiu das pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE CULTIVARES DE MILHO NA REGIÃO NORDESTE DO BRASIL NO BIÊNIO 2006/2007 e 2007/2008

Tabela 4. Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de 42 híbridos de milho em 15 ambientes da Região Nordeste do Brasil, no ano agrícola de 2008.

HÍBRIDOS	Médias de grãos (kg/ha)			b ₁	b ₂	b ₁ b ₂	s ² _d	R ² (%)
	Genral	Desfavorável	Favorável					
AG 7088	9351 a	8118	10760	1.71ns	-0.23ns	0.98ns	1189095*	83
P 30 F 35	8940 b	7376	10728	1.57**	0.27ns	1.84**	2159592**	84
2 B 710	8870 b	8177	9667	0.87ns	0.09ns	0.96ns	1598134**	68
2 C 520	8775 b	8242	9384	0.63**	0.00ns	0.63ns	1761538**	49
DKB 390	8763 b	7479	10737	1.15ns	0.51ns	1.66*	1788449*	84
DKB 177	8756 b	7898	9738	0.91ns	-0.27ns	0.64ns	629411ns	84
2 B 688	8730 b	7596	10027	1.17ns	0.08ns	1.25ns	1463941**	81
DAS 8480	8506 b	7694	9433	0.95ns	0.69*	1.64*	2680557**	66
ASR 152	8361 c	6926	10001	1.42**	-0.09ns	1.33ns	12731013*	87
AG 8088	8352 c	6989	9911	1.21ns	0.10ns	1.31ns	1188184*	85
P 30 P 70	8343 c	7406	9414	1.09ns	0.78**	1.87*	2158056**	76
AG 7000	8098 c	7020	9331	1.04ns	0.37ns	1.40ns	1202815*	81
2 B 587	8040 c	7039	9184	0.84ns	-0.35ns	0.48ns	890710ns	75
AGN 30 A 06	8035 c	6928	9302	1.08ns	-0.63*	0.44*	1802444**	70
AG 8060	8024 c	7043	9146	0.99ns	0.28ns	1.27ns	1395048**	77
P 3041	8015 c	6908	9280	1.17ns	0.67*	1.83*	711962ns	91
DKB 455	7979 c	6956	9148	0.94ns	-0.14ns	0.80ns	798541ns	82
AGN 31 A 31	7979 c	6985	9115	0.94ns	-0.18ns	0.76ns	1337246*	73
P 30 K 73	7860 d	6590	9313	1.19ns	-0.14ns	1.05ns	706538ns	89
AG 5020	7851 d	6844	9007	0.99ns	-0.52ns	0.47ns	615471ns	86
P 30 F 87	7783 d	6569	9172	1.16ns	0.26ns	1.42ns	845082ns	88
P 30 F 44	7701 d	6534	9034	1.07ns	-0.87**	0.20**	1062264ns	80
AS 1635	7675 d	6849	8620	0.90ns	-0.03ns	0.88ns	1149601*	75
AGN 20 A 06	7643 d	6646	8782	0.93ns	-0.27ns	0.66ns	784850ns	81
P 30 F 98	7596 d	6168	9229	1.31*	-0.14ns	1.17ns	971042ns	88
DKB 350	7592 d	6719	8591	0.89ns	-0.36ns	0.52ns	613658ns	83
AGN 2012	7557 d	6807	8415	0.75*	-0.25ns	0.49ns	784392ns	73
DKB 499	7534 d	6802	8370	0.83ns	-0.08ns	0.75ns	1422622**	67
P 30 S 40	7509 d	6533	8625	1.05ns	1.29ns	2.34**	1348163*	86
P 30 F 80	7498 d	6481	8667	0.94ns	0.26ns	1.20ns	1040938ns	80
DKB 330	7483 d	6143	9013	1.19ns	-0.42ns	0.78ns	2004194**	73
AS 1567	7467 d	6282	8822	1.06ns	-0.15ns	0.91ns	847944ns	85
AGN 4210	7348 e	6550	8260	0.78ns	0.13ns	0.91ns	656622ns	81
AGN 3150	7346 e	6283	8562	1.05ns	0.03ns	1.07ns	462913ns	91
AGN 35 A 42	7210 e	6227	8334	0.88ns	-0.19ns	0.69ns	1088927ns	74
2 C 599	7155 e	6013	8461	0.94ns	-0.22ns	0.73ns	1294997*	73
AGN 25 A 23	7134 e	6339	8043	0.82ns	0.33ns	1.15ns	1242152*	73
AG 9010	7112 e	6270	8045	0.83ns	-0.39ns	0.44ns	900334ns	74
AS 3466	7055 e	6147	8094	0.90ns	-0.20ns	0.70ns	357835ns	90
AG 2060	7024 e	6100	8080	0.89ns	0.42ns	1.31ns	914226ns	82
AG 6040	7004 e	6207	7914	0.78ns	-0.48ns	0.30ns	517185ns	81
AG 6020	6912 e	6177	7753	0.70*	0.08ns	0.78ns	1448853**	60

*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.

CONCLUSÕES

1. As cultivares avaliadas mostram comportamento diferenciado em ambientes desfavoráveis.

2. Os híbridos simples 2 B 710, Pioneer 30 F 35, DKB 360, 2 B 688, SHS 4050, BRS 2110, 2 B 710, AG 7088, DKB 390, DKB 177, 2 B 688, BE 9203, BM 3061, evidenciam adaptabilidade ampla ($b_0 > \text{média geral e } b_1 \text{ semelhante à unidade}$), constituindo-se em excelentes opções de cultivo para as diferentes áreas produtoras de milho do Nordeste brasileiro.

3. A cultivar ideal padronizada pelo modelo utilizado não foi encontrada nos conjuntos avaliados.

4. Os híbridos 2 B 587, 2 C 520, Agromen 31 A 31, BN 0313, BN 0913, Agromen 35 A 42, com estimativas de $b_1 > 1$ e de $b_0 > \text{média geral}$, P 30 F 35, ASR 152, DKB 390, DAS 8460, P 30 P 70 e P 3041 destacam-se para os ambientes favoráveis.

REFERÊNCIAS

CARDOSO, M. J.; CARVALHO, H. W. L. de; ROCHA, L. M. P.; PACHECO, C. A. P.; GUIMARÃES, P. E. de O.; PARENTONY, S. N.; OLIVEIRA, I. R. Identificação de cultivares de milho com base na análise de estabilidade fenotípica no Meio Norte brasileiro. **Revista Ciência Rural**, Fortaleza, v. 43, n. 2, p. 346-353, 2012.

CARVALHO, H. W. L. de.; CARDOSO, M. J.; GUIMARÃES, P. E. °; PACHECO, C. A. P.; LIRA, M. A. L.; TABOS, J. N.; RIBEIRO, S. S.; OLIVEIRA, V. D de. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Nordeste brasileiro no ano agrícola de 2006. **Agrotópica**, Ilhéus, v. 21, n. 1, p. 25-32, 2009.

CARVALHO, H. W. L. de.; CARDOSO, M. J.; OLIVEIRA, I. R.; PACHECO, C. A. P.; LIRA, M. A. L.; TABOS, J. N.; RIBEIRO, S. S. Adaptabilidade e estabilidade de milho no Nordeste brasileiro. **Revista Científica Rural**, URCAMP, Bagé, v. 13, n. 1, p. 15-29, 2011.

CROSSA, J. Statistical analysis of multiocation trials. **Advances in Agronomy**, v. 44, p. 55-85, 1990.

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

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.

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

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 8ª Ed. São Paulo. Nobel, 1990. 450p.

OLIVEIRA, V. D.; CARVALHO, H. W. L. de.; CARDOSO, M. J. et al. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho na zona agreste do Nordeste brasileiro na safra de 2006. **Agrotrópica**, 19:63-68. 2007.

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

ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE GENÓTIPOS DE SOJA NA ZONA AGRESTE DOS ESTADOS DA BAHIA E SERGIPE

Hélio Wilson Lemos de Carvalho¹, Cíntia Souza Rodrigues², Camila Rodrigues Castro², Marcella Carvalho Meneses², Márcia Leite dos Santos¹.

Pesquisador, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Caixa Postal 44, CEP 49025-040 Aracaju, SE, helio@cpac.embrapa.br. ²Estagiárias, Embrapa Tabuleiros Costeiros/ UFS, Av. Beira Mar, 3250, Jardins, C.P. 44, Aracaju, SE, CEP: 49025-040.

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi averiguar a adaptabilidade e a estabilidade de genótipos de soja, quando submetidos a diferentes condições ambientais da Região Agreste do Nordeste brasileiro, para fins de recomendação. Os genótipos foram distribuídos em duas redes experimentais e os ensaios foram realizados no período de 2006 a 2008, utilizando-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com duas repetições, em uma rede com vinte e quatro genótipos e, três repetições, na rede que contemplou a avaliação de catorze genótipos. As estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade foram feitas através do método bissegmentado. Detectaram-se, nas análises de variância conjuntas, significância da interação genótipos x ambientes, indicando desempenho inconsistente dos genótipos perante as condições ambientais. Os genótipos avaliados nas duas redes mostraram comportamento diferenciado nas condições desfavoráveis. Os genótipos que expressaram adaptabilidade ampla ($b_0 > \text{média geral}$ e $b_1 = 1$) consubstanciam-se em excelentes alternativas para exploração em áreas do agreste dos estados da Bahia e Sergipe.

Palavras-chave: Glycine max, interação genótipos x ambientes, Nordeste brasileiro

ADAPTABILITY AND STABILITY OF SOYBEAN GENOTYPES IN THE AGRESTE ZONE OF BAHIA AND SERGIPE STATES

ABSTRACT: The present work aimed to establish the adaptability and stability of soybean genotypes submitted to different environmental conditions of Brazilian Northeast Agreste Region, in view their recommendation. Genotypes were distributed into two experimental networks and trials were carried out during the period of 2006 to 2008 in a randomized block design with two replications and twenty-four genotypes at one network, and three replications in the other network with fourteen genotypes. The estimative of the adaptability and stability parameters were calculated. (1989) bi-segmented method. Significant interaction between genotypes and environments were detected by the grouped variance analysis, indicating an inconsistent behavior of genotypes face the environmental conditions. Evaluated genotypes in the two networks showed differentiated behavior at unfavorable conditions. Genotypes that expressed broad adaptability ($b_0 > \text{general mean}$ and $b_1 = 1$) prove to be excellent alternatives of use in the agreste areas of Bahia and

Sergipe States.

Keywords: Glycine Max, genotype x environment interactions, Brazilian Northeast.

INTRODUÇÃO

Apesar de ser pouco cultivada na Zona Agreste do Nordeste brasileiro, a qual apresenta grande diversidade ambiental (SILVA et al., 1993), a soja desponta como uma alternativa importante para a agricultura regional. Essa região, dada as suas características de solo e clima, propícias à produção de grãos em sequeiro, é a mais importante área produtora de alimentos do Nordeste brasileiro, destinados aos grandes centros consumidores da Região Nordeste do Brasil. Tem-se registrado, nos últimos anos agrícolas, nessas áreas, produtividades de grãos de milho atingindo patamares de até 10,0 ton ha⁻¹ (CARVALHO et al., 2008 a e 2009), com destaque para o agreste dos estados da Bahia, Sergipe e Alagoas. Fato semelhante vem acontecendo com a cultura do feijoeiro comum, onde tem-se registrado produtividades em torno de 3,0 ton ha⁻¹ (CARVALHO et al., 2008b).

É sabido que com o desenvolvimento de variedades de soja adaptadas a baixas latitudes, plantios da cultura vêm migrando dos tradicionais centros de produção desse produto (Sul e Sudeste) para o Centro-Oeste, Norte e Nordeste, criando novas fronteiras para o desenvolvimento da soja. Entre as várias tecnologias desenvolvidas para a produção da soja, a escolha adequada de cultivares constitui um dos principais componentes do sistema de produção da cultura.

A seleção e a recomendação de cultivares de melhor adaptação são objetivos básicos dos programas de melhoramento genético de qualquer espécie cultivada. Diante da existência da interação cultivares x ambientes, são necessárias avaliações contínuas, em rede de ensaios, a fim de determinar o comportamento agrônômico dos genótipos e sua adaptação às diferentes condições locais (PORTO et al., 2007). Essa interação pode ser reduzida, utilizando-se cultivares específicas para cada ambiente, ou utilizando-se cultivares com ampla adaptabilidade e boa estabilidade, ou estratificando-se a região considerada em sub-regiões com características ambientais semelhantes, dentro das quais a interação passa a ser não-significativa (ALLARD & BRADSHAW, 1964; SOUZA, 1985; RAMALHO et al., 1993).

No processo de recomendação é fundamental o conhecimento da adaptabilidade e da estabilidade de produção dos genótipos, a fim de amenizar os efeitos da interação cultivares x ambientes e facilitar a recomendação das cultivares com mais propriedade. Esse estudo favorece a identificação de materiais de comportamento previsível e que sejam responsivos às variações ambientais, em condições específicas (ambientes favoráveis ou desfavoráveis) ou amplas (CRUZ e REGAZZI, 2001). A indicação generalizada, sem considerar a existência de ambientes favoráveis e desfavoráveis, pode beneficiar ou prejudicar as cultivares com adaptações específicas a esses tipos de ambiente (CARNEIRO, 1998).

O objetivo deste trabalho foi conhecer a adaptabilidade e a estabilidade de cultivares em diferentes ambientes da Zona Agreste do Nordeste brasileiro, para fins de recomendação.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dados de produtividade de grãos de cultivares de soja, distribuídas em duas redes experimentais. Uma dessas redes contemplou a avaliação de vinte e quatro genótipos e os ensaios foram realizados nos municípios de Nossa Senhora das Dores (2007), Frei Paulo (2007 e 2008), Simão Dias (2007 e 2008) e Paripiranga (2008). A outra rede, formada por catorze genótipos, teve os ensaios instalados nos municípios de Nossa Senhora das Dores (2006 e 2007), Frei Paulo (2006, 2007 e 2008), Simão Dias (2006, 2007 e 2008) e Paripiranga/BA (2008). Esses municípios estão localizados na Zona Agreste do Estado de Sergipe, à exceção de Paripiranga, que se situa no agreste do estado da Bahia.

Utilizaram-se, em ambas as redes, o delineamento experimental de blocos ao acaso, com duas repetições, na rede que contemplou a avaliação de vinte e quatro materiais, e três repetições, na rede constituída por catorze materiais. As parcelas experimentais foram formadas por quatro linhas de 5m de comprimento, espaçadas de 0,5m, com densidade de plantas entre 16 a 18 plantas por metro linear. Colheram-se as duas fileiras centrais de forma integral. As sementeiras de todos os ensaios ocorreram na segunda quinzena do mês de maio e, os experimentos foram manejados de modo a manter as plantas sob condições normais de desenvolvimento.

Foram realizadas análises de variância individuais para cada ambiente. Depois de constatada a homogeneidade de variância (GOMES, 1990), realizou-se a análise de variância conjunta, considerando aleatório o efeito de ambiente e, fixo o efeito de cultivares, sendo processada conforme VENCOVSKY e BARRIGA (1992).

Para a estimativa dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade utilizou-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:

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

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

No que se refere à rede de ensaios formada por vinte e quatro genótipos, à exceção do ambiente Nossa Senhora das Dores/2007, onde se constatou similaridade entre os genótipos avaliados, nos demais ambientes, verificou-se diferenças significativas ($p < 0,01$ e $P < 0,5$) entre esses materiais, o que mostra variações genéticas entre eles, quanto ao peso de grãos (Tabela 1). As médias de produtividades encontradas na média de cada ambiente oscilaram de 2.327kg ha⁻¹, em Nossa Senhora das Dores/2007, a 3.335kg ha⁻¹, Simão Dias/2008, destacando-se como mais favoráveis ao cultivo da soja, os municípios de Simão Dias e Frei Paulo, com rendimentos superiores a 3.000kg ha⁻¹. Os coeficientes de variação encontrados variaram de 7% a 11%, conferindo boa precisão aos ensaios (LÚCIO et al., 1999).

Constatada a homogeneidade das variâncias residuais, realizou-

se a análise conjunta dos ensaios. Pelo teste F foi possível verificar efeito significativo de ambientes, cultivares e interação cultivares x ambientes, indicando diferenças entre os ambientes e as variedades e mostrando que as variedades apresentaram respostas diferenciadas para o caráter produtividade de grãos na média dos ambientes.

Os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade constam na Tabela 2, verificando-se que as produtividades médias de grãos (b_0) variaram de 2.447kg ha⁻¹ a 3.373kg ha⁻¹, com média geral de 2.982 kg ha⁻¹, destacando-se com melhor adaptação àquelas variedades com rendimentos médios de grãos acima da média geral (VENCOVSKY e BARRIGA, 1992). Considerando os 14 genótipos que expressaram melhor adaptação ($b_0 >$ média geral), 2 mostraram estimativas de b_1 diferentes da unidade e 12 apresentaram estimativas de b_1 semelhantes à unidade, o que evidencia comportamento diferenciado desses materiais em ambientes desfavoráveis. A variedade BRS Graciosa mostrou ser muito exigente nas condições desfavorável ($b_1 > 1$). Por outro lado, a variedade BRS Sambaíba mostrou ser pouco exigente nessas condições de ambiente ($b_1 < 1$). Quanto a estabilidade, o conjunto avaliado, à exceção das variedades BRS Carnaúba e BRS Sambaíba, mostrou alta estabilidade nos ambientes considerados.

Considerando-se os resultados apresentados na Tabela 2 infere-se que as variedades que expressaram adaptabilidade ampla ($b_0 >$ média geral e $b_1 = 1$) mostram-se altamente promissoras para exploração comercial em áreas do agreste dos estados da Bahia e Sergipe, a exemplo das M-Soy 9350 RR, M-Soy 8925 RR, BRSMG 8506 GRR, BRS Juliana RR, BRS 271 RR, BRS Barreiras.

No tocante à rede constituída por catorze materiais, as análises de variância individuais em relação ao peso de grãos revelaram que os efeitos de cultivares foram significativos ($p < 0,1$ e $p < 0,5$) em seis ambientes, o que evidencia comportamento diferenciado entre os materiais, dentro dessas seis áreas experimentais (Tabela 3). Os coeficientes de variação obtidos oscilaram de 9% a 14%, conferindo boa precisão aos experimentos, os quais, segundo Lúcio et al. (1999), devem ser considerados como habituais para ensaios agrícolas. A produtividade média de grãos variou de 2.283kg ha⁻¹, no ambiente Nossa Senhora das Dores, no ano de 2007, a 3.525kg ha⁻¹, em Simão Dias, no ano agrícola de 2008 (tabela 1), sobressaindo como mais favorá-

veis ao cultivo da soja, os municípios de Simão Dias e Frei Paulo.

Foi possível verificar efeito significativo de cultivares, ambientes e interação cultivares x ambientes, na análise de variância conjunta, quanto ao peso de grãos. A significância da interação cultivares x ambientes indica que as cultivares avaliadas apresentaram respostas diferenciadas, quando submetidas a ambientes distintos.

Os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade estão na Tabela 4, verificando-se que os rendimentos médios de grãos (b_0) das variedades oscilaram de 2.765kg ha⁻¹ a 3.163kg ha⁻¹, com média geral de 2.920kg ha⁻¹. As estimativas do coeficiente de regressão (b_1) variaram de 0,64 a 1,45, respectivamente, em relação às variedades Serena e BRS Barreiras, sendo ambas estatisticamente diferentes da unidade. Considerando as sete variedades que expressaram melhor adaptação ($b_0 >$ média geral), duas mostraram estimativas de b_1 diferentes da unidade, e cinco mostraram estimativas de b_1 não significativas ($b_1 = 1$), o que evidencia comportamento diferenciado dessas variedades em ambientes desfavoráveis. As variedades Emgopa e BRS Barreiras mostraram ser muito exigentes nas condições desfavoráveis ($b_1 > 1$). A variedade BRS Sambaíba respondeu à melhoria ambiental ($b_1 + b_2 > 1$). No que se refere à estabilidade, o conjunto avaliado, à exceção das variedades Corisco e BRS Pirarara, mostraram baixa estabilidade nos ambientes considerados ($s^2d \neq 0$). Apesar disso, CRUZ et al., (1989) consideram que aqueles materiais que obtiveram valores de $R^2 > 80\%$ apresentaram um bom ajustamento às retas de regressão.

Considerando-se os resultados apresentados na Tabela 4, infere-se que as variedades EMGOPA e BRS Barreiras, por apresentar boa adaptação ($b_0 >$ média geral) e serem exigentes nas condições desfavoráveis ($b_1 > 1$), devem ser recomendadas para as condições favoráveis de ambiente. As variedades que expressaram adaptabilidade ampla ($b_0 >$ média geral e $b_1 = 1$) consubstanciam-se em alternativas importantes para a agricultura regional.

Tabela 1. Resumos das análises de variância, por local, referentes à produtividade de grãos de ensaios de soja. Zona Agreste do Nordeste do Brasil, 2007-2008.

ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE GENÓTIPOS DE SOJA NA ZONA AGRESTE DOS ESTADOS DA BAHIA E SERGIPE

Ambientes	Quadrados médios		Média	C. V. (%)
	Cultivares	Erro		
N. Sra. das	470023.4 ^{ns}	59783.0	2327	11
Frei Paulo/2007/SE	607629.3 ^{**}	104588.1	3121	10
Simão Dias/2008/SE	186355.2 ^{**}	61595.2	3318	7
Frei Paulo/2008/SE	141762.2 [*]	128058.2	3335	11
Paripiranga/2008/BA	164207.4 ^{**}	58942.0	2793	9

^{ns} não significativo e ^{**} Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 2. Estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de 24 genótipos de soja, em 5 ambientes da Região Agreste do Nordeste brasileiro, no biênio 2007-2008.

Genótipos	Médias de grãos (kg/ha)			b ₁	b ₂	b ₁ +b ₂	s ² _d	R ² (%)
	Geral	Desfavorável	Favorável					
M – Sov 9350 RR	3373 a	2903	3687	1.11 ^{ns}	-6.16 ^{**}	-5.05 ^{**}	14748 ^{ns}	99
M – Sov 8925 RR	3259 a	2618	3687	1.33 ^{ns}	-3.63 [*]	-2.30 [*]	107903 ^{ns}	93
BRSMG 8506 GRR	3155 a	2857	3355	0.73 ^{ns}	-2.03 ^{ns}	-1.30 ^{ns}	75476 ^{ns}	85
BRS Juliana RR	3134 a	2817	3346	0.74 ^{ns}	2.41 ^{ns}	3.15 ^{ns}	176963 ^{ns}	77
BRS 271 RR	3132 a	2870	3308	0.63 ^{ns}	2.16 ^{ns}	-2.79 ^{ns}	6412 ^{ns}	99
BRS Barreiras	3126 a	2665	3434	1.06 ^{ns}	1.37 ^{ns}	2.43 ^{ns}	100776 ^{ns}	90
BRS Sambaíba	3111 a	2879	3267	0.21 ^{**}	-0.08 ^{ns}	0.13 ^{ns}	567406 ^{**}	55
BRS Favorita RR	3105 a	2694	3379	0.97 ^{ns}	-1.75 ^{ns}	-0.78 ^{ns}	52932 ^{ns}	93
BRS Carnaúba	3076 a	2737	3304	0.73 ^{ns}	2.13 ^{ns}	2.87 ^{ns}	329088 [*]	63
BRS Graciosa	3073 a	2216	3646	2.08 ^{**}	-1.38 ^{ns}	0.71 ^{ns}	32036 ^{ns}	99
BRS Candeia	3055 a	2510	3418	1.12 ^{ns}	-1.18 ^{ns}	-0.06 ^{ns}	116732 ^{ns}	89
BRS Princesa	3032 a	2713	3245	0.90 ^{ns}	0.82 ^{ns}	1.71 ^{ns}	104268 ^{ns}	86
BRS Valiosa	3008 a	2430	3394	1.29 ^{ns}	-1.89 ^{ns}	-0.61 ^{ns}	35841 ^{ns}	97
M – Sov 9056 RR	2985 a	2545	3280	1.15 ^{ns}	0.45 ^{ns}	1.60 ^{ns}	57297 ^{ns}	95
BRS Tracaiá	2969 a	2755	3112	0.49 [*]	-2.55 ^{ns}	-2.05 ^{ns}	105161 ^{ns}	71
BRS 270 RR	2969 a	2934	2994	0.32 ^{**}	3.64 [*]	3.96 [*]	231889 ^{ns}	63
BRS Gilese RR	2966 a	2478	3292	1.21 ^{ns}	0.28 ^{ns}	1.49 [*]	55216 ^{ns}	95
BRS Amaralina	2939 a	2211	3426	1.55 [*]	0.92 ^{ns}	2.47 ^{ns}	145708 ^{ns}	93
BRS 268	2890 a	2223	3336	1.48 ^{ns}	-1.63 ^{ns}	-0.15 ^{ns}	224042 ^{ns}	88
BRS Pirarara	2885 a	2387	3217	1.07 ^{ns}	1.57 ^{ns}	2.64 ^{ns}	189293 ^{ns}	84
BRS Raísa	2646 b	2221	2931	1.27 ^{ns}	-0.62 ^{ns}	0.65 ^{ns}	304787 ^{ns}	80
BRS 267	2626 b	2422	2763	0.52 ^{ns}	1.91 ^{ns}	2.43 ^{ns}	43971 ^{ns}	88
BR 02 04468	2601 b	2190	2875	1.06 ^{ns}	2.28 ^{ns}	3.34 ^{ns}	76100 ^{ns}	93
BR 02 05164	2447 b	1975	2763	0.98 ^{ns}	2.96 ^{ns}	3.93 [*]	139866 ^{ns}	88

^{**} e ^{*} Significativos, respectivamente, a 1% e 5% de probabilidade, pelo teste t de Student, respectivamente para b₁, b₂ e b₁+b₂. ^{*} e ^{**} Significativos a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F para s²_d. As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Resumos das análises de variância, por local, referentes à produtividade de grãos de ensaios de soja. Zona Agreste Nordeste do Brasil, 2006, 2007 e 2008.

Ambientes	Quadrados médios		Média	C. V. (%)
	Cultivares	Erro		
Frei Paulo/2006/SE	685804.5 ^{**}	123409.2	2504	14
N. Sra. das Dores/2006/SE	703061.2 ^{**}	78991.1	2931	10
Simão Dias/2006/SE	225883.3 [*]	95763.4	2627	12
Simão Dias/2007/SE	510172.6 ^{**}	33383.4	3368	5
Frei Paulo/2007/SE	167184.8 [*]	82712.3	3060	9
N. Sra. das Dores/2007/SE	129255.9 ^{ns}	70324.5	2283	12
Simão Dias/2008/SE	118017.8 ^{ns}	58670.4	3475	7
Frei Paulo/2008/SE	154436.8 ^{ns}	8315104	3526	8
Paripiranga/2008/BA	353725.8 ^{**}	103317.0	2499	13

^{ns} não significativo e ^{**} Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 4. Estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de 14 cultivares de soja, em 9 ambientes, 2006-2008.

Cultivares	Médias de grãos (kg/ha)			b ₁	b ₂	b ₁ +b ₂	s ² _d	R ² (%)
	Geral	Desfavorável	Favorável					
BRS Sambaíba	3163	2729	3510	0.95ns	0.71*	1.66*	619582**	63
EMGOPA	3098	2450	3617	1.41**	-0.81**	0.60ns	361722**	81
BRS Barreiras	2984	2305	3527	1.45**	-0.16ns	1.29ns	420847**	81
Bela Vista	2980	2607	3279	0.83ns	-0.72*	0.11**	415498**	55
Corisco	2975	2504	3352	1.08ns	-1.24**	-0.17**	125314ns	87
Conquistista	2937	2617	3193	0.77ns	-0.77*	-0.01**	245342**	64
BRS Tracaíá	2933	2538	3249	0.94ns	0.44ns	1.39ns	207622*	82
Serena	2874	2587	3104	0.64**	0.00ns	0.64ns	212137*	63
Raimunda	2871	2361	3280	1.16ns	-0.52ns	0.64ns	201731*	84
Pétala	2838	2541	3076	0.66*	1.24**	1.90**	174506*	82
BRS Candeia	2827	2192	3336	1.47**	0.35ns	1.82**	284622**	88
Paraíso	2815	2494	3072	0.81ns	0.16ns	0.97ns	476195**	56
Seridó	2809	2339	3186	1.10ns	0.24ns	1.34ns	322854**	78
BRS Pirarara	2765	2435	3030	0.73*	1.09**	1.83**	86334ns	91

**e* Significativos, respectivamente, a 1% e 5% de probabilidade, pelo teste t de Student, respectivamente para b₁, b₂, e b₁+b₂, * e

** Significativos a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F para s²_d. As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

1. O cultivo da soja mostra-se altamente promissor em áreas de agreste dos estados da Bahia e Sergipe.

2. Os genótipos avaliados mostram comportamento diferenciado nas condições desfavoráveis.

3. As variedades que evidenciam adaptabilidade ampla (b₀>média geral e b₁=1) são de grande interesse para a agricultura regional, a exemplo das M-Soy 9350 RR, M-Soy 8925 RR, BRSMG 8506 GRR, BRS Juliana RR, BRS 271 RR, BRS Barreiras, Favorita, BRS Carnaúba, Bela Vista e Corisco.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLARD, R. W.; BRADSHAW, A. D. Implications of genotype environmental interactions in applied plant breeding. **Crop Science**, madison, v.4, n.5, p.503-508, 1964.

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.; CARDOSO, M. J.; GUIMARÃES, P. E. et al. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Nordeste brasileiro no ano agrícola de 2006.

Agrotópica, Ilhéus, v. 21, n. 1, p. 25-32, 2009.

CARVALHO, H. W. L.de.; CARDOSO, M. J.; LEAL, M. de L, da S. et al. Adaptabilidade e estabilidade de milho no Nordeste brasileiro. **Agrotópica**, Ilhéus, v. 20, p. 5-12, 2008a.

CARVALHO, H. W. L.de.; FARIA, L. de C., PELOSO, M. J. D. et al. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de feijoeiro comum na Zona Agreste do Nordeste brasileiro. **Agrotópica**, Ilhéus, v. 20, p. 21-24, 2008b.

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

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.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 8ª Ed. São Paulo. Nobel, 1990. 450p.

LÚCIO, A.D.; STORCK, L.; BANZATTO, D. A. Classificação dos experimentos de competição de cultivares quanto à sua precisão. Pesquisa Agropecuária Gaúcha, v. 5, p.99-103, 1999.

PORTO, W. S., CARVALHO, C. G. P. de., PINTO, R. J. B. Adaptabilidade e estabilidade como critérios para seleção de genótipos de girassol. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 42, n.4, p491-499, 2007.

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).

SILVA, F.B.R. de.; RICHE, G.R.; TORNGAU, J.P. et al. **Zoneamento ecológico do Nordeste**: diagnóstico do quadro natural e agrossocioeconômico. Petrolina: Embrapa-CPATSA/ Embrapa-CNPS, v.1, 1993.

SOUZA, M. A. **Adaptabilidade, estabilidade, correlações e coeficiente de trilha em genótipos de trigo (*triticum aestivum L.*) em doze ambientes de Minas Gerais**. 1985. 118 f. Dissertação (Mestrado)-Univeersidade Federal de Viçosa, Viçosa.

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

AMOREIRA-PRETA ‘GUARANI’: MULTIPLICAÇÃO IN VITRO COM DIFERENTES AGENTES GELIFICANTES

BLACKBERRY ‘GUARANI’: IN VITRO MULTIPLICATION WITH DIFFERENT GELLING AGENTS

Tânia Regina Pelizza, Gabriela Cândido Weber, Fernanda Grimaldi ,
Leo Rufato, Aike Anneliese Kretzschmar⁴

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar a multiplicação in vitro de amoreira-preta ‘Guarani’ com o uso de diferentes agentes gelificantes. O experimento foi conduzido no Laboratório de Micropropagação de Plantas, no Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV/UDESC), em Lages (SC). Foram utilizados segmentos nodais de amoreira preta ‘Guarani’ preestabelecidos in vitro, com duas folhas e gemas que foram inoculados em frascos com capacidade de 250ml, adicionado de 25ml de meio MS, acrescido de 0,8mg L⁻¹ de BAP, 100 mg L⁻¹ de mioinositol, 30g L⁻¹ de sacarose e agente gelificante conforme o tratamento utilizado, que foram: T1: 6g L⁻¹ ágar; T2: 3g L⁻¹ ágar + 60g L⁻¹ fécula mandioca; T3: 3g L⁻¹ ágar + 60g L⁻¹ amido de milho; T4: 60g L⁻¹ amido de milho; T5: 1,5g L⁻¹ ágar + 120g.L⁻¹ fécula de mandioca; T6: 1,5g L⁻¹ ágar + 100g L⁻¹ amido milho. Após 60 dias de cultivo in vitro foram avaliados a percentagem de explantes brotados, formação de calo, número de folhas e de brotações por explante, comprimento das brotações e taxa de multiplicação. As variáveis analisadas sofreram interferência dos diferentes agentes gelificantes testados. Para a multiplicação in vitro de amoreira preta ‘Guarani’ é possível fazer o uso de diferentes agentes gelificantes. Assim, recomenda-se como gelificantes do meio nutritivo o uso de 60g L⁻¹ de amido de milho ou a associação de 3g L⁻¹ ágar + 60 g L⁻¹ fécula de mandioca e 1,5g L⁻¹ ágar + 100g L⁻¹ amido milho.
Palavras chave: Rubus sp. Amido de milho. Fécula de mandioca.

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the in vitro multiplication of blackberry ‘Guarani’ using different gelling agents. The experiment was conducted at the Laboratório de Micropropagação de Plantas no Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV/UDESC), em Lages (SC). Nodal segments were blackberry ‘Guarani’ established in vitro, with two leaves and buds inoculated in flasks with 250 ml, add 25ml of MS medium plus 0,8 mg L⁻¹ BAP, 100 mg L⁻¹ of myo-inositol, 30g L⁻¹ sucrose and gelling agent used as treatment, which were: T1: 6g L⁻¹ agar, T2: 3g L⁻¹ agar + 60g L⁻¹ cassava starch, T3: 3g L⁻¹ agar + 60g L⁻¹

Eng. Agr., Pós doutoranda, Bolsista PRODOC CAPES, Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV/UDESC), Avenida Luiz de Camões 2090, Bairro Conta Dinheiro, 88520.000 – Lages (SC), Brasil, trp_mestagro@hotmail.com Estudante de graduação em Agronomia, Bolsista de Iniciação Científica, Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV/UDESC) - Lages (SC), Brasil, gabihella@hotmail.com

Bióloga, Doutoranda em Produção Vegetal, Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV/UDESC) - Lages (SC), Brasil, fernandagrimaldi@ymail.com

Prof. Adjunto de Fruticultura, Departamento de Agronomia, Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV/UDESC) - Lages (SC), Brasil, leoruffato@yahoo.com.br; a2aak@cav.udesc.br

corn starch; T4: 60g L⁻¹ corn starch; T5: 1,5g L⁻¹ agar + 120g L⁻¹ cassava starch, T6: 1,5g L⁻¹ a gar + 100g L⁻¹ corn starch. After 60 days of cultivation in vitro were evaluated the percentage of sprouted explants, callus formation, number of leaves and shoots per explant, multiplication rate and shoot length. The variables analyzed suffered interference of different gelling agents tested. For the in vitro multiplication of blackberry 'Guarani' you can make use of different gelling agents. Thus, it is recommended as a gelling of the nutrient medium using 60g L⁻¹ of corn starch or a combination of 3g L⁻¹ agar + 60g L⁻¹ cassava starch and 1,5g L⁻¹ agar + 100g L⁻¹ of corn starch.

Keywords: Rubus sp. Corn starch. Cassava starch.

INTRODUÇÃO

A amoreira-preta é uma das espécies, dentre as demais que compõem o grupo das pequenas frutas, que tem apresentado sensível crescimento de área cultivada nos últimos anos. Merece destaque, em especial, o estado do Rio Grande do Sul que é o principal produtor brasileiro. Esta cultura apresenta elevado potencial de cultivo para regiões com microclima adequado, como ocorre nos estados de Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Minas Gerais (ANTUNES, 2008). Apesar de ser uma espécie pouco cultivada no Brasil, representa uma ótima opção para diversificação de pequenas propriedades, por ser rústica e de alta produção (STUMPF JUNIOR, 2008). Uma característica importante para ser destacada na produção das pequenas frutas e nesse caso inclui-se a amoreira preta, em geral é o uso praticamente nulo de agroquímicos (PAGOT et.al. 2007).

Para plantio a campo, a fim de se instalar um pomar, seja doméstico ou comercial, demanda-se mudas de qualidade, sendo, portanto, necessário propagar a espécie vegetal. A propagação da amoreira-preta é realizada por meio da estaquia de raízes, enraizamento de estacas herbáceas e ainda, por meio do cultivo in vitro ou micropropagação de plantas, onde é dado origem a mudas micropropagadas (OLIVEIRA et al., 2005). A grande aplicação prática da técnica de micropropagação encontra-se na produção comercial de plantas, o que possibilita rápida multiplicação de material e em curtos períodos de tempo e espaço (GRATTAPAGLIA e MACHADO, 1998). Além disso, é possível obter um grande número de indivíduos mesmo quando se dispõe de pequena quantidade de material vegetal – plantas matrizes (ALTMANN, 1999).

Durante os diferentes estádios da micropropagação os explantes são geralmente cultivados em meios de cultura gelificados os quais servem como suporte para os explantes, como, por exemplo o ágar, o agargel e o phytigel. O ágar é um produto natural extraído de algas marinhas vermelhas, geralmente *Gelidium amansii* (GEORGE, 1993). De acordo com sua procedência pode

apresentar de 50 a 90% de polissacarídeos, pode apresentar impurezas como, bário, sulfato, etc, que podem afetar o crescimento dos explantes (CID, 2001). No entanto, outros produtos são possíveis de uso como a fécula de mandioca e o amido de milho. De acordo com a resolução nº 12, de 1978, da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (CNNPA), da Agência Nacional de Vigilância Sanitária define-se como amido o produto amiláceo extraído das partes aéreas comestíveis dos vegetais (sementes, por exemplo) e como fécula o produto amiláceo extraído das partes subterrâneas comestíveis dos vegetais (tubérculos, raízes e rizomas). Assim como o ágar, a fécula de mandioca é um polissacarídeo que, na sua forma em pó é composta por 77% de carboidratos, 21% de lípidos e 2% de proteína (DABAI; MUHAMMAD, 2005). Segundo Caldas et al. (1998), o amido também tem sido utilizado com vantagem, no entanto deve-se atentar para o aspecto físico do meio no decorrer do cultivo pois algumas plantas liberam a enzima amilase, capaz de degradar o amido e gerar perda de consistência, muitas vezes inviabilizando a continuidade dos experimentos de cultivo in vitro. O meio nutritivo deve ser consistente o suficiente para dar suporte ao explante, porém, não rígido demais que dificulte o contato e a translocação de nutrientes do meio para os tecidos vegetais (GEORGE, 1993; BERUTO et al., 1999).

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a capacidade de multiplicação in vitro de amoreira-preta (*Rubus sp.*) 'Guarani' com o uso de diferentes agentes gelificantes.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Micropropagação de Plantas, no Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV), na Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), em Lages (SC), entre os meses de maio e julho de 2011.

Foram utilizados segmentos nodais de amoreira-preta 'Guarani' pré estabelecidos in vitro, com duas folhas e gemas inoculados em frascos com capacidade de 250ml, adicionado de 25ml de meio MS (MURASHIGE e SKOOG, 1962), acrescido de 0,8mg L⁻¹ de BAP (benzilaminopurina), 100mg L⁻¹ de mioinositol, 30g L⁻¹ de sacarose e agente gelificante conforme o tratamento utilizado, com pH ajustado para 5,8 antes da adição do ágar. Após a inoculação os frascos com os explantes foram transferidos para sala de crescimento com temperatura aproximada de 25°C, irradiância de 25µM.m⁻².s⁻¹ fornecida por tubos

fluorescentes de 20W e fotoperíodo de 16 horas.

Os tratamentos foram: T1 - 6g L⁻¹ ágar; T2 - 3g L⁻¹ ágar + 60g L⁻¹ fécula mandioca; T3 - 3g L⁻¹ ágar + 60g L⁻¹ amido de milho; T4 - 60g L⁻¹ amido de milho; T5: 1,5g L⁻¹ ágar + 120g L⁻¹ fécula de mandioca; T6: 1,5g L⁻¹ ágar + 100g L⁻¹ amido milho.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com sete repetições de três explantes cada. Após 60 dias de cultivo in vitro avaliou-se a percentagem de explantes brotados, formação de calo, número de folhas e de brotações por explante e comprimento das brotações. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as médias, quando significativas, foram comparadas entre si pelo teste de Tukey (p<0,05) por meio do programa estatístico Winstat, onde os dados expressos em percentagem foram transformados em arco seno da raiz quadrada de x/100 e os dados numéricos foram transformados em raiz quadrada de x+0,5.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após 60 dias de cultivo in vitro todos os explantes permaneceram sobreviventes e emitiram brotações. Não houve a formação de calo na base dos explantes nos distintos tratamentos utilizados. Houve diferenças significativas entre os tratamentos quanto ao número e comprimento das brotações, número de folhas emitidas e taxa de multiplicação dos explantes (tabela 1).

Tabela 1. Médias do número e comprimento de brotações, número de folhas e taxa de multiplicação de explantes de amoreira preta 'Guarani' micropropagadas com o uso de diferentes agentes gelificantes. Lages (SC), 2011.

Trat.	Número de brotações	Comprimento das brotações (cm)	Número de folhas	Taxa de multiplicação
T1*	3,90 c**	0,69 c	4,70 b	3,90 b
T2	9,14 a	0,97 ab	5,10 ab	9,62 a
T3	4,87 bc	0,85 bc	5,29 ab	4,91 b
T4	8,24 ab	1,16 a	5,57 a	8,24 ab
T5	10,15 a	1,07 ab	4,83 b	10,15 a
T6	7,38 ab	0,84 bc	4,73 b	7,38 ab
CV (%)	15	17	8	18

* Trat = Tratamentos: T1 - 6 g.L⁻¹ ágar; T2 - 3 g. L⁻¹ ágar + 60 g.L⁻¹ fécula mandioca; T3 - 3 g.L⁻¹ ágar + 60 g.L⁻¹ amido de milho; T4 - 60 g.L⁻¹ amido de milho; T5: 1,5 g.L⁻¹ ágar + 120 g.L⁻¹ fécula de mandioca; T6: 1,5 g.L⁻¹ ágar + 100 g.L⁻¹ amido milho.

** Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (p<005).

O maior número de brotações por explante de amoreira preta 'Guarani' foi observado quando utilizou-se o ágar em quantidade reduzida ($1,5\text{g L}^{-1}$) em combinação com alta quantidade de fécula de mandioca (120 g.L^{-1}) (T5) e quando utilizado ágar em combinação com fécula de mandioca nas concentrações de $3\text{g L}^{-1} + 60\text{g L}^{-1}$, respectivamente, comparativamente ao uso isolado de ágar (T1) e combinado com amido de milho (T3) (tabela 1). Resultados satisfatórios com a utilização de agentes solidificantes alternativos foram observados por Erig et al. (2004), na multiplicação in vitro de macieira 'Galaxy' onde obtiveram maior número médio de brotos com o uso de 6g L^{-1} de ágar, com a combinação de 3g L^{-1} de ágar + 50g L^{-1} de amido de mandioca e $1,5\text{g L}^{-1}$ ágar + 75g L^{-1} de amido de milho comparativamente ao uso isolado de amido de milho (100g L^{-1}). Mohamed et al. (2010), em estudo conduzido com *Solanum tuberosum* a fim de testar fécula de batata e fécula de milho associado ao ágar como agente solidificante do meio nutritivo observaram o menor número de brotações por explante em meio solidificado apenas com ágar (7g L^{-1}). Porém, o número de brotações por explante aumentou com o uso de 40 ou 50g L^{-1} de fécula de batata + 1g L^{-1} de ágar.

O comprimento médio das brotações dos explantes de amoreira preta 'Guarani' foi maior quando utilizado 60g L^{-1} de amido de milho (T4) comparativamente ao uso isolado do ágar (T1) ou quando combinado ágar e amido de milho em diferentes concentrações (T3 e T6) (tabela 1). Erig et al. (2004), observaram maior comprimento médio das brotações de macieira 'Galaxy' em meio de cultura solidificado com 3g L^{-1} de ágar + 50g L^{-1} de amido de milho comparativamente àqueles solidificados com 3g L^{-1} de ágar + 50g L^{-1} de amido de mandioca e 100g L^{-1} de amido de milho.

O número médio de folhas por explante de amoreira preta 'Guarani' foi maior com o uso de 60g L^{-1} amido de milho (T4) quando comparado à utilização de ágar isoladamente (T1) ou em baixa concentração ($1,5\text{g L}^{-1}$) e combinado com 120g L^{-1} de fécula de mandioca (T5) ou com amido de milho (T6) (tabela 1). Costa et al. (2007) testaram a substituição total e parcial do ágar pela fécula de mandioca na composição de meios de cultura para a multiplicação in vitro de abacaxizeiro das cultivares Rio Branco e Quinarí porém, após 50 dias, não observaram diferenças quanto a altura e o número de folhas dos explantes em ambas as cultivares.

Observou-se que agentes gelificantes alternativos, como a fécula de mandioca em combinação com o ágar, em diferentes concentrações (T2 e T5) são mais efetivos que o ágar isoladamente (T1), e este combinado com amido

de milho, para promover maior taxa de multiplicação dos explantes (Tabela 1). Oliveira et al. (2008) verificaram taxa de multiplicação média igual a 5,4 após seis cultivos de amoreira preta 'Guarani' em meio nutritivo composto por 6g L⁻¹ de ágar. Costa et al. (2007) observaram melhores resultados para taxa de multiplicação de explantes de abacaxizeiro cv. Rio Branco em meio de cultura solidificado com 60g L⁻¹ de fécula de mandioca e 5g L⁻¹ de ágar, com valores médios de 12,6 e 14,6 brotações por explante, respectivamente. Neste mesmo trabalho os autores verificaram comportamento distinto quanto ao uso de diferentes concentrações de BAP nos meios com distintos agentes gelificantes e em meio líquido para a multiplicação de bananeira 'Grande Naine'.

A utilização de fontes alternativas ao ágar, como o amido de milho e a fécula de mandioca parecem contribuir positivamente para a multiplicação in vitro de amoreira-preta. De acordo com Daud et al. (2011), o efeito dos amidos adicionados ao meio nutritivo podem atuar como fonte de carbono adicionais ao meio e melhorar a morfogênese in vitro.

Verificou-se neste trabalho que a amoreira preta 'Guarani' foi sensível ao ágar (6g L⁻¹) e teve o crescimento in vitro afetado, sendo este inferior se comparado ao uso do amido de milho e da fécula de mandioca isoladamente ou quando combinada ao ágar. Um aspecto importante a ser observado em relação ao uso do ágar diz respeito à marca comercial do mesmo, pois, de acordo com Pereira-Netto et al. (2007) em estudo conduzido com porta enxerto de macieira 'Marubakaido', com quatro anos de subcultivo, observaram a sensibilidade deste material vegetal ao uso de diferentes marcas comerciais de ágar testados. Neste mesmo sentido, Scholten e Pierik, (1998) em estudo conduzido com diversas espécies vegetais e diferentes tipos de ágar observaram que a maioria das espécies apresentou alguma sensibilidade ao ágar. Segundo os autores, a reação das plântulas ao tipo e à marca do ágar é extremamente dependente da espécie e de seu estágio de desenvolvimento. A verificação de clorose, necrose e hiperhidricidade podem ser sintomas típicos relacionados ao ágar. Tais sintomas, visualmente, não foram observados durante a condução deste experimento em amoreira preta 'Guarani', no entanto observou-se resultados inferiores aos demais tratamentos avaliados, quanto ao crescimento e desenvolvimento das plântulas, em função dos resultados expressos por meio das variáveis analisadas.

Daud et al. (2011), em pesquisa conduzida com *Celosia* sp. a fim de testar diferentes agentes gelificantes no meio nutritivo, efetuaram um levantamento de custos e verificaram, dentre os agentes utilizados, os seguintes

valores – convertidos em reais (R\$) – meio sodificado com ágar: R\$ 2,60/L, com uso de 8g L^{-1} ; meio solidificado com amido de milho: R\$ 0,17; amido de arroz: R\$ 0,26; amido de mandioca: R\$ 0,17 e fécula de batata: R\$ 0,87, com uso de 100g/L^{-1} dos respectivos agentes. Com tais informações é possível inferir que o uso de agentes gelificantes alternativos, como o amido de milho e a fécula de mandioca, além de possibilitar boas respostas para a multiplicação in vitro de amoreira-preta, contribuem para a redução de custos para a obtenção final de uma muda micropropagada. Em trabalho conduzido por Maliro e Lameck (2004) com *Uapaca kirkiana* e *Faidherbia albida*, ambas espécies nativas da África, onde testaram como agentes gelificantes fécula de mandioca (80g L^{-1}), fécula de mandioca (80g L^{-1}) + ágar ($3,5\text{g L}^{-1}$) e ágar (7g L^{-1}) concluem que a fécula de mandioca pode substituir o ágar. Ela proporciona a gelificação, é fonte de carbono para o meio e ainda contribui para a redução dos custos, o que, de acordo com Kuria et al. (2008) é em torno de 42,5% de redução comparativamente ao ágar.

Torna-se relevante destacar neste trabalho que, embora obtido bons resultados com a utilização de fécula de mandioca, a manipulação dos explantes com a utilização deste agente gelificante, quando em baixas concentrações, requer extremo cuidado na manipulação, além de que, testes preliminares à condução deste trabalho mostraram que com o uso de baixas concentrações deste agente não ocorre solidificação adequada do meio nutritivo o que torna difícil a sustentação do explante. E ainda, o amido de milho apresentou maior consistência comparativamente à fécula de mandioca, embora dificuldades foram observadas durante o preparo de ambos os meios de cultivo em função da alta densidade dos amidos durante o cozimento e à propriedade colante do amido de mandioca. O mesmo pode ser comprovado por Kuria et al. (2008) onde o uso de fécula de mandioca (10%) possibilitou um suporte adequado de explantes de batata, embora apresentasse baixa viscosidade. Enquanto que o amido de mandioca (8%) + ágar (0,25%) apresentou a mesma firmeza e integridade de gel que o uso isolado do ágar (0,8%).

CONCLUSÕES

É possível fazer o uso de diferentes agentes gelificantes para a multiplicação in vitro de amoreira-preta 'Guarani'.

Para a multiplicação in vitro de amoreira-preta 'Guarani' recomenda-se como gelificantes do meio nutritivo o uso de 60g L^{-1} de amido de milho ou a

associação de 3g L⁻¹ ágar + 60g L⁻¹ fécula de mandioca e 1,5g L⁻¹ ágar + 100g L⁻¹ amido milho.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES, ao CNPq e à FAPESC pela concessão de bolsas e pelo aporte de recursos financeiros ao projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (CNNPA). Resolução - CNNPA nº 12, de 1978. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_78.pdf>. Acesso em: 21 set. 2012.

ALTMAN, A. Plant biotechnology in the 21st century: the challenges ahead. *EJB Electronic Journal of Biotechnology*, v.2, n.2, p.51-55, 1999. Disponível em: <<http://www.ejbiotechnology.info/content/vol2/issue2/full/1/1.pdf>>. Acesso em: 19 mai. 2010.

ANTUNES, L. E. C. Sistema de produção de amoreira-preta. In: Introdução. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. (Embrapa Clima Temperado. Sistemas de produção, 12). Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Amora/SistemaProducaoAmoreiraPreta/intro.htm>>. Acesso em: 15 de mar. 2012.

BERUTO, M.; CURIR, P.; DEBERGH, P. Influence of agar on in vitro cultures: I: Physicochemical properties of agar and agar gelled media. *In vitro Cellular & Developmental Biology – Plant*, Columbia, v. 35, p. 86-93, 1999.

CALDAS, L.; HARIDASAN, P. e FERREIRA, M. E. Meios nutritivos. In: TORRES, A.C.; CALDAS, L.S.; BUSO, J.A. Cultura de tecidos e transformação genética de plantas. Brasília: Embrapa-SPI / Embrapa-CNPB, v.1, 1998. p.87-132.

CID, L. P. B. A propagação in vitro de plantas. O que é isso? *Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento*, Brasília, n.19, p16-21, 2001.

COSTA, F.H.S.; PEREIRA, M.A.A.; OLIVEIRA, J.P. et al. Efeito de agentes geleificantes alternativos no meio de cultura no cultivo in vitro de abacaxizeiro e bananeira. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 31, p. 41-46, 2007.

DABAI, Y.; MUHAMMAD, S. Cassava starch as an alternative to agar-agar in microbiological media. *African Journal of Biotechnology*, Nairobi, v. 4, n. 6, p. 573-574, 2005.

DAUD, N.; TAHA, R. M.; NOOR, N. N. M. et al. Potential of alternative gelling agents in media for the in vitro micro-propagation of *Celosia* sp. *International Journal of Botany*, New York, v. 7, n. 2., p. 183-188, 2011.

ERIG, A. C.; SCHUCH, M. W.; SILVA, L. C. da. Multiplicação in vitro de macieira (*Malus domestica* borkh.) cv. Galaxy: meio de cultura e agentes solidificantes alternativos. Revista Brasileira de Agrociência, Pelotas, v.10, n. 3, p. 297-302, 2004.

GEORGE, E. F. Plant propagation by tissue culture: The technology. 2. ed. England: Exegetics, 1993. v.1. 575 p.

GRATTAPAGLIA, D.; MACHADO, M.A. Micropropagação. In: TORRES, A.C.; CALDAS, L.S.; BUSO, J.A. Cultura de tecidos e transformação genética de plantas. Brasília: Embrapa-SPI / Embrapa-CNPq, v.1, 1998. p.183-260.

KURIA, P.; DEMO, P.; NYENDE, A. B. et al. Cassava starch as an alternative cheap gelling agent for the in vitro micro-propagation of potato (*Solanum tuberosum* L.). African Journal of Biotechnology, Nairobi, v. 7, n. 3, p. 301-307, 2008.

MALIRO, M. F. A; LAMECK, G. Potential of cassava flour as a gelling agent in media for plant tissue cultures. African Journal of Biotechnology, Nairobi, v. 3, n. 4, p. 244-247, 2004.

MOHAMED, M. A. H., ALSADON, A. A. e AL MOHAIDIB, M. S. Corn and potato starch as an agar alternative for *Solanum tuberosum* micropropagation. African Journal of Biotechnology, Nairobi, v. 9, n. 1, p. 12-16, 2010.

MURASHIGE, T. e SKOOG, F. Revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. Physiologia Plantarum, Copenhagen, v. 15, p. 473-497, 1962.

OLIVEIRA, R. P. de; NINO, A. F. P. e FERREIRA, L. V. Potencial de multiplicação in vitro de cultivares de amoreira-preta. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.30, n.3, p. 585-589, 2008.

OLIVEIRA, R. P. de; NINO, A. F. P.; SILVA, F. O. X. da. Produção de mudas de amoreira-preta por meio de cultura de tecidos. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2005. 23 p. (Embrapa Clima Temperado. Sistemas de produção, 6).

PAGOT, E.; SCHNEIDER, E. P.; NACHTIGAL, J. C. et al. Cultivo da amoreira-preta. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2007. 11 p. (Embrapa Uva e Vinho. Circular Técnica, 75).

PEREIRA-NETTO, A.B.; PETKOWICZ, C. L. O.; CRUZ-SILVA, C. T. A. et al. Differential performance of marubakaido apple rootstock shoots grown in culture media containing different agar brands: dynamic rheological analysis. In Vitro Cellular and Developmental Biology—Plant, Columbia, v. 43, p. 356–363, 2007.

SCHOLTEN, H. J. e PIERIK, R. L. M. Agar as a gelling agent: differential biological effects in vitro. Scientia Horticulturae, Amsterdam, v. 77, p. 109-116, 1998.

STUMPF, JUNIOR, W. Importância. Sistemas de Produção da Amoreira Preta. Pelotas: EMBRAPA/CPACT, 2008. (Sistemas de Produção, 12). Disponível em: <http://sistemas-deproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Amora/SistemaProducaoAmoreiraPreta/>. Acesso em: 20 out. 2011.

AVALIAÇÃO DE METAIS PESADOS, NOS ESTRATOS DA CAMADA CANDIOTA, DA MINA DE CARVÃO EM CANDIOTA-RS

Evaldo Rodrigues Soares¹; Jaime Wilson Vargas de Mello²

¹Professor Adjunto na Universidade Federal de Pelotas; Rua Gomes Carneiro n 1, Pelotas RS., e-mail evaldobg@hotmail.com; ²Professor Associado Universidade Federal de Viçosa, Av. P. H. Rolfs, S/N, Viçosa MG.

RESUMO: O presente trabalho teve como meta avaliar os teores dos metais Cu, Cr, Pb, Zn, Ni e Mn, além de enxofre e ferro (pirita), acumulados nos estratos sedimentares que compõem a Formação Rio Bonito em Candiota – RS, as camadas de interesse foram identificadas e amostradas em quatro perfis. As amostras foram submetidas a digestões com água régia (HCl-HNO₃) e com ácido sulfúrico (H₂SO₄), nas concentrações de 0,05; 0,005 e 0,0005 mol L⁻¹, determinando-se os teores de S e metais nos extratos por EAA. Os valores de pH em água das amostras e as concentrações de Mn, Cu, Cr, Pb, Zn, Ni, Fe, S foram relacionados com a mobilidade dos metais e presença de piritas em cada camada. Os resultados obtidos permitiram concluir que a grande maioria dos metais pesados concentrados nas camadas de carvão exploráveis e no “banco louco”, o que sugere concentrações nas cinzas de combustão. O “banco louco” e os estratos em contato revelaram concentrações relativamente elevadas de Ni, Cr, Cu, Zn e Mn. As piritas, de modo geral, também, se concentram nas camadas com presença de materiais carbonosos. No entanto, a despeito de serem evidenciadas camadas com maior concentração de metais pesados e pirita, a grande diferença de teores entre perfis indica alta variação, o que restringe a recomendação de medidas seletivas de disposição e tratamento dos diferentes estratos. As concentrações de metais pesados em todas as camadas, de modo geral, sugerem risco de contaminação severa das águas de drenagem. Palavra chave: Mineração, sulfetos, mobilidade.

EVALUATION OF HEAVY METALS IN CANDIOTA, LAYER STRATA OF COAL MINE IN CANDIOTA-RS

ABSTRACT : The present work aimed to identify and evaluate the contents of the metals Cu, Cr, Pb, Zn, Ni, Mn sulfur and iron the sedimentary strata of the Rio Bonito Formation in Candiota RS. For that, the strata were identified and sampled in four profiles at the mined areas. Samples were digested with HCl:HNO₃ (3:1) and H₂SO₄ (0,05; 0,005; and 0,0005 molL⁻¹). Heavy metals and sulfur contents were determined in the extracts by AAS. Obtained data were related to mobility and contents of Mn, Cu, Cr, Pb Zn, Ni, Fe, S and pH, which were related to the presence of pyrite at each sedimentary layer. Results showed that heavy metals, in general, were concentrated in exploitable layers of the coal, suggesting enrichment of the ash resulting from coal combustion. Also the “banco lou-

co” and neighboring strata revealed comparatively high concentrations of Ni, Cr, Cu, Zn and Mn. In general, pyrite also was concentrated in layers containing carbon materials. In spite of the higher contents of heavy metals and pyrite in certain strata, the differences among profiles suggest a lateral variability which restrain the use of selective measures for treatment and disposal of spoils from different strata. Heavy metals contents in general suggest high risk of contaminating on of drainage water for all layers.

Keywords mining, sulfides, mobility

INTRODUÇÃO

Os depósitos de carvão de importância econômica concentram-se nos Estados da Região Sul do País, com destaque para a Bacia carbonífera Grande Candiota, no Rio Grande do Sul, próximo a fronteira com o Uruguai, cujos recursos estimados são da ordem de 12.109t (BRASIL,1987). No entanto, apesar da grande importância para a geração de energia no País, a exploração de carvão é potencialmente poluidora, o que pode representar elevado comprometimento no ambiente em que se desenvolve. A atividade de extração do carvão e, posteriormente, sua queima, com consequente produção de cinzas, liberam para o meio ambiente grande quantidade de metais pesados (ZANELLA, 1988). Além disso, a mineração do carvão, a céu aberto, exige a retirada das camadas suprajacentes, que acabam sendo reunidas em um conjunto único e indistinto. Nesse estéril são encontrados, ainda, restos de carvão que não foram utilizados como bem mineral explorável, juntamente com seus constituintes menores, como a pirita (FeS_2) e um grande número de metais pesados (SOARES, 2006).

O acúmulo de metais pesados está geneticamente ligado ao processo formador de carvões. O acúmulo de matéria orgânica, originária da intensa biomassa desenvolvida na borda de deltas coalescentes, permitiu o aprisionamento de metais pesados na bacia carbonífera. Com o posterior avanço dos processos de hulheização, o meio torna-se mais ácido, como resultado da decomposição da matéria orgânica depositada. Isto provoca a liberação de alguns metais “aprisionados”, que podem ser então, mobilizados até onde as condições ambientais permitem. Este processo pode explicar porque alguns metais aparecem preferencialmente junto ao carvão e às cinzas resultantes de sua combustão, ao passo que outros estão mais presentes nas camadas que acompanham o carvão, conforme evidenciam os resultados encontrados por Soares et al. (2009).

Considerando a hipótese de mobilização dos metais pesados durante a gênese da Formação Rio Bonito, pode-se supor que eles se distribuíram diferentemente nos sedimentos, dependendo das condições ambientais e das características específicas de cada metal e cada pacote sedimentar. Assim sendo, alguns metais pesados podem estar concentrados em níveis estratigráficos específicos no interior da Formação Rio Bonito, e sua detecção pode auxiliar na recuperação de áreas degradadas pela mineração. Portanto, a identificação dos estratos onde, eventualmente, concentram-se certos metais pesados, entre as camadas de carvão, pode interferir na viabilidade econômica das medidas que visam minimizar o impacto ambiental da mineração do carvão. Em vista ao exposto, o presente trabalho teve por objetivos identificar e quantificar sulfetos e alguns metais pesados presentes nos diferentes estratos da Formação Rio Bonito, em Candiota-RS.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizadas coletas e observações de campo, para a caracterização e identificação das camadas de interesse da Formação Geológica Rio Bonito, em Candiota-Rs. Na seqüência, procederam-se as análises químicas, incluindo as extrações de alguns metais pesados (Cu, Cr, Pb, Zn, Ni e Mn), de enxofre e de ferro presentes nas diversas camadas sedimentares, com o intuito de conhecer e correlacionar o material com o ambiente. A amostragem foi feita nas frentes de mineração de carvão, incluindo algumas sondagens, da Companhia Riograndense de Mineração (CRM), no município de Candiota, Estado do Rio Grande do Sul.

Inicialmente, foram individualizadas e descritas as camadas sedimentares da Formação Rio Bonito de interesse para o estudo. Foram coletadas amostras na base, no meio e no topo, para camadas com 30cm ou mais de espessura. Nas camadas de menor espessura, foram coletadas amostras únicas. A identificação e a descrição dos estratos foram feitas in loco, por inspeção visual, com auxílio de uma lupa. Além disso, foram coletadas amostras de testemunhos de sondagens existentes no local. Cada conjunto de amostras, representando a camada sedimentar individualizada no campo, foi acondicionado em saco plástico, rotulado e enviado aos laboratórios, para análises.

As amostras de cada camada foram trituradas em almofariz de ágata, até atingir granulometria inferior a 0,210mm. Posteriormente, foram submetidas a uma digestão com água régia (três partes de HCl para uma parte de HNO₃), segundo metodologia descrita em EMBRAPA (1979). Nos estratos foram determinados os teores de enxofre por gravimetria e os de Fe, Cu, Cr, Pb, Ni, Mn e Zn, por espectrofotometria de absorção atômica.

Também foram realizadas extrações com H₂SO₄, visando determinar a solubilidade dos metais em meio ácido. Para tanto, foram utilizados concentrações de 0,05; 0,005 e 0,0005 mol L⁻¹ de H₂SO₄, conforme proposto por Amaral Sobrinho et al. (1992). As suspensões de 10g de sedimento em 100ml de ácido foram agitadas diariamente, por 40 minutos, durante quinze dias. Em seguida, as suspensões foram centrifugadas, determinando-se as concentrações dos metais presentes nas soluções de equilíbrio, por espectrofotometria de absorção atômica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Distribuição e espessura das camadas coletadas em Candiota-RS

As amostras coletadas, seguindo as informações de campo, constituem quatro perfis, sendo dois originários de amostragens sondagens, perfis “a” e “b”, e dois por calha, “c” e “d” (Tabela 1). A organização das camadas amostradas revelou variação na espessura dos estratos, verificando-se também a ausência de alguns estratos. As maiores variações entre um perfil e outro, no geral, foram verificadas para os estratos sobrepostos ao “banco louco”. No caso do perfil correspondente a sondagem “b” verificou-se a ausência das camadas localizadas acima do arenito, sobre o “banco louco”. Estas camadas não foram recuperadas, visto que as condições topográficas indicavam níveis erosionais nesses estratos. Vale salientar que a denominação “banco louco” e refere a um estrato carbonoso, constituído por folhelhos, argilitos e siltitos, que não apresenta continuidade lateral, o que dificulta sua lavra e diminui seu poder calorífico.

Tabela 1- Denominação e espessura das camadas e perfil de tendência de Candiota – RS

Nº	Camadas Denominações	Perfis Espessura em m(s)				
		a	B	C	d	Perfil de Tendência
1	Argilito amarelado	0.94				0.94
2	Arenito argiloso	0.34		0.10		0.22
3	Folhelho carbonoso	0.70		0.20	0.20	0.37
4	Argilito areno siltoso	1.46		0.70	0.30	0.82
5	Argilito silto arenoso	0.35		0.80	0.70	0.62
6	Arenito amarelado	1.00				1.00
7	Arenito amarelo	0.50	3.70	0.70		1.63
8	Argilito cinza	1.88	0.50	0.80	0.80	0.99
9	Arenito não-coeso	1.30		0.60	0.20	0.70
10	“Banco louco”	3.00	2.00	4.00	4.00	3.25
11	Arenito	0.60				0.60
12	Argilito	2.00	1.50	1.00	1.00	1.37
13	Carvão 1 superior	0.50	1.00	0.40	0.40	0.57
14	Toester superior		0.14	0.04		0.09
15	Carvão médio	1.20	1.00	0.30	0.30	0.70
16	Toester inferior		0.08	0.08		0.08
17	Carvão 1 Base	1.00	1.00	1.20	1.20	1.10
18	Argilito interbancos	0.60	0.83	0.60	0.60	0.65
19	Carvão 2 Superior	1.00	1.00	0.50	0.30	0.70
20	Calcário		0.10	0.10		0.65
21	Carvão 2 médio	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
22	Carvão 2 inferior	1.00	1.00	0.30	1.00	0.83
23	Argilito					

No perfil correspondente à sondagem “a”, as camadas superiores foram recuperadas, mas em profundidade, as camadas de “toester” e calcário foram coletadas como parte integrante do primeiro banco de carvão. Nos perfis coletados em calha, observou-se maior correspondência entre as camadas, inclusive com menores diferenças entre as espessuras (Tabela 1), possivelmente em razão da maior proximidade entre estes perfis, onde a disparidade fica por conta das camadas de arenito e argilito de topo, que no perfil “d” foram erodidas. Por causa dessas variações entre os perfis coletados na denominada malha IV, setor B da mineração de Candiota, os dados foram reunidos de modo a compor um “perfil de tendência” para permitir a interpretação dos resultados (Tabela 1).

A interpretação dos paleoambientes responsáveis pelas deposições dos estratos de interesse deste trabalho baseou-se nas observações de autores como Medeiros e Thomaz Filho (1973) e Aboarrage e Lopez (1986). Em síntese, pode-se assumir que a presença dos bancos carbonosos e dos argilitos finos, como o argilito interbanco, indica que, inicialmente, a deposição foi calma e com características lacustres. O nível de calcário intercalado no segundo banco de carvão indica influência marinha, mesmo que momentânea, pois novamente se estabelece o ambiente

flúvio lacustre, formando um novo nível carbonoso.

As finas camadas de “toester”, constituídas por argilas silicificadas, indicam uma condição temporária sem aporte de matéria orgânica. A partir do “banco louco” é que se constata maior variação no ambiente, pois a energia de transporte se reflete na deposição, com aparecimento de depósitos argílicos intercalados de areníticos e vice e versa. Isto também denota alternância no movimento epirogenético, ora positivo, ora negativo, na Bacia do Paraná. Essas variações na movimentação vertical, aliadas a paleodepressões do embasamento onde se depositou a Formação Rio Bonito, são responsáveis pelas modificações na distribuição e nas espessuras das rochas sedimentares e dos níveis carbonosos.

Teores de S e Fe e valores de pH nas camadas da Formação Rio Bonito

Os maiores teores de S extraível por água régia foram obtidos nos níveis de carvão do segundo banco, no “banco louco”, argilito siltoarenoso e folhelho carbonoso (Quadro 2), o que sugere a associação dos sulfetos com camadas que sofreram influência de material carbonoso. Tal fato indica que a origem desse enxofre pode estar relacionada, pelo menos em parte, ao material orgânico formador do carvão Tissot et al., (1974), Soares (2009). Por outro lado, embora as diferenças sejam pequenas, pode-se admitir um aumento sutil nos teores de enxofre (S), em profundidade, o que evidencia a movimentação de sulfatos das camadas superiores para as inferiores, com eventuais enriquecimentos nos níveis menos permeáveis, como as camadas carbonosas e as de argilitos confinantes.

Dentro deste raciocínio, é interessante notar que as camadas de carvão do primeiro banco não apresentam um enriquecimento considerável de S, conforme observado para o segundo banco, “banco louco” e folhelho carbonoso. Esta diferença pode ser explicada pela posição estratigráfica ocupada por tal banco, em relação ao segundo banco. Em tese, esta posição possibilitaria maior oxidação dos sulfetos, quando da movimentação epirogenética posterior á formação do primeiro banco de carvão, sendo o sulfato gerado lixiviado para níveis inferiores. O que é confirmado pelos maiores teores de S na base do segundo banco e no argilito interbancos.

Tabela 2 – Teores de S extraível Por água régia nas diferentes camadas e perfis coletados

N ^o	Camadas Denominações	Perfis Espessura em m				Perfil de Tendência
		a	B	C	d	
		-----%-----				
1	Argilito amarelado	1.72				1.72
2	Arenito	1.75		1.55		1.65
3	Folhelho carbonoso	1.84		3.06		2.15
4	Argilito areno siltoso	1.77		1.66	1.54	1.69
5	Argilito silto arenoso	1.93		3.41	1.64	2.39
6	Arenito amarelado	1.66			1.82	1.66
7	Arenito amarelo	1.71	1.64			1.68
8	Argilito cinza	1.49	1.47	1.37	1.57	1.47
9	Arenito não-coeso	1.46		1.48	1.92	1.62
10	“Banco louco”	2.59	1.55	3.34	1.98	2.36
11	Arenito	1.68				1.68
12	Argilito	2.00	1.52	1.53	2.30	1.84
13	Carvão 1 superior	2.12	1.52	1.60	1.00	1.72
14	Toester superior			0.01	2.07	1.04
15	Carvão médio	1.49	1.52	2.70	1.56	1.82
16	Toester inferior			2.00	1.87	1.93
17	Carvão 1 Base	2.24	1.92	4.50	2.34	2.75
18	Argilito interbancos	2.08	1.62	2.36	1.56	1.91
19	Carvão 2 Superior	3.34	3.80	3.35	1.49	2.99
20	Calcário			2.42	2.37	2.40
21	Carvão 2 médio	1.60	1.70	2.88	1.93	2.03
22	Carvão 2 inferior	2.86	1.56	6.40	1.92	3.18
23	Argilito	1.49	1.96	1.66	3.06	2.04

Os teores elevados de enxofre nas camadas de “banco louco” e folhelho carbonoso refletem a dificuldade de lixiviação do sulfato, visto que a composição do “banco louco” é caracterizada por intercalações de níveis de folhelhos e argilitos com níveis carbonosos. Nos folhelho carbonoso, além da lixiviação dificultada pelos estratos argílicos inferiores, sua origem pressupõe um estágio de hulheização mais brando, em relação às demais camadas carbonosas. Neste sentido, existe a possibilidade do enxofre orgânico ainda não ter sido liberado na sua totalidade.

Mesmo os arenitos mais oxidados, localizados no topo do perfil, apresentam teores de enxofre acima de 1%, o que pode ser considerado alto, em razão da condição oxidante proporcionada por este tipo de rocha. Assim, talvez seja possível atribuir o enriquecimento de S à influência de transgressão marinha registrada no topo da Formação Rio Bonito, pelos sedimentos da Formação Palermo, que pode ter permitido a lixiviação de parte de seu conteúdo em sulfato.

A observação dos teores de S medidos nos quatro perfis indica grande variação lateral. Tal fato pode ser atribuído a microrregiões com características de acumulação, como pequenas depressões no embasamento, e, ou, a caminhos preferenciais das soluções lixiviadas, como fraturas produzidas pelas movimentações epirogenéticas e acomodações sedimentares. Estas hipóteses, contudo, não permitem maiores considerações, em vista do pequeno número de perfis coletados.

A discussão apresentada anteriormente é compatível com o comportamento genético da Formação Rio Bonito, sugerida por Medeiros e Thomaz Filho (1973), Schneider (1974) e Aboarrage e Lopez (1986). Segundo estes autores, a litologia do “banco louco” inclui sedimentos finos e carbonosos intercalados com sedimentos mais grosseiros, os quais preservam, ainda, indícios de erosão, com preenchimento de canais, entre outros. Isto caracterizou ciclos alternados de erosão e deposição. A interpretação dessas características indica que pelo menos este banco carbonoso foi exposto a condições mais oxidantes..

Os teores médios de ferro, obtidos por extração com água régia (Tabela 3), mostram que as maiores concentrações estão relacionadas aos arenitos ou a argilitos com influências arenosas. Além disso, nota-se diminuição do ferro em profundidade, com exceção das camadas de calcário e carvão imediatamente acima desta, possivelmente em razão do elevado valor de pH, que possibilitou a precipitação do ferro.

Os teores mais elevados de ferro nas camadas mais oxidadas no perfil são compatíveis com os valores de pH mais altos (Tabela 3), também registrados nestas camadas. Os valores médios de pH assumidos no perfil de tendências tem apenas significado estatístico e não refletem, necessariamente, a atividade média dos íons H^+ nos lixiviados, já que esta variável é expressa em escala logarítmica. É ilustrativo o teor de ferro apresentado pelo folhelho carbonoso (2,12%) e seu respectivo valor de pH (2,74), em relação aos estratos imediatamente superior e inferior.

A hipótese da presença de óxidos de ferro na porção superior do perfil, em decorrência de ambiente mais favorável à oxidação, é corroborada pelos valores da relação de S/Fe (Tabela 4). Tal relação indica a possibilidade de ocorrência de outras fontes de S e de Fe diferentes da pirita. Fato também sugerido por Da Silva (2006).

Tabela 3 - Teores de metais pesados em mg kg⁻¹, e valores de pH medidos nas camadas da Formação Rio Bonito.

Camadas N ^o	Perfil de Tendências							
	Fe	Cu	Cr	Pb	Ni	Mn	Zn	pH
1 Argilito amarelado	7.26	21.10	36.00	18.43	22.08	316.79	8.17	4.66
2 Arenito argiloso	4.00	12.07	4.30	20.62	1.93	169.77	7.53	4.95
3 Folhelho carbonoso	2.12	27.16	5.20	24.91	8.18	25.98	12.45	2.74
4 Argilito arenosiltoso	5.24	17.13	12.00	23.36	4.60	102.30	8.35	4.90
5 Argilito siltoarenoso	4.69	15.76	8.75	27.62	4.24	51.71	4.50	4.88
6 Arenito amarelado	5.32	8.62	6.81	24.18	0.00	100.36	7.60	5.02
7 Arenito amarelo	3.84	12.49	76.25	23.59	30.11	34.36	3.42	5.13
8 Argilito cinza	0.69	40.20	11.87	18.57	10.40	9.40	11.22	4.55
9 Arenito não coeso	4.14	70.12	50.42	21.95	15.84	23.77	9.91	4.68
10 “Banco louco”	3.95	47.69	30.10	15.76	22.17	314.98	25.06	3.60
11 Arenito	2.21	8.68	11.08	15.25	12.13	66.13	44.70	3.01
12 Argilito	1.55	29.70	6.80	27.90	22.51	148.11	7.81	4.73
13 Carvão 1 superior	1.01	56.75	6.68	37.09	11.75	53.46	45.77	3.82
14 Toester superior	1.17	18.83	6.97	44.36	5.68	42.07	26.74	4.92
15 Carvão médio	1.37	50.65	9.85	22.92	8.17	87.75	23.47	3.59
16 Toester inferior	2.59	48.12	3.41	32.08	5.92	256.50	42.86	3.58
17 Carvão 1 Base	3.29	55.60	25.94	19.84	15.49	62.55	22.35	3.06
18 Argilito interbancos	1.61	43.52	9.46	23.04	9.39	137.21	11.76	4.87
19 Carvão 2 Superior	4.24	110.23	23.87	20.37	12.35	135.40	24.25	3.78
20 Calcário	5.68	83.06	52.10	26.53	19.22	420.87	17.94	7.96
21 Carvão 2 médio	1.39	65.89	17.74	22.70	10.26	59.37	18.92	4.62
22 Carvão 2 inferior	2.40	57.28	109.23	20.78	54.11	123.81	12.66	3.36
23 Argilito	1.71	50.21	14.26	28.59	9.55	25.43	16.68	6.26

Assim, se a relação ideal de S e Fe na pirita é de 1,14, valores maiores, podem, indicar outras fontes de S, enquanto valores menores indicam fontes alternativas de ferro, que não pirita. Verifica-se, também, que os valores para a relação S/Fe no argilito cinza, no “banco louco”, nos níveis de carvão (superior, médio e inferior) e nos argilitos sobre estes são de 2,18; 1,74; 2,09; 2,05; 1,59; 1,42; 2,42; 1,95 e 1,97, respectivamente, e ultrapassam a relação ideal da pirita (Tabela 4 e Figura 1). No caso do argilito cinza, cuja coloração já denota pobreza em ferro e, ou, presença de carbono, o enxofre presente pode ser creditado a outras fontes de sulfeto, S orgânico ou sulfato remanescente. Neste caso, o valor de pH relativamente elevado indica que a maior parte do enxofre não é proveniente da pirita ou de outros sulfetos capazes de acidificarem o meio, segundo Abrahão et al.; (2002) é possível a formação de novos minerais de S, dependendo do pH, da concentração de SO₄²⁻ e da presença de íons metálicos e de agentes complexantes no ambiente. Nota-se também, pelos resultados das extrações com H₂SO₄ 0,05; 0,005 e 0,0005 mol L⁻¹, que as formas de ferro mais estáveis estão relacionadas com a porção superior do perfil, mais oxidada, envolvendo arenitos e argilitos.

Tabela 4 – Relação entre os teores de S/Fe extraíveis por água régia nas diferentes camadas e perfis coletados.

Camadas N ^o	S/Fe no Perfil				Perfil de Tendências
	A	b	C	d	
1 Argilito amarelado	0.24				0.24
2 Arenito argiloso	0.29		0.39		0.34
3 Folhelho carbonoso	0.98		1.45	1.54	1.32
4 Argilito arenosiltoso	0.23		0.32	0.36	0.30
5 Argilito siltoarenoso	0.30		0.73	0.34	0.46
6 Arenito amarelado	0.31		0.00		0.16
7 Arenito amarelo	0.39	0.51	0.00		0.30
8 Argilito cinza	2.45	1.98	1.98	2.33	2.18
9 Arenito não coeso	3.25		0.36	0.19	1.27
10 “Banco louco”	0.67	4.36	0.85	1.10	1.74
11 Arenito	0.76		0.00		0.38
12 Argilito	0.53	3.76	0.98	2.62	1.97
13 Carvão 1 superior	1.72	3.74	1.59	1.31	2.09
14 Toester superior			0.00	1.18	0.59
15 Carvão médio	1.98	2.89	1.97	1.26	2.05
16 Toester inferior			0.80	1.49	1.15
17 Carvão 1 Base	2.29	2.73	0.52	0.82	1.59
18 Argilito interbancos	0.60	1.45	1.47	1.83	1.33
19 Carvão 2 Superior	0.46	0.67	0.79	3.75	1.42
20 Calcário			0.43	1.30	0.86
21 Carvão 2 médio	2.09	2.47	2.08	2.99	2.41
22 Carvão 2 inferior	0.59	1.13	2.67	3.43	1.95
23 Argilito	1.61	1.57	0.97	0.88	1.26

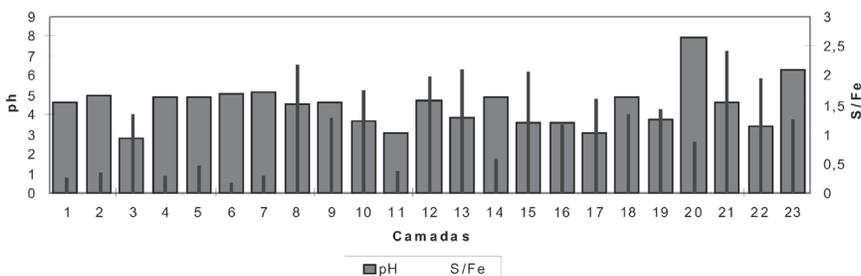


Figura 1 – Valores de pH e relação S/Fe para as diferentes camadas do perfil de tendência.

As formas menos estáveis de ferro parecem estar relacionadas aos materiais carbonosos e às camadas inferiores, abaixo do “banco louco”. Estas formas menos estáveis possivelmente estão relacionadas a valores de pH mais baixos e, ou, a condições de potencial redox baixo. Por outro lado, as formas mais estáveis possivelmente se devem a presença de óxidos bem cristalizados, em decorrência do ambiente mais oxidante conforme Schwertmann e Taylor. (1989).

Tabela 5 – Camadas do perfil de tendência da Formação Rio Bonito em Candiota RS e, respectivos percentuais (%) de metais recuperados com extração por H₂SO₄ diluído, nas concentrações 0,05 (A), 0,005 (B) e 0,0005(C) mol L⁻¹

Camada	%Fe			%Cu			Cr			%PB			%Ni			%Mn			%Zn		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	0.02	0.00	0.00	51.75	20.09	19.53	5.06	0.00	0.00	99.7	34.00	8.70	0.00	0.00	0.00	8.83	8.68	0.51	15.18	0.00	0.00
2	0.01	0.00	0.00	56.26	27.51	22.2	59.98	27.42	0.00	74.5	55.60	9.10	9.33	0.00	20.77	20.56	1.45	35.46	0.00	0.00	
3	0.09	0.05	0.04	36.75	18.74	16.64	5.69	0.46	8.92	81.9	46.80	9.50	69.44	56.23	45.97	72.56	63.01	52.89	102.33	54.7	48.27
4	0.09	0.00	0.00	46.23	14.07	7.01	10.58	6.09	0.00	80.2	44.20	4.00	17.17	10.22	8.48	13.76	14.28	0.82	41.56	12.81	4.67
5	0.09	0.00	0.00	43.08	13.77	7.68	11.02	2.73	0.00	87.5	30.80	3.80	4.48	1.89	0.94	12.45	7.27	0.00	19.78	0.00	0.00
6	0.01	0.01	0.00	67.52	30.74	30.16	7.46	0.00	0.00	62.4	26.30	5.60	0.00	0.00	14.04	13.06	1.17	37.11	6.58	0.00	
7	0.01	0.01	0.00	82.87	34.83	18.25	2.97	1.39	0.00	100	57.20	11.40	3.35	1.03	0.50	31.20	29.54	12.66	81.87	50.58	0.00
8	0.05	0.01	0.00	23.73	10.25	6.67	8.04	0.00	0.00	74.6	54.50	18.10	47.31	34.62	21.54	42.87	28.72	20.11	102.56	47.15	27.27
9	0.01	0.00	0.00	31.47	11.67	6.53	2.8	0.00	0.00	92.3	51.50	18.80	19.38	14.52	10.61	59.82	46.82	21.50	97.28	28.56	10.90
10	0.05	0.03	0.00	16.44	5.24	4.93	2.12	0.94	0.88	62.2	36.70	10.40	33.24	13.17	7.53	49.86	25.44	17.20	109.30	32.20	23.46
11	0.09	0.07	0.01	66.13	24.54	23.62	0.00	0.00	0.00	99.7	65.80	9.80	53.01	39.82	0.00	25.30	12.90	4.26	128.00	109.8	73.51
12	0.10	0.01	0.00	40.3	15.89	11.72	17.1	5.15	0.00	82.9	39.40	9.10	47.18	23.19	14.97	46.84	6.84	1.84	66.00	12.29	6.15
13	0.17	0.03	0.01	42.45	9.15	8.02	25.45	0.00	1.56	86.1	34.60	8.00	55.23	34.81	18.72	65.25	18.37	9.47	94.28	35.11	23.51
14	0.11	0.01	0.00	50.77	13.22	8.28	21.64	8.25	0.00	89.5	20.60	6.90	22.71	8.45	0.00	102.4	18.54	6.30	96.34	3.81	0.00
15	0.13	0.08	0.07	33.64	13.43	14.51	4.83	5.48	5.21	73.3	50.40	11.80	69.03	44.68	29.01	63.38	41.44	31.94	85.13	47.04	38.73
16	0.06	0.05	0.03	35.64	22.94	20.28	10.23	0.00	0.00	57.2	34.20	0.70	48.31	35.98	28.55	62.78	25.04	10.45	92.07	34.16	28.65
17	0.06	0.04	0.02	33.76	13.08	11.19	6.41	1.36	2.40	84.6	54.50	10.50	21.17	14.07	2.71	84.56	54.32	34.54	92.80	32.44	22.60
18	0.07	0.03	0.02	29.76	15.12	13.51	10.37	0.00	0.00	81.3	55.70	4.70	50.05	33.12	20.23	52.92	9.60	3.48	88.44	26.7	21.34
19	0.03	0.03	0.02	31.17	7.10	5.77	1.10	0.00	0.74	100	31.80	10.0	36.76	20.97	5.75	43.90	27.02	12.04	104.25	42.43	40.54
20	0.01	0.01	0.00	1.90	0.49	0.33	2.50	0.00	1.02	14.9	6.60	1.40	0.00	0.00	0.00	4.37	1.15	0.78	0.00	0.00	0.00
21	0.07	0.03	0.04	55.27	4.49	3.31	1.32	0.00	0.00	88.3	39.0	8.50	43.47	8.09	4.19	55.70	17.23	13.22	77.85	3.44	0.85
22	0.06	0.04	0.00	30.29	8.96	6.58	0.22	0.21	0.00	56.7	37.90	9.30	6.89	1.74	1.44	70.77	18.76	14.34	94.08	15.32	11.14
23	0.09	0.04	0.03	47.38	6.55	5.06	4.31	1.58	1.02	70.7	28.50	9.70	32.77	17.7	4.82	30.24	11.40	4.44	74.52	10.13	8.39

Tabela 6 – Camadas do perfil de tendência da Formação Rio Bonito em Candiota RS e, respectivos teores de metais, em mg kg⁻¹ recuperados com extração por H₂SO₄ diluído, nas concentrações 0,05 (A), 0,005 (B) e 0,0005(C) mol L⁻¹

Camada	Fe			Cu			Cr			PB			Ni			Mn			Zn		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	1.82	1.25	0.03	10.92	4.24	4.12	1.82	0.00	0.00	18.37	6.26	1.60	0.00	0.00	0.00	27.97	27.49	1.63	1.24	0.00	0.00
2	4.13	1.83	0.00	6.79	3.32	2.68	2.60	1.18	0.00	15.36	11.46	1.88	0.18	0.00	0.00	35.26	34.90	2.47	2.67	0.00	0.00
3	18.53	11.05	8.08	9.98	5.09	4.52	0.30	0.02	0.46	20.41	11.67	2.36	5.68	4.60	3.76	18.85	16.37	13.74	12.74	6.81	6.01
4	4.69	1.14	0.03	7.92	2.41	1.20	1.27	0.73	0.00	18.74	10.32	0.93	0.79	0.47	3.99	14.08	14.61	0.84	3.47	1.07	0.39
5	4.01	0.93	0.03	6.79	2.17	1.21	0.96	0.24	0.00	24.16	8.52	1.05	0.19	0.08	0.04	6.44	3.76	0.00	0.89	0.00	0.00
6	6.01	5.20	0.00	5.82	2.65	2.60	0.51	0.00	0.00	15.09	6.35	1.35	0.00	0.00	14.09	13.11	1.17	2.82	0.50	0.00	
7	5.17	2.53	0.06	10.35	4.35	2.28	2.27	1.06	0.00	25.41	13.50	2.68	1.01	0.31	0.15	10.72	10.15	4.35	2.80	1.73	0.00
8	3.95	0.88	0.28	9.54	4.12	2.68	0.95	0.00	0.00	13.85	10.12	3.37	4.92	3.60	2.24	4.03	2.70	1.89	11.50	5.29	3.06
9	4.04	1.92	0.55	22.07	8.18	4.58	1.41	0.00	0.00	20.25	11.30	4.13	3.07	2.30	1.68	14.22	11.13	5.11	9.64	2.83	1.08
10	17.61	11.04	1.49	7.84	2.50	2.35	0.64	0.28	0.27	9.80	5.79	1.64	7.37	2.92	1.67	157.00	80.14	54.19	27.39	8.07	5.88
11	20.74	15.56	2.28	5.74	2.13	2.05	0.00	0.00	0.00	15.41	10.03	1.49	6.43	4.83	0.00	16.73	8.53	2.82	57.12	49.08	32.86
12	15.05	2.01	0.19	11.97	4.72	3.48	1.63	0.35	0.00	23.13	10.99	2.53	10.62	5.22	3.37	69.38	10.13	2.72	5.13	0.96	0.48
13	16.75	3.14	1.18	24.09	5.19	4.55	1.70	0.00	0.10	31.92	12.83	2.97	6.49	4.09	2.20	34.88	9.82	5.06	43.15	16.07	10.76
14	12.26	1.50	0.16	9.56	2.49	1.56	1.51	0.58	0.00	39.72	9.16	3.07	1.29	0.49	0.00	43.08	7.80	2.65	25.76	1.02	0.00
15	18.21	11.34	9.90	17.04	6.80	7.35	4.48	0.54	0.51	16.79	11.56	2.71	5.64	3.65	2.37	55.62	36.36	28.03	19.98	11.04	9.09
16	14.33	11.99	7.69	17.15	11.04	9.76	0.35	0.00	0.00	18.34	10.96	0.24	2.86	2.13	1.69	161.00	64.23	26.80	39.46	14.64	12.28
17	20.34	12.99	6.61	18.77	7.27	6.22	1.67	0.35	0.62	16.79	10.82	2.09	3.28	2.18	4.42	52.89	33.98	28.36	20.74	7.25	5.05
18	18.86	4.07	3.23	12.95	6.58	5.88	0.98	0.00	0.00	18.74	12.83	1.09	4.70	3.11	1.90	72.72	14.77	10.40	3.14	2.51	
19	13.99	12.91	9.94	34.36	7.83	6.36	0.26	0.00	0.18	20.42	6.48	2.03	4.54	2.59	0.71	59.44	36.59	16.30	25.29	10.29	9.83
20	5.59	5.37	0.04	1.58	0.37	0.27	1.30	0.00	0.53	3.95	1.75	0.38	0.00	0.00	18.38	4.85	3.29	0.00	0.00	0.00	
21	9.60	3.66	5.71	36.42	2.96	2.18	0.23	0.00	0.00	20.05	8.85	1.93	4.46	0.83	0.43	33.07	10.23	7.85	14.73	0.65	0.16
22	14.63	10.65	1.80	17.35	5.13	3.77	0.25	0.23	0.00	11.78	7.87	1.94	3.73	0.94	0.78	87.62	23.23	17.76	11.91	1.94	1.41
23	15.06	6.61	5.13	23.79	3.29	2.54	0.61	0.22	0.15	20.21	8.16	2.77	3.13	1.69	0.46	7.69	2.90	1.13	12.43	1.69	1.40

Teores de outros metais nas camadas da Formação Rio Bonito Chumbo

Os teores de chumbo obtidos com água régia (Tabela 6) mostram maior acumulação no nível superior e nas camadas de toester do primeiro banco de carvão. A variação lateral, entre perfis, também é evidente para o chumbo, a exemplo do que foi discutido para o Fe e S.

A porcentagem de recuperação de chumbo pelo ácido sulfúrico diluído é elevada, chegando a valores próximos a 100% do extraível com água régia (Quadro 5). Isso sugere formas pouco estáveis, de alta mobilidade, provavelmente Pb adsorvido. Este resultado aparentemente contraria relatos de baixa mobilidade do Pb em solos e sedimentos (ALLOWAY, 1990). Neste particular, a camada de calcário caracteriza-se como exceção, onde as taxas de recuperação são baixas, possivelmente como consequência do consumo do ácido diluído pelo carbonato.

A despeito da alta mobilidade, verifica-se que os teores de Pb extraível com H_2SO_4 $0,005\text{mol L}^{-1}$ são da ordem de 20 a 40mg kg^{-1} , estando abaixo dos níveis críticos de metais, 100 a $400\mu\text{g ml}^{-1}$, admitidos para os solos. Por outro lado, os teores que podem ser extraídos por H_2SO_4 na menor concentração utilizada ($0,0005\text{mol L}^{-1}$) são cerca de 100 vezes maiores que o permitido número 357 de 17 de março de 2005 do CONAMA para corpos de água doce, Vale salientar que o Pb extraível nestas condições corresponde ao mobilizável por drenagem ácida com pH próximo a 3,0; condição compatível com o que se verifica na prática para materiais sulfetados. Portanto, a quantidade de chumbo mobilizável por H_2SO_4 ($0,0005\text{mol L}^{-1}$) caracteriza risco de contaminação ambiental conforme Salomons. (1995), particularmente dos recursos hídricos da região.

As camadas de “toester” e carvão do primeiro banco, principalmente os níveis médio e superior, são estratos que concentram mais chumbo. No entanto, como estas camadas são retiradas para a queima, as medidas preventivas que visam restringir a mobilização desse elemento devem dar especial atenção às cinzas resultantes da combustão, aos sedimentos compostos pelos folhelhos carbonosos, argilitos imediatamente inferiores e arenitos que se seguem, pois são nestes níveis que estão localizados os maiores teores de chumbo mobilizável sob condições ácidas.

Considerando que o Pb, não possui nenhuma função biológica conhecida, é importante observar que, em baixos teores, causam toxicidade, possuindo ação carcinogênica e efeito deletério a diversos organismos vivos, incluindo a espécie humana. Muniz e Oliveira-Filho, (2006).

Cobre

Os teores de Cu obtidos por extração com água régia (Tabela 6) mostram valores mais altos nos bancos de carvão, denotando afinidade deste elemento

por materiais orgânicos. Também, o arenito e o argilito imediatamente acima do “banco louco” sofreram enriquecimento de Cu, sendo que no arenito os teores são maiores que os do “banco louco”. Estes resultados, de certa forma, estão de acordo com o que tem sido observado por autores como Gomes (1996) e Tyler et al. (1989), no que se refere à afinidade dos compostos orgânicos para com o Cu, formando complexos. No argilito, o enriquecimento pode ser creditado à barreira física, decorrente da impermeabilidade dessa camada, e, ou, à presença de material orgânico associado. Por outro lado, a presença de Cu em maiores quantidades no arenito não está plenamente de acordo com esta hipótese, podendo o enriquecimento desta camada ser creditado, parcialmente, à proximidade do “banco louco”.

A extração de Cu com água régia atingiu teores até $110,23 \text{ mg kg}^{-1}$, que esta dentro da faixa de toxicidade, de 60 a $125 \mu\text{g ml}^{-1}$, relatada por ALLOWAI (1990) para solos e sedimentos. A mobilidade do Cu, a julgar pelas porcentagens de recuperação deste elemento pelo H_2SO_4 $0,05 \text{ mol L}^{-1}$ em relação ao extraível com água régia (Quadro 5), é ainda relativamente alta, porém menor que a verificada para o Pb.

As concentrações de Cu extraível por H_2SO_4 $0,005 \text{ mol L}^{-1}$, correspondente ao mobilizável por drenagem ácida com pH 2,3; ultrapassam 12.247 vezes o máximo permitido para corpos de água doce classe I, segundo a resolução número 357 de 17 de março de 2005 do CONAMA. Também a exemplo do que aconteceu para o Pb, o carbonato parece ter influenciado na baixa recuperação do Cu pelo ácido sulfúrico diluído na camada de calcário. Esta “baixa mobilidade” e os elevados teores de Cu extraível por água régia, registrados nas camadas de calcário, confirmam a sua ação como uma barreira química, precipitando o Cu (BROOKINS, 1988). No caso do Cu, parece evidente que os tratamentos que visam restringir a sua mobilidade devem ser levados a termo, principalmente no “banco louco”, no argilito e no arenito imediatamente acima. Neste sentido, deve-se dedicar atenção ao Cu presente nas cinzas resultantes da queima do carvão, que são depositadas nas cavas da mineração (SOARES, 1998).

Zinco

Os teores do elemento Zn, extraído com água régia (Tabela 6), mostram com clareza o seu acúmulo na parte mais reduzida do perfil, abaixo do “banco louco”, principalmente associado aos materiais carbonosos. Surpreendentemente alto é o teor de zinco obtido no arenito abaixo do “banco louco”, o que pode ser

creditado à mobilização do Zn original deste banco carbonoso.

Os teores de zinco obtidos por água régia, mesmo na sua maior expressão, 45,7 $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ em média no primeiro banco de carvão, no nível superior, não atingiram o nível crítico para solos ($70\mu\text{g ml}^{-1}$) relatado por Alloway (1990). Por outro lado, os teores extraíveis por H_2SO_4 diluído (Quadro 5) revelaram alta mobilidade deste elemento, semelhante ao que foi verificado para o Pb. Para teores mobilizáveis, próximos a pH 2,3; com exceção das camadas de argilito (1), Arenito (2), Argilito (5), arenitos (6 e 7), “toester” superior (14), calcário (20) e banco 2 médio (21), a camada que apresenta menor concentração, possui, no mínimo, o dobro da concentração tolerada pela resolução número 357 de 17 de março de 2005 do CONAMA. Também no caso do Zn, as medidas devem priorizar as camadas do “banco louco” e do arenito sotoposto, já que as demais camadas de carvão são retiradas para a queima. Novamente, ressalta-se a preocupação com as cinzas resultantes dessa combustão.

Manganês

As maiores concentrações de manganês obtidas por digestão com água régia (Quadro 6), na sua grande maioria, não se encontram nos extratos carbonosos, mas associados a materiais argilosos. Na parte superior mais oxidada do perfil, o manganês se concentrou no argilito imediatamente abaixo do folhelho carbonoso. Já na parte inferior, o Mn se concentra sempre nos estratos argilosos imediatamente abaixo dos bancos de carvão (inclusive nos “toesters”), do banco louco e do calcário. Em todos os casos, o Mn parece ter se acumulado nos estratos em decorrência de barreiras físicas (presença de argilas) e químicas (pH elevados).

Uma hipótese para explicar tais observações seria que o Mn, originalmente presente nos estratos carbonosos, foi sendo mobilizado em função do abaixamento do pH, seja por oxidação de sulfetos, seja pela presença de ácidos orgânicos. Assim, os estratos imediatamente inferiores foram enriquecidos em função de sua textura ou pH mais elevado. A presença de Mn no “banco louco” seria decorrente de leitos argilosos, associados ao material carbonoso. Soares (2009).

A utilização de ácido diluído indica que cerca de 50% do manganês se encontra na forma de menor estabilidade química e em maiores concentrações na parte mais reduzida do perfil (Tabela 6). Os teores de Mn extraível por ácido sulfúrico na concentração $0,0005\text{mol L}^{-1}$, com exceção da camada

de argilito (5), acusaram grandezas que superam em muitas vezes o nível crítico para corpos d'água doce, segundo número 357 de 17 de março de 2005 do CONAMA, Neste sentido, deve-se chamar a atenção para o valor obtido no “banco louco” (54,19 mg.kg-1), que ultrapassa 500 vezes o máximo permitido.

Portanto a preocupação com o manganês é maior no “banco louco” que, além de concentrar teores totais mais altos, apresenta parte considerável do Mn mobilizável em águas ácidas. Considerando que os estratos inferiores são retirados para a queima, o “banco louco” deve receber atenção especial entre os materiais resultantes da mineração, para disposição seletiva.

Níquel

A extração com água régia (Tabela 6) indica que o Níquel apresenta maior afinidade com níveis carbonosos e calcário do segundo banco de carvão, com arenitos e com argilitos sobre o “banco louco”, além dele próprio. A extração com ácido diluído (Tabela 5) indica que este elemento se encontra em formas muito estáveis, pois sua recuperação, no geral, é muito baixa e concentra-se na área mais reduzida do perfil. Os teores totais do níquel (Tabela 6) mostram com clareza a importância da disposição seletiva do “banco louco”, e dos arenitos e argilitos em contato, para prevenir a dispersão deste metal a partir dos estereis da mineração.

Cromo

Os teores de Cromo por extração com água régia (Tabela 6) indicam a concentração do metal no segundo banco de carvão, “banco louco” e arenitos imediatamente acima, além do argilito de topo. Nota-se também que o maior teor está na base do segundo banco. O Cr, embora com altos teores no argilito superior, parece não apresentar grande afinidade pelas demais camadas argilosas.

A extração com ácido diluído (Tabela 5) indica que o Cr se encontra em formas muito estáveis, pois sua recuperação é muito baixa em relação à água régia. Embora não represente grande risco de mobilidade em razão da relativa estabilidade das formas de Cr, os resultados novamente indicam que as medidas de contenção da dispersão de metais pesados na área de mineração devem considerar especialmente o “banco louco” e arenitos imediatamente sotopostos.

CONCLUSÕES

De modo geral, os sulfetos concentram-se nas camadas com presença de materiais orgânicos como folhelhos carbonosos e bancos de carvão, além do arenito imediatamente inferior ao “banco louco”. O enxofre presente nas diversas camadas parece não ser proveniente exclusivamente das piritas, podendo-se admitir a presença de outros sulfetos e sulfatos.

Os elementos chumbo e zinco foram os que apresentaram maior mobilidade para as condições de drenagem ácida, seguido de cobre, manganês e níquel com mobilidade intermediária, e cromo, com pouca mobilidade. Todos estes elementos, no entanto, representam risco de contaminação ambiental dos recursos hídricos próximos à mina, já que os teores extraíveis com ácido diluído se apresentam acima dos níveis considerados seguros pelo CONAMA.

A grande maioria dos metais pesados concentra-se nos bancos de carvão exploráveis, o que sugere concentração nas cinzas de combustão. Também, as camadas de “banco louco”, folhelho carbonoso e, em alguns casos, de arenitos e argilitos em contato revelam certa concentração de Ni, Cr, Cu, Zn e Mn. Neste particular, deve-se excetuar o Pb, que parece igualmente distribuído no perfil. No entanto, a despeito destas tendências, a efetividade de técnicas de disposição seletiva pode ser limitada, em razão da grande variação lateral observada nos teores de metais e sulfetos.

BIBLIOGRAFIA

ABOARRAGE, A.M.: LOPES, R.C. Projeto a Borda Leste da bacia do Paraná: integração geológica e avaliação econômica. Relatório Final. Porto Alegre, DNPM/CPRM, 1986.

ABRAHÃO, W.P. Aspectos químicos e mineralógicos relacionados à geração experimental de drenagem ácida em diferentes geomateriais sulfetados. Viçosa, MG: UFV. 125p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, 2002.

ALLOWAY, B.J. Heavy metals in soils. New York, John Wiley, 1990.

AMARAL SOBRINHO, N.M.B., COSTA, L.M., OLIVEIRA, C., VELOSSO A.C.X. Metais pesados em alguns fertilizantes e corretivos. Revista Brs. Ci. Solo, Campinas, V16, p.271-276, 1992

BRASIL, Departamento Nacional da Produção Mineral. Perfil Analítico do Carvão. Porto Alegre, DNPM, 1987.

BROOKINS, D.G. Eh-pH Diagrams for Geochemistry. Springer-Verlag. New York, 1988. 174p. Da Silva, 2006 (http://www.spq.pt/boletim/docs/boletimS-PQ_102_033_09.pdf)

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Manual de Métodos de Análises de Solos. Rio de Janeiro, 1979.

GOMES, P.C. Fracionamento e biodisponibilidade de metais pesados influenciados por calagem e concentrações de metais em Latossolo Vermelho-Amarelo. Tese de Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas – UFV, 1996.

Gomes, P.C. Fracionamento e Biodisponibilidade de Metais Pesados Influenciados por calagem e concentrações de metais em latossolo. Viçosa: UFV, 1996. 152p. Tese (Doutorado em solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa. 1996.

MEDEIROS, R.A., THOMAZ FILHO, A. Fácies e ambientes deposicionais da Formação Rio Bonito. In CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 27, Aracaju, 1973. Anais ... Aracaju: Sociedade Brasileira de Geologia, 1973. V.3, p. 3-12.

MUNIZ, D. H. F.; OLIVEIRA-FILHO, E. C, Metais pesados provenientes de rejeitos de mineração, e seus efeitos sobre a saúde e o meio ambiente. Universitas: Ciências da Saúde, v. 4, n. 1 / 2, p. 83-100, 2006. ISSN: 1678-5398.

Salomons, W. 1995b. Environmental impact of metals derived from mining activities: Processes, predictions, prevention. Journal Geochemical Exploration, 52: 5-23.

SCHNEIDER, A.W. Contribuição ao estudo dos principais recursos minerais do Rio Grande do Sul. Secretaria de Energia de Energia Minas e Comunicações, avulso da companhia Rio Grandense de Mineração, 1978, 47p.

Schwertmann, U. & Taylor, R.M. Iron Oxides. In: Dixon, J.B. & Weed, S.B. Minerals in soil environments (2nd ed.). (1989) Soil Sci. Soc..

SOARES, E, R; MELLO, Jaime Wilson Vargas de ; ABRAHAO, Walter A P . Mobilidade de Metais Pesados Presentes em Camadas da Formação Rio Bonito, na Mina de Carvão em Candiota RS. In: XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2009, Fortaleza. O Solo e a Produção de Bioenergia, Perspectivas e Desafios. Fortaleza, 2009. v. 1.

SOARES, E. R., Oxidação de Pirita e Distribuição de Metais Pesados em Depósitos Carboníferos Explorados em Candiota –RS Tese de Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas – UFV, 1998.

Soares, E. R.; Jaime Wilson Vargas de Mello; Carlos Ernesto Shaefer; Liovando Marciano da Costa, Cinza e carbonato de cálcio na mitigação de drenagem ácida em estéril de mineração de carvão, Revista Brasileira de Ciência do Solo, vol. 30, núm. 1, fevereiro, 2006, pp. 171-181 Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, Brasil.

TISSOT, B., DURAND, B., ESPITALIÉ, J., COMBAZ, A. Influence of nature and diagenesis of organic matter in formation of petroleum. Bull Amer. Assoc. Petrol. Geol., n58, p.499-506, 1974.

ZANELLA, R. Investigação dos problemas ambientais relacionados com a exploração intensiva e queima de carvão termoelétrico em Candiota – RS. Santa Maria: UFSM, 1988, 98 p. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal de Santa Maria, 1988.

DENSIDADE E DISTRIBUIÇÃO DO TAMANHO DAS PARTÍCULAS DE DIFERENTES SUBSTRATOS ORGÂNICOS PRODUZIDOS EM ESTAÇÃO FRIA E QUENTE

Ana Maria Oliveira Bicca¹; Tânia Beatriz G. A. Morselli²; Eloy Paulleto³; Fernando Pereira de Menezes⁴; Mariana Brasil Vidal⁵

¹Profa. M.Sc. CCR/URCAMP, PPGSPAF/UFPEL, Bagé-RS. E-mail: anabicca@hotmail.com; ²Profª. Drª. PPGSPAF/FAEM/UFPEL, Pelotas-RS; ³Prof. Dr. DS/FAEM/UFPEL, Pelotas-RS; ⁴Prof. Dr. CCR/URCAMP, Bagé-RS; ⁵Profª M.Sc. CCECA/URCAMP, Bagé-RS.

RESUMO: Com o objetivo de determinar a densidade e a distribuição do tamanho de partículas em diferentes substratos orgânicos em estações: fria (inverno) e quente (verão), desenvolveu-se um trabalho em casa de vegetação da EMBRAPA/CPACT, utilizando-se os seguintes resíduos: animais (esterços bovinos, suínos, eqüinos, ovinos e coelhos) e vegetais (borra-de-café e erva-mate). Os diferentes resíduos foram acondicionados em caixas de madeira (0,068m³), compondo sete tratamentos em um delineamento experimental em blocos ao acaso com quatro repetições. A vermicompostagem foi realizada utilizando-se 150 minhocas da Califórnia (*Eisenia foetida*) por caixa, durante 90 dias. Decorrido este período foram separadas do material e contadas todas as minhocas. Os substratos obtidos foram acondicionados em sacos plásticos e levados ao Laboratório de Física de Solos/FAEM/UFPEL, secados ao ar e analisados. As determinações realizadas foram: densidade do substrato e distribuição do tamanho de partículas. Pela análise dos resultados pode-se dizer que: cada substrato tem característica própria dependendo de sua constituição e procedência. Os agregados de maior tamanho predominam nos vermicompostos obtidos na estação quente, enquanto uma maior uniformidade de distribuição de agregados por tamanho é encontrada nos vermicompostos da estação fria. Os vermicompostos bovinos e suínos na estação fria e o substrato bovino na estação quente apresentam densidade adequada para um bom substrato.

Palavras-chave: Resíduos, vermicomposto, *Eisenia foetida*.

DENSITY AND DISTRIBUTION OF SIZE OF PARTICLES OF DIFFERENT ORGANIC SUBSTRATES PRODUCED IN HOT AND COLD SEASON

ABSTRACT: Aiming to determine the density and size distribution of particles in different organic substrates in seasons: cold (winter) and hot (summer) has developed a work in a greenhouse at EMBRAPA/CPACT, using the following wastes: Animals (manure cattle, pigs, horses, sheep and rabbits) and vegetables (coffee grounds and herb tea). Different wastes were packed in wooden boxes (0.068m³), comprising seven treatments I outlined in block experimental design with four replications. The vermicomposting was performed using 150 earthworms California (*Eisenia foetida*) box for 90 days. After this period the material were separated and counted all the worms. The substrates obtained were placed in plastic bags and taken to the Laboratory of Soil Physics / FAEM / UFPEL, air dried and analyzed. Measurements were taken: the substrate density and size distribution of particles. Based on these results we can say that:

each substrate has its own characteristic depending on their constitution and origin. The larger size aggregates predominate in the vermicompost obtained in the hot season, while a more uniform distribution of aggregate size is found in cool season vermicomposting. The cattle and pigs in the cold season and warm season bovine substrate have a density suitable for substrate.

Keywords: Waste, vermicompost, *Eisenia foetida*.

INTRODUÇÃO

Os substratos alternativos substituem cada vez mais o uso de solo mineral como meio de cultivo, propiciando aumentos expressivos na produção hortícola, o que vem ocorrendo em diferentes países da Europa, destacando-se a Espanha.

A utilização de substratos alternativos no Rio Grande do Sul (RS) difere desta realidade, necessitando maiores pesquisas de forma a permitir que esta atividade desenvolva o seu potencial econômico. Vários são os substratos utilizados na produção de mudas, dentre os vários materiais utilizados está o vermicomposto. A vermicompostagem surge como uma prática recomendável de reciclagem de resíduos orgânicos de modo a reduzir os problemas de poluição ambiental dentre as quais estão às causadas por esterco de animais e de resíduos de indústrias de alimentos. Esses materiais reciclados podem ser uma alternativa que busca assegurar produtividades sustentadas em longo prazo, através de práticas de manejo ecologicamente seguras. No RS estão disponíveis no mercado diferentes substratos orgânicos. No entanto verifica-se que faltam informações sobre suas características físico-químicas o que suscita dúvidas por parte dos técnicos e agricultores quanto a sua utilização. Para se valorizar agronomicamente o substrato orgânico torna-se importante as determinações das características físicas dos mesmos. As propriedades físicas de um substrato são primariamente mais importantes que as propriedades químicas do mesmo, já que as primeiras não podem ser facilmente modificadas (MILNER, 2001). Entre as principais características físicas a serem determinadas em substratos e que das quais dependem o crescimento das plantas estão à densidade de volume e a distribuição do tamanho das partículas (FERMINO, 2002).

A densidade do substrato é a relação entre a massa seca em estufa a 105°C e o volume que o substrato ocupa em condições de cultivo. Em geral é expressa em kg dm⁻³ ou g L⁻¹ (CALDEVILLA e LOZANO, 1993; HOFFMAN, 1970). Para que ocorra um adequado crescimento das plantas

é necessário que o substrato apresente determinada densidade, para poder suportar o crescimento da mesma. Quando a densidade for elevada ao ponto das raízes não conseguirem se desenvolver, a produtividade das plantas será prejudicada principalmente pela baixa disponibilidade de água e de nutrientes (GORDIYENCO e KOSTOGRYZ, 1990). Bunt (1993), relata que substratos com baixa densidade ($<400\text{g L}^{-1}$ ou $0,4\text{kg dm}^{-3}$), fornecem pouca estabilidade às plantas, ficando estas sujeitas ao tombamento. O mesmo autor considera como ideal o substrato com densidade entre 400 e 500g L^{-1} . Sabe-se que quanto maior a densidade de volume tem-se maior compactação, menor estrutura, menor porosidade e, conseqüentemente, maiores restrições para o crescimento e desenvolvimento das plantas (VERDONK, 1984). Segundo Wilson (1983); Caldevilla e Lozano (1993), os valores de densidade de volume são muito variáveis e estão em função do grau de compactação, conteúdo de água e distribuição das partículas por tamanho. Menezes Jr. (1998), trabalhando com vermicomposto de bovinos, obteve uma densidade seca de 623g L^{-1} , valores esses acima daqueles considerados como ideal segundo Bunt (1993). Souza et al. (1995), relatam que altos conteúdos de matéria orgânica contribuem para a diminuição da densidade de volume, influenciando diretamente sobre o conteúdo de água disponível. Esse fato deve estar correlacionado, a materiais com maior conteúdo de matéria orgânica possuir maior quantidade de agregados granulares. Os mesmos autores, trabalhando com a mistura de casca de amendoim compostada + vermiculita + pó de xaxim a qual apresentava 75% de matéria orgânica e $0,275\text{kg dm}^{-3}$ de densidade de volume, observaram que estas características favoreceram a germinação e a emergência de plântulas de *Tagetes patula*. A determinação da distribuição das partículas, por tamanho segundo Wilson (1983), é muito importante, pois, afeta características como: densidade de volume, espaço de aeração e a capacidade de retenção de água. Segundo Bellé (1990), não existem recomendações específicas quanto às faixas de diâmetros das partículas a serem utilizadas nos substratos hortícolas. Escalona e Melian (1976), citados pelo mesmo autor, recomendam que para cultivos hidropônicos, devem-se utilizar substratos com distribuição uniforme do tamanho das partículas, evitando assim que ocorra acomodação das partículas finas entre as maiores, pois, se isto acontecer, ocorrerá redução da porosidade total e do espaço de aeração (MINER, 1994). Sponer (1979),

classifica as partículas em material “grosso” (>2mm) e “fino” (<2mm). Segundo Miner (1994), as partículas com tamanhos compreendidos entre 1-10mm, exercem pouca influência sobre a porosidade total e a capacidade de retenção de água. A predominância de partículas menores que 1mm entretanto, reduzem a porosidade total e aumentam a capacidade de retenção de água. Handreck (1983), trabalhando com casca de pinheiro e areia, observou que as partículas menores que 0,5mm são as que controlam as propriedades físicas de um meio de cultivo. A presença destas partículas causa redução na porosidade total e no espaço de aeração, assim como um aumento na liberação de água a uma sucção de 10cm de coluna de água. Menezes Jr. (1998), trabalhando com vermicomposto, verificou que na classe de 4,76-2,00mm ficaram retidas 50% das partículas, sendo o restante retido nas classes inferiores, o que confere uma uniformidade ao material em relação ao tamanho de distribuição das partículas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na EMBRAPA/CPACT (Centro de Pesquisa de Agropecuária de Clima Temperado), junto ao Campus da Universidade Federal de Pelotas (UFPel) pertencente ao município de Capão do Leão - RS. O Delineamento Experimental utilizado foi de blocos ao acaso e o teste utilizado foi de Duncan a 5%, aplicando-se o Sistema SANEST, segundo Zonta e Machado (1984). Foram utilizados os seguintes resíduos: T1 (Esterco bovino semi-curtido), T2 (Esterco suíno semi-curtido), T3 (Esterco equino semi-curtido + casca de arroz), T4 (Esterco ovino semi-curtido), T5 (Esterco de coelho semi-curtido), T6 (Resíduo de erva-mate semi-curtido) e T7 (Borra-de-café semi-curtida) O experimento foi instalado em casa de vegetação em estação fria (maio-julho) e quente (novembro-fevereiro). Os materiais foram acondicionados em caixas de madeira não aromáticas (cedrinho) com as seguintes dimensões: 0,50m de comprimento x 0,34m de largura x 0,40m de altura com volume de 0,068m³. A inoculação das minhocas foi realizada no mesmo dia em todos os tratamentos na quantidade de 150 minhocas adultas e aptas a reprodução por repetição. Utilizaram-se minhocas do gênero *Eisenia* e espécie *foetida*. Em cada bloco foi instalado um termômetro químico, onde a temperatura foi verificada

semanalmente, juntamente com a verificação da umidade, realizada comprimindo-se a massa de substrato na mão, quando esta se apresentava seca, adicionava-se água (KIEHL, 1985). Decorridos 90 dias da instalação do experimento, os vermicompostos foram retirados das caixas, através da colocação de iscas, separando-se as minhocas e os casulos e procedendo-se a contagem segundo o método descrito por Martinez (1990). A densidade e a distribuição de partículas do substrato foram determinadas no Laboratório de Física de Solos da FAEM-UFPel, conforme metodologia descrita por Trombetta et al. (1992) e Prasad (1979) modificada por Grolli (1991) respectivamente. Para a determinação da densidade do substrato foram utilizados dois anéis de inox, denominados cilindro (I) e cilindro (II). O cilindro II foi pesado calculando-se seu respectivo volume. Com auxílio de uma fita crepe, colocou-se o cilindro I sobre o cilindro II e se encheu os dois com substrato não compactado. Na extremidade inferior do cilindro II colocou-se uma tela de tecido, preso com uma presilha de borracha para evitar perdas de substrato. O conjunto (cilindro I + cilindro II) foi colocado em uma bandeja plástica, onde se adicionou água aos poucos, até que o nível da mesma ficasse a 1cm da borda superior do cilindro I. Esse permaneceu na bandeja por um período mínimo de 72 horas para completa saturação. Após o período de saturação os cilindros foram retirados da bandeja, separados, secos com papel toalha para retirar o excesso de umidade e pesados, obtendo-se assim o peso saturado. Posteriormente, as amostras foram colocadas na mesa de tensão com uma sucção de 10cm de coluna de água até atingir o equilíbrio. Os cilindros foram retirados da mesa de tensão e pesados sem a presilha e sem o tecido, os quais foram pesados separadamente. Os anéis foram colocados em uma bandeja e levados a estufa a (105-110°C), até peso constante por um período mínimo de 24 horas. Os valores das densidades dos substratos foram obtidos aplicando-se a seguinte equação: $D_s = \frac{MSS}{V} - 1$, onde: MSS = massa (kg) de substrato seco em estufa a 105°C e V = volume (dm³).

Para a determinação da distribuição das partículas por tamanho utilizou-se a metodologia descrita por Prasad (1979), modificada por Grolli (1991). Este método consiste em utilizar uma amostra seca ao ar correspondente a 50g de amostra seca em estufa. As amostras foram passadas em peneira de 9,52mm e após, colocadas em um jogo de

peneiras, acoplada a um tamizador vibrador mecânico, por 3 minutos. As malhas das peneiras empregadas foram: 9,52-4,76; 4,76-2,00; 2,00-1,00; 1,00-0,50; 0,50-0,25 e <0,25mm.

Após vibração, o material retido em cada peneira foi pesado, sendo o valor utilizado para o cálculo da porcentagem sobre o peso total da amostra, aplicando-se a seguinte equação: $F\% = PF/P \times 100$ onde: F% = porcentagem da fração retida em cada peneira; PF = peso em gramas da fração do substrato considerado; P = peso da amostra em gramas, seca em estufa a (105°C).

Neste trabalho, partícula é sinônimo de um conjunto de partículas unidas entre si por forças coesivas e agregantes e não de partículas individualizadas, esse conjunto receberá a designação de agregado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da distribuição percentual dos agregados por tamanho dos diferentes vermicompostos estudados na estação fria são mostrados na Tabela 1. Observa-se que, com relação aos vermicompostos de origem animal, de uma maneira geral as maiores concentrações de agregados se encontram nas classes de 4,76 a 0,50mm. Com relação aos vermicompostos de origem vegetal, entretanto observa-se um comportamento semelhante para a erva-mate ressaltando um predomínio de agregados nas classes 1,0- 0,25mm. Para o vermicomposto obtido da borra-de-café ocorreu predomínio de agregados compreendidos entre as classes 9,52 e 0,50mm. O fato da borra-de-café apresentar um alto valor de agregados pertencentes à classe de 9,52-4,76mm está provavelmente relacionado ao grande número de hifas fúngicas observadas neste vermicomposto, o que favoreceu a agregação das partículas. Os resultados obtidos, em relação aos vermicompostos de origem animal, estão de uma maneira geral de acordo com os citados por Menezes Jr. (1998), que trabalhando com vermicomposto bovino encontrou uma uniformidade gradual na distribuição do tamanho de agregados na classe de 2,00-0,50mm.

Pode-se atribuir a uniformidade de distribuição dos agregados encontrada em todos os vermicompostos, a uma atividade microbiana lenta e contínua, uma vez que a temperatura em todos os tratamentos foi semelhante ficando em torno de 16°C, sendo que a temperatura favorável

para esta atividade deveria estar entre 25 e 35°C. Em relação à atividade das minhocas pode-se dizer que na estação fria a atividade é menor uma vez que a temperatura exigida pela espécie em estudo está na faixa de 25°C, segundo Morselli (2009).

Tabela 1. Distribuição percentual dos agregados por tamanho dos diferentes vermicompostos estudados na estação fria.

Vermicompostos	Classes de distribuição de tamanho (mm)					
	9,52-4,76	4,76-2,00	2,00-1,00	1,00-0,50	0,50-0,25	<0,25
Bovinos	3,69 e	29,90 a	29,83 a	26,51 e	7,49 e	2,57 e
Suínos	4,17 e	26,11 b	25,61 bc	24,00 d	12,34 b	7,47 a
Eqüinos	7,71 d	23,38 c	25,20 bc	31,89 a	9,05 c	2,76 c
Ovinos	11,80 e	18,19 cd	20,74 d	33,84 a	12,67 b	2,75 c
Coelhos	15,92 b	17,69 cd	24,49 c	29,49 b	9,54 c	2,87 c
E-Mate	9,55 d	16,69 d	15,71 e	26,63 e	23,28 a	7,75 a
B-Café	21,18 a	19,83 c	19,65 d	26,60 e	7,53 e	5,21 b

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

Na tabela 2 são apresentados os resultados da distribuição percentual dos agregados por tamanho na estação quente. Observa-se que houve um predomínio de agregados de maior tamanho quando comparado com a estação fria, em todos os vermicompostos principalmente na classe 9,52-4,76mm. Convém ressaltar que nos vermicompostos provenientes de bovinos, eqüinos e da erva-mate houve uma uniformidade de distribuição dos agregados até a classe 2,00-1,00mm, enquanto que nos vermicompostos provenientes de suínos, coelhos e da borra-de-café, a classe predominante foi a que apresentou o tamanho 9,52-4,76mm. Com relação ao vermicomposto proveniente de ovinos observa-se uma distribuição praticamente uniforme até a classe 1,00-0,50mm.

Pode-se atribuir estes resultados a uma maior atividade microbiana, devido à temperatura ter permanecido entre 22,5 e 27,5°C, faixa esta exigida pelos microrganismos atuantes no processo, o que favoreceu também a atividade das minhocas, observada em alguns tratamentos pelo maior número e em outros observados visualmente pelo maior tamanho das mesmas. Outro fator que pode ter favorecido a agregação das partículas foi o maior número de ciclos alternados de umedecimento e secagem devido a maiores variações ambientais, o que não ocorreu na estação fria. Resultados semelhantes foram obtidos por Bellé

(1990) para os materiais areia, turfa e casca de arroz carbonizada. A mistura solo + areia concentrou sua distribuição nos tamanhos médios a pequenos (2,0–0,25mm), apresentando baixos teores percentuais nas demais classes. Esta concentração manteve-se em solo + areia + casca de arroz carbonizada, porém com predominância de partículas com tamanhos entre 1,0 e 0,5mm, o que sugere um aumento no espaço de aeração em relação à mistura anterior.

Tabela 2. Distribuição percentual de agregados por tamanho dos diferentes vermicompostos estudados na estação quente.

Vermicompostos	Classes de distribuição de tamanho (mm)					
	9,52-4,76	4,76-2,00	2,00-1,00	1,00-0,50	0,50-0,25	< 0,25
Bovinos	16,62 g	35,34 a	27,24 a	12,16 b	4,34 b	4,00 a
Suínos	81,38 b	8,97 d	3,71 e	1,98 d	1,84 cd	2,12 bc
Equinos	35,60 d	35,00 a	17,74 d	7,50 e	2,35 bc	1,80 bc
Ovinos	22,76 f	23,11 c	20,29 c	23,12 a	7,29 a	3,13 ab
Coelhos	67,14 c	10,44 d	6,01 e	6,95 c	7,33 a	2,13 bc
E-Mate	29,09 e	31,57 b	24,30 b	9,18 c	4,42 b	1,44 c
B-Café	85,73 a	10,11 d	0,96 f	0,80 d	0,60 d	0,98 d

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

As densidades dos vermicompostos (Tabela 3), diferiram significativamente entre si, já era de se esperar, pois são materiais originalmente com densidades diferentes, destacando-se na estação fria os vermicompostos provenientes de bovinos e suínos (0,53 e 0,59kg dm⁻³) e na estação quente bovinos (0,56kg dm⁻³). Estes dados segundo Bunt (1993) e Goh e Haynes (1977), estão dentro da faixa ideal que se situa entre 0,4 e 1,00kg dm⁻³.

Os demais vermicompostos apresentaram uma densidade que variou de 0,16 a 0,38kg cm⁻³ o que pode ser explicado pela presença de casca de arroz no esterco equino e devido à erva-mate e a borra de café serem resíduos vegetais. Conforme Bellé (1990), estes materiais de baixa densidade quando adicionados a materiais de alta densidade, contribuem de maneira benéfica à fixação das plantas.

Tabela 3. Densidade dos vermicompostos nas estações fria e quente.

Vermicompostos	Densidade do Substrato (kg dm ⁻³)	
	F. FRIA	F. QUENTE
T1 – Bovinos	0,53 b	0,56 a
T2 – Suínos	0,59 a	0,33 b
T3 – Equinos	0,16 c	0,29 c
T4 – Ovinos	0,38 c	0,31 bc
T5 – Coelhos	0,21 d	0,24 d
T6 – Erva-mate	0,18 e	0,20 e
T7 – Borra-café	0,22 d	0,18 e

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

A baixa densidade dos vermicompostos nas duas estações pode ser atribuída à elevada percentagem de carbono orgânico presente nos substratos sendo: 27% nos substratos bovinos e suínos, 26% eqüinos, 25% ovinos e 23% coelhos, 22% na erva-mate e borra de café, estes dados exceto borra de café, erva-mate e esterco de coelhos estão dentro do que é considerado ideal para Verdonck et al. (1981) e Penningsfeld (1983), onde o valor ideal de C orgânico para substratos utilizados na produção de mudas em recipientes, deve ficar acima de 25%.

CONCLUSÕES

- Os vermicompostos provenientes da estação fria apresentam características diferentes dos obtidos na estação quente;
- Os agregados de maior tamanho predominam nos vermicompostos obtidos na estação quente, enquanto uma maior uniformidade de distribuição de agregados por tamanho é encontrada nos vermicompostos da estação fria.
- Os vermicompostos bovinos e suínos na estação fria e o substrato bovino na estação quente apresentam densidade adequada para um substrato.

REFERÊNCIAS

BELLÉ, S. Uso da turfa “Lagoa dos Patos” (Viamão - RS) como substrato Hortícola. Porto Alegre, 1990. 142p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Faculdade de Agronomia, UFRGS, 1990.

DENSIDADE E DISTRIBUIÇÃO DO TAMANHO DAS PARTÍCULAS DE DIFERENTES
SUBSTRATOS ORGÂNICOS PRODUZIDOS EM ESTAÇÃO FRIA E QUENTE

BUNT, A. C. Principles of nutrition Media and mixes for container-grown plants. London: Unwin and Hyman, 1993. Cap. 4. 309p.

CALDEVILLA, E. M.; LOZANO, M. G. Cultivo sin suelo: hortalizas en clima Mediterraneo. Compendio de Horticultura 3. Espanha. 1993. p. 33-38.

ESCALONA, A. L.; MELIAN, G. P. Substratos y sus propiedades. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON SOILESS CULTURE, 4. Las Palmas, 1976. Proceedings..., Wageningen, IWOSC, 1976. p. 303-312.

FERMINO, M. H. O uso da análise física na avaliação da qualidade de componentes e substratos. In: FURLANI, A. M. C.; BATAGLIA, O. C.; ABREU, M. F.; ABREU, C. A.; FURLANI, P. R.; QUAGGIO, J. A.; MINAMI, K. Caracterização, manejo e qualidade de substratos para a produção de plantas. Campinas: Instituto Agrônomo, 2002. p. 29-37.
GOH, K. M.; HAYNES, R. J. Evaluation of potting media for commercial nurseryproduction of container grown plants: 1 – Physical and chemical characteristics of soil and soiless media and their constituents. New Zeland Journal of Agricultural Research, Wellington, 1977. 20:363-370.

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

GROLI, P. R. Composto de lixo domiciliar urbano como condicionador de substratos para plantas arbóreas. Porto Alegre, 1991. 114p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Faculdade de Agronomia, UFRGS, 1991.

HANDREK, K. A. Particle Size and the Physical Properties of Growing Media for Containers, Communication in Soil Science and Plant Analysis, New York, 1983. 14(3): 209-222.

HOFFMANN, G. Verbindliche Methoden zur Untersuchung von TKS und Gartnerischen Erden. Mitteilungen der VDLUFA, 1970. Heft. 6:129-153.

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

MARTINEZ, A. A. A Grande Poderosa Minhoca: Manual Prático do Minhocultor. Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. 1990, 101p.

MILNER, L. Water and Fertilizers management in substrates. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF CITRUS NURSERYMEN, 6., Ribeirão Preto, 2001. Proceedings... Ribeirão Preto: ISCN, 2001. p.108-111.

MINER, J. A. Substratos, propiedades y caracterización. Ed. Mundi-Prensa S. A. Madrid. 1994. p. 40-42.

- MENEZES JR., F. O. G. Caracterização de diferentes substratos hortícolas e seu efeito na produção de mudas de alface e couve flor em ambiente protegido. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, UFPel, 1998. 141p.
- MORSELLI, T. B. G. A. *Biologia do Solo*. 1. ed. Pelotas - RS: Editora e Gráfica Universitária PREC-UFPel, 2009. v. 01. 145 p
- PENNINGSFELD, F. Kultursubstrate für den gartenbau, besonders in Deutschland: ein kritischer Überblick. *Plant and Soil*, The Hague, 1983.v.75, p.269-281,.
- PRASAD, M. Physical Properties of Media for Container-Grown Crops. I. New Zealand Peats and Wood Wastes. *Scientia Horticulturae*. Amsterdam, 1979.10: 317-323.
- SOUZA, M. M.; LOPES, L. C.; FONTES, L. E. Avaliação dos substratos para o cultivo de Crisântemo (*Chrysanthemum morifolium* Ramat., Compositae) “White polaris” em vasos. *Revista Brasileira Horticultura Orn.*, Campinas, 1995. v. 1, n. 2, p. 71-77.
- SPONER, L. A. Three simple demonstrations of the physical effects of soil Amendment. *Hort Science*, Alexandria, 1979. v. 14, n.1. p. 75-77.
- VERDONCK, O. Reviewing and evaluation of new materiales used as susbstrates. *Acta Horticulturae*, 1984. v. 150, p. 155-160.
- VERDONCK, O.; VLEESCHAUMER, D.; DE BOODT, M. The influence of the substrate to plant growth. *Acta Horticulturae*, Wageningen, 1981. v.150, p.467-473.
- WILSON, G. C. S. The physico-chemical and physical properties of horticultural substrates. *Acta Hort.*, Wageningen, 1983. v. 150, p. 19-33.
- TROMBETTA, A.; BELSIORE, G.; PICCONE, G.; NAPPI, P.; BARBERIS, R. Metodi di analisi dei compost, dipartimento di valorizzazioni e protezioni telle risorse agro-sorestali Sez. *Chimica Agrária Università di Torino*. Outubro, 1992.
- ZONTA, E. MACHADO, A. A. Sistema de análise estatística para microcomputadores (SANEST). Pelotas: UFPel, 1984.

DESEMPENHO AGRONÔMICO E CUSTO DE PRODUÇÃO DO FEIJÃO SUBMETIDO A DIFERENTES FERTILIZANTES

Ivan Renato Cardoso Krolow⁽¹⁾; Daniela da Rocha Vitória Krolow⁽²⁾; Tânia Beatriz Gamboa A. Morselli⁽⁴⁾

¹Dr.Ciências do solo – Fepagro Sul- ivanrk.rk@ibest.com.br; ²Dra. Fitotecnia-Produção Vegetal-Fepagro Sul; ³ Dra.-DS-FAEM-UFPEl

Resumo: Visando avaliar o desempenho agronômico e o custo de produção do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) submetido a diferentes fertilizantes realizou-se um experimento na região Sul do Rio Grande do Sul, no município do Capão do Leão. O solo foi classificado como ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico, onde foram dispostos quatro tratamentos e cinco repetições em blocos casualizados, composto de parcelas de 50m² cada, totalizando 20 parcelas. Os tratamentos testados foram: T1-Testemunha- 0 kg ha⁻¹, T2-Fertilizante mineral convencional 5-30-20: 350 kg ha⁻¹, T3-Fertilizante organo-mineral 4-12-08: 350 kg ha⁻¹ (linhito) e T4-Fertilizante orgânico ‘cama de peru’: 800 kg ha⁻¹. As variáveis avaliadas nesse estudo foram: precipitação pluviométrica, altura de plantas, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, rendimento de grãos e relação custo benefício obtida da diferença entre o valor dos insumos empregados e a mão de obra e o rendimento de grãos. Diante dos dados conclui-se, o nitrogênio foi o principal limitante do rendimento agronômico, o acréscimo em rendimento de grãos em função de P₂O₅ foi eficiente até 70kg ha⁻¹, o acréscimo em rendimento de grãos em função de K₂O foi eficiente até 56kg ha⁻¹, os tratamentos T2- Mineral 5-30-20 e T3- Organo-mineral 4-12-08 apresentaram as melhores respostas para a altura de plantas, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens, peso de grãos, diante da análise econômica dos fertilizantes testados T2- Mineral 5-30-20 e T3- Organo-mineral 4-12-08 apresentaram as melhores respostas.

Palavras-chave: nitrogênio, fósforo, custo benefício.

AGRONOMIC PERFORMANCE AND COST OF PRODUCTION OF BEANS UNDER DIFFERENT FERTILIZER

Abstract: To evaluate the agronomic performance and cost of production of the bean (*Phaseolus vulgaris* L.) submitted to different fertilizers was carried out an experiment in the southern region of Rio Grande do Sul. The soil was classified as a typical Yellow Argisol Distrophic, where been four willing treatments and five replications in completely randomized blocks, consisting of plots of 50m² each, totaling 20 plots. The treatments were: T1-fertilizer absence -0 kg ha⁻¹, T2- mineral fertilizer 5-30-20: 350kg ha⁻¹, T3-organic-mineral fertilizer 4-12-08: 350kg ha⁻¹ (lignite) and T4-organic fertilizer ‘turkey bed’: 800 kg ha⁻¹. The variables in this study were: rainfall, plant height, height of insertion of the first pod, number of pods per plant, grain yield and cost benefit obtained from the difference between the value of inputs and labor, employees and income of grains. Considering the data found, the nitrogen

was the main limiting the agronomic performance, the increase in grain yield (P2O5) was efficient up to 70 kg ha⁻¹, the increase in grain yield (K2O) was efficient up to 56 kg ha⁻¹, the T2- mineral fertilizer and T3-organic-mineral fertilizer showed the best answer for the plant height, height of insertion of the first pod, number of pods, weight of grains, after the economic analysis of fertilizers tested T2- mineral fertilizer and T3- organic-mineral fertilizer showed the best answer.

keywords: nitrogen, phosphorus, cost-effective.

INTRODUÇÃO

O cultivo do feijão (*Phaseolus vulgaris L.*) é realizado principalmente em pequenas propriedades, essas em sua maioria caracterizadas pela mão de obra familiar. Além de ser considerado por muitos povos como a maior fonte de proteína vegetal é um alimento com função socioeconômica importante para o Brasil. É importante na dieta e na economia da população brasileira, principalmente nas comunidades de baixa renda, pois pode fornecer proteína vegetal a valores inferiores ao da proteína animal. Embora a produtividade nacional tenha aumentado em 37,5% no período de 1975 a 2004, ainda é considerada baixa.

O cultivo e o consumo de feijão no Brasil vêm diminuindo nas últimas três décadas e o percentual dessa redução chega a 50%. O menor interesse por esse alimento se deve a muitos fatores, como a facilidade com que os alimentos alternativo-industrializados têm chegado ao alcance dos consumidores. Associado a redução de consumo percapita há redução também de área cultivada no país, ocorrendo assim a importação dessa leguminosa. O baixo preço pago à saca até as safras de 2004/05 não permitiam maiores investimentos pelos agricultores e assim a produtividade média brasileira não consegue aproximar-se de 1 Mg ha⁻¹ o que está longe do potencial da cultura (VIEIRA, 1988). Outro fator importante que tem interferido nas lavouras é o alto custo de produção derivado da mão-de-obra e insumos industrializados. Mesmo assim, segundo a CONAB, 2007 a região Sul do Brasil vai ser a principal produtora de feijão na safra 2007/08, com estimativa de 1.006,8 milhões de toneladas.

Embora nos últimos anos as produtividades das lavouras de feijão tenham aumentado, para que ocorra uma maximização dos recursos despendidos na atividade, principalmente naqueles que tangenciam o uso de insumos, há necessidade de estudos mais condizentes com a relação custo-benefício que permitam uma interpretação adequada a realidade do agri-

cultor. Embora se tratando de uma Fabaceae com capacidade de fixação biológica de N_2 quando em simbiose plena, o nitrogênio (N) ainda é um dos nutrientes mais adicionados ao solo através das formulações convencionais 'NPK' e uréia, sendo considerado um dos nutrientes mais caros no mercado. Dentre os macronutrientes o N e o potássio são retirados do solo em maiores quantidades. O fósforo (P), cálcio, magnésio e enxofre são também extraídos em quantidades consideráveis (GUEDES e JUNQUEIRA NETO, 1978). Carvalho et al. (2001) discorre que o N é o macronutriente que apresenta deficiências nutricionais mais freqüentes na cultura do feijão comum. Os autores ainda consideram que se deve precisar a dose e época corretas, de modo a propiciar boa nutrição da planta no momento em que ainda é possível aumentar o número de vagens por planta, ou seja, até o início do florescimento para recuperação da produtividade da cultura. O rendimento de grãos do feijão é obtido pela interferência das características fisiológicas, como morfológicas e sua produção geralmente é expressa através de três componentes que são o número de vagens por planta, número de sementes por vagem e peso de grãos (FAGERIA et al., 1991).

Outro macronutriente de grande importância é o P que muitas vezes é adicionado ao solo e pouco é disponibilizado às plantas principalmente naqueles solos pobres em matéria orgânica (MO) e ácidos. Uma das importâncias da MO adicionada ou presente no solo é de possuir grupos funcionais carboxílicos e fenólicos responsáveis pelo bloqueio dos sítios de carga positiva dos óxidos de Fe e Al, reduzindo a adsorção do P (HUE, 1991). A elevação do pH do solo pela calagem, aumentando a concentração e atividade dos íons OH^- em solução, promove a precipitação de Fe e Al, reduzindo a precipitação de P-Fe e P-Al de baixa solubilidade; há, também, geração de cargas negativas pela desprotonação de hidroxilas expostas nas argilas e matéria orgânica, ocorrendo repulsão entre o fosfato e a superfície adsorvente (MCBRIDE, 1994).

Para diminuir os custos com fertilizantes os agricultores recorrem a fontes alternativas, os esterco, as camas de aviário, e muitos outros resíduos agroindustriais são utilizados em larga escala. Em áreas onde há continuidade do uso de esterco tem se observado uma maior disponibilidade de potássio (CAMARGO, 1984; KIMOTO, 1993). A combinação dos fertilizantes convencionais com esterco de aves também permite maiores respostas agrônômicas do feijoeiro conforme resultados encontrados (SCHERER e BARTZ, 1984; VIEIRA, 1988). Para amenizar os gastos com insumos ou

até mesmo substituí-los por resíduos da atividade agropecuária, diferentes dejetos, camas de aviário, compostados ou vermicompostados, depois de adequado tratamento são utilizados como fertilizantes ou condicionadores de solo. Estes além de disponibilizarem os nutrientes necessários as culturas, podem melhorar as condições físicas e biológicas do solo. Nesse contexto, também surgiram nos últimos anos os fertilizantes orgânicos industrializados como cama de peru e frango peletizados, fertilizantes organo-minerais resultantes da combinação dos mais diferentes materiais. Estes fertilizantes alternativos podem contribuir com a redução dos custos de lavoura, no entanto, ainda necessita de investigações quanto à viabilidade econômica, manutenção da fertilidade e saúde do solo.

Konzen (2003) encontrou produtividades de milho com uso de doses crescentes de dejetos suínos (45, 90, 135 e 180m³ ha⁻¹) superiores à adubação química exclusiva em 48%, 85%, 112% e 119%, respectivamente, variando de 5,2 a 7,7Mg ha⁻¹, em solos de cerrado de baixa fertilidade natural (safra 85/87). A MO dos resíduos é a fonte de nutrientes mais complexa e equilibrada para as plantas quando comparada aos adubos minerais (AUBERT, 1985; PIRES e JUNQUEIRA, 2001). A utilização de dejetos e outros compostos orgânicos é uma alternativa promissora que pode reduzir a entrada de fertilizantes convencionais na propriedade e permitir uma maior lucratividade (ALMEIDA et al., 1982; SILVA JÚNIOR, 1986; MUNIS et al., 1992). Dessa forma, “ela” possibilita a liberação de nutrientes às plantas, permitindo aos agricultores a obtenção de um insumo de baixo custo e ótima qualidade, proporcionando economia no consumo de fertilizantes minerais (MELO et al., 2000).

A amenização dos custos de produção através do uso de fertilizantes alternativos sejam eles industrializados ou não pode estar entre as alternativas viáveis para a cultura do feijoeiro, permitindo assim uma maior lucratividade ao agricultor. Diante do exposto, esse trabalho tem por objetivo avaliar o desempenho agrônômico e o custo de produção do feijão submetido a diferentes fertilizantes.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado numa propriedade rural caracterizada pela pecuária leiteira e de corte na região Sul do Rio Grande do Sul, localidade da Hidráulica no município do Capão do Leão, cujas coordenadas geográficas

são S 31° 41' 34" e W 52° 31' 54". Cultivou-se o feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. Macanudo de hábito de crescimento indeterminado (tipo III) originado de cruzamento entre materiais da EMBRAPA, introduzida primeiramente em Santa Catarina e em 1989 no Rio Grande do Sul. O solo é classificado como ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico (EMBRAPA, 2006) caracterizado quimicamente pela análise laboratorial obtida na Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas (Tabela I).

Tabela I. Análise química da área experimental obtida de amostras coletadas na profundidade de 0 - 20 cm. Capão do Leão - RS, 2007.

pH _{água 1:}	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC _{efetiva}	Saturação Al	MO Bases	Argila	
.....cmol _c dm ⁻³%.....				
4,8	2,0	0,6	1,4	4,9	4,2	36	34	2,1	16
Text.	Índice SMP	CTC _{pH7}	P _{-Mehlich}	k	Na	Fe	Mn	Cu	Zn
	cmol _c dm ⁻³mg dm ⁻³				
4	5,9	7,7	2,6	28	21	13	17	1,0	1,3

Em 01/10/2007 procedeu-se a aração mais duas gradagens e incorporação do calcário 'tipo B' na quantidade exata para atingir pH 6,0 na profundidade de 20 cm. A semeadura do feijão foi realizada em 20/12/2007 mantendo-se uma distância entre linha de 60cm e após a emergência realizou-se o desbaste ajustando-se a população à 250.000 plantas ha⁻¹.

O experimento foi disposto em quatro tratamentos e cinco repetições em blocos totalmente casualizados, composto de parcelas cujas medidas apresentam 5m de largura por 10m de comprimento cada, totalizando 20 parcelas. Os tratamentos testados foram: T1-Testemunha- 0 kg ha⁻¹, T2-Fertilizante mineral convencional 5-30-20: 350kg ha⁻¹, T3-Fertilizante organo-mineral 4-12-08: 350 kg ha⁻¹ (parte orgânica denominada de linhito) e T4-Fertilizante orgânico 'cama de peru': 800kg ha⁻¹. A adubação de cobertura foi realizada com uréia: 72 kg ha⁻¹ utilizada nos tratamentos T2 e T3 em 19/01/08. As recomendações para adubação mineral NPK seguiram as orientações específicas para o feijoeiro, conforme a COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC, de 1,5Mg ha⁻¹ de grãos. Os demais fertilizantes (organo mineral e cama de peru) seguiram as recomendações dos fabricantes. As análises químicas da cama de peru são dispostas na Tabela II. 2004, para o fertilizante utilizado em T2 tendo como objetivo o rendimento.

Tabela 2. Caracterização química da cama de peru. Capão do Leão - RS, 2007.

pH	Ca%	Mg%	Cu%	N ³ %	CO%	S%	Co%	Zn%
7,0	2,58	0,35	0,01	2,50	30	0,21	0,04	0,04
B%	CTC/C	CTC	P ₂ O ₅ %	K ₂ O%	Na%	Fe%	Mn%	Cu%
0,05	18,00	500	2,0	2,0	0,20	0,98	0,06	0,01

A colheita manual foi realizada em 12/04/2008 e as avaliações a campo foram realizadas em cinco linhas centrais de cada parcela sendo desconsideradas as demais linhas de plantio (bordaduras). A umidade da massa de grãos observada na colheita, posteriormente, foi corrigida para 13% na base úmida. As variáveis avaliadas nesse estudo foram: precipitação pluviométrica, altura de plantas, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, rendimento de grãos (kg ha⁻¹) e relação custo benefício obtida da diferença entre o valor dos insumos empregados e a mão de obra e o rendimento de grãos. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, Teste de médias (Duncan 5%) de probabilidade, e análise de regressão utilizando-se o Sistema de Análises Estatística-Winstat conforme (MACHADO, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No cultivo do feijão foi registrada uma precipitação acumulada durante os 115 dias de 526,70mm distribuídas em três fases fisiológicas. Na primeira fase (germinação ao início da floração) que esta compreendida entre o primeiro e o quadragésimo dia da semeadura, observou-se uma precipitação parcial de 230,90mm, na segunda fase (floração) foi de 122,30mm e na terceira e última fase (maturação) foram registrados 173,50mm (Figura 1). Segundo Loureiro et al. (1990), a disponibilidade de água no solo é de fundamental importância para a cultura do feijoeiro e sua necessidade hídrica esta em torno de 300 e 500 mm, contudo, podem ser obtidas colheitas satisfatórias com valores inferiores a estes. Em trabalhos realizados por Silveira e Stone (1994) os autores encontraram maiores produções ao utilizar uma lâmina de água de 6mm dia⁻¹ e menor quando a lâmina foi de 2mm dia⁻¹.

O acumulado hídrico total das três fases esta de acordo com a necessidade da cultura e na fase de maior importância para o feijoeiro, a repro-

dutiva, há precipitação observada foi maior. No entanto, é observada uma estiagem de sete dias durante a floração o que pode ter provocado abscisão de flores e conseqüentemente a redução do número de vagens por planta, como também a redução do número de grãos principalmente nos tratamentos T1 e T4 (Tabela 3). Outro fator associado ao estresse hídrico foi o solo de textura arenosa onde foi instalado o experimento.

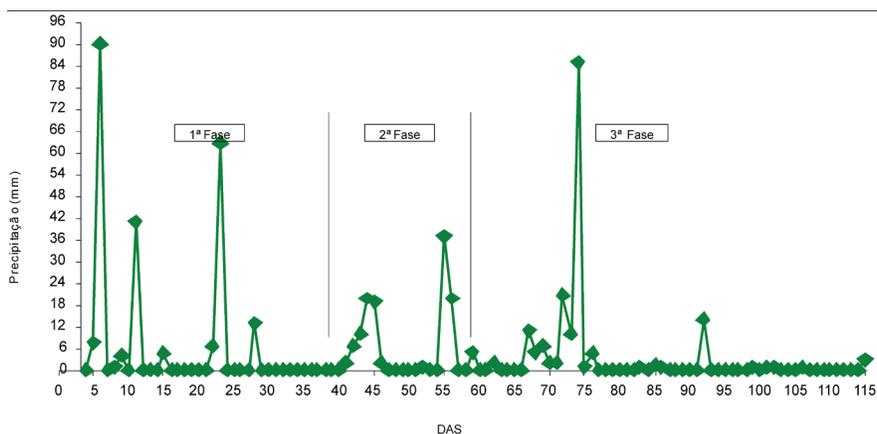


Figura 1. Precipitação pluviométrica em relação aos dias após a semeadura (DAS) na cultura do feijoeiro. Capão do Leão-RS, 2007/08.

Os resultados de altura de plantas (AP), altura de inserção da primeira vagem (AIPV), número de vagens por planta (NVP) e rendimento de grãos (RG) são disponibilizado na tabela 3. As AP observadas nos diferentes tratamentos apresentaram diferenças significativas onde os tratamentos T1 e T4 apresentaram respostas menos favoráveis em relação aos tratamentos T2 e T3, como também é observado nas variáveis AIPV e NVP. A avaliação da AP e AIPV esta entre os parâmetros de maior importância para a cultura do feijoeiro uma vez que estão diretamente relacionadas à colheita quando mecanizada e a sanidade dos grãos. O rendimento de grãos encontrado nos diferentes tratamentos ficou acima da média nacional (800kg ha^{-1}) até mesmo no tratamento T1 (sem a adição de fertilizante). Esse fato se deve provavelmente a correção do pH do solo através da calagem a fim de elevar o pH a 6,0 o mais adequado a cultura, favorecendo a disponibilidade de nutrientes, principalmente P. A quantidade e a proporção de cargas elétricas no solo estão condicionadas ao pH da solução, havendo elevação das cargas negativas e, conseqüentemente,

redução do fenômeno de adsorção de P, com o aumento do pH por meio da calagem (MEURER et al. 2004). As respostas obtidas em T2 e T3 podem estar relacionadas às adubações nitrogenadas de base e de cobertura, uma vez que em T2 foi fornecido 50kg N ha⁻¹ e em T3 46kg N ha⁻¹. O déficit de N influencia diretamente na formação de flores que conseqüentemente irá influenciar no número de vagens como pode ser observado em T1 e T3. A adição da adubação nitrogenada antes do florescimento pode aumentar o número de vagens por planta (PORTES, 1996). Estes resultados concordando com o de Meira et al. (2005) que constataram um aumento no número de vagens por planta no feijoeiro ao aplicar diferentes dosagens de N em cobertura e em diferentes períodos.

Tabela 3. Altura de plantas (AP), altura de inserção da primeira vagem (AIPV), número de vagens por planta (NVP) e rendimento de grãos (RG) do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Capão do Leão-RS, 2007/08.

Tratamentos*	Dosagem (kg ha ⁻¹)	AP (cm)	AIPV (cm)	NVP	RG (kg ha ⁻¹)
T1	0	53,34b	6,50b	6,91b	638,80c
T2	350	60,52a	11,10a	10,62a	1.352,60a
T3	350	58,68a	10,80a	9,17ab	1.315,80a
T4	800	55,19b	7,30b	7,04b	807,40b
CV (%)		16,67	13,34	19,17	8,13

*T1-Testemunha; T2- Mineral 5-30-20; T3- Organo mineral 4-12-08 e T4- Cama de peru 2,5-2-2. **Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade de erro.

As respostas encontradas nos diferentes tratamentos parecem estar mais relacionadas aos efeitos dos diferentes fertilizantes do que a necessidade hídrica, mesmo que as chuvas não tenham sido bem distribuídas (Figura 1). A mesma significância estatística é observada em T2 e T3, onde há superioridade dos valores encontrados em relação aos demais tratamentos pode ser explicada pela maior disponibilidade de nutrientes, sendo superior ao T4 que apresenta 40% do N encontrado em T2 e 43,47% do N encontrado em T3. Dessa forma ocorreu o esperado, ou seja, onde se disponibilizou mais N obteve-se maior rendimento de grãos, confirmado pela análise de regressão onde se observa um efeito linear dessa relação (Figura 2). Gomes Junior et al. (2008) relatam que a decisão entre aplicar uma dose maior ou menor é dependente de muitos fatores e necessita de cautela para manter a viabilidade econômica da atividade.

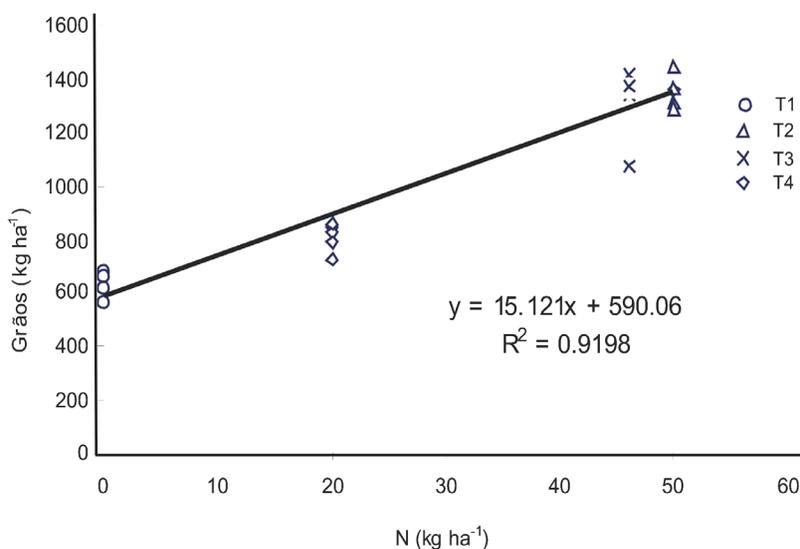


Figura 2. Rendimento de grãos em função da concentração de nitrogênio nas formulações. Capão do Leão-RS, 2007/08.

Nos tratamentos T2, T3 e T4 a disponibilidade de P_2O_5 decresce da mesma forma que a de N sendo igual a 105kg ha^{-1} , 42kg ha^{-1} e 16kg ha^{-1} respectivamente. Embora as diferenças observadas nas concentrações de P_2O_5 entre os fertilizantes sejam consideráveis em T2 e T3 a maior disponibilidade do primeiro não foi transferida para o feijoeiro como resposta em produção de grãos, uma vez que, não apresentaram diferenças estatísticas. Na Figura três a análise de regressão mostra uma eficiência no rendimento de grãos positiva, ou seja, de máxima eficiência econômica a adição de 70kg ha^{-1} de P_2O_5 , a seguir um decréscimo. Sendo assim, em T3 poderia se dizer que mesmo com 40% do fósforo encontrado em T2 o rendimento de grãos não foi afetado. Esses resultados contrariam os encontrados por Miranda et al. (2000) na cultura do feijão comum os quais constataram que quanto mais elevados forem os níveis de P, maiores serão as produtividades, uma vez que houve resposta linear às doses de adubação fosfatada aplicadas a lanço, antes do plantio, de até 1.000kg ha^{-1} de P_2O_5 . Essas respostas poderiam estar relacionadas à composição desses fertilizantes. Em T3 há combinação de parte mineral e parte orgânica, essa poderia estar favorecendo a disponibilidade desse nutriente às plantas em função da menor fixação do P solúvel aos sítios de adsorção, como também uma menor perda de nutrientes por lixiviação, já que o solo apresen-

tou uma textura arenosa. Segundo Marschner (2002) a menor disponibilidade de P afeta também o crescimento da parte vegetativa limitando-a, pois interfere na regulação do fosfato, síntese de amido e transporte de carboidratos em células foliares. Essa interferência para o feijoeiro é um limitante ainda maior, trata-se de uma planta C3, muito dependente dos processos fotossintéticos que iram formar até 95% da fitomassa seca total. Essas observações podem justificar o menor AP, AIPV e NVP encontrados em T1 e T4, ou seja, o déficit desse nutriente em T4 que disponibiliza uma concentração de 15,23% de P_2O_5 do encontrado em T2 representando um rendimento de grãos 59,70% menor. Outro fator que pode ter contribuído negativamente é relacionado à forma de aplicação dos fertilizantes, nesse caso, a lanço, já que o sistema radicular lateral dessa leguminosa raramente atinge 0,30m. Conforme Rosolem (1987) uma das razões para a pouca eficiência da adubação fosfata pode estar relacionada à absorção de nutrientes pelo sistema radicular do feijão, este pouco desenvolvido.

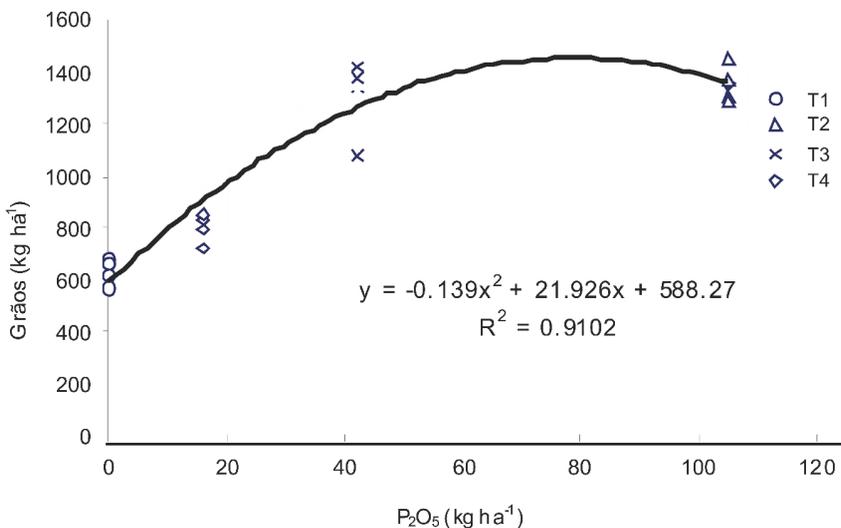


Figura 3. Rendimento de grãos em função da concentração de fósforo nas formulações. Capão do Leão-RS, 2007/08.

Constatou-se na curva de regressão da Figura 4 que a disponibilidade de K₂O proporcionou ganho positivo na produção de grãos até 56kg ha⁻¹. Esse nutriente esta ligado principalmente a funcionalidade de transloca-

ção de carboidratos, absorção de água pelas plantas, facilita a absorção de outros nutrientes e nesse caso apresente uma estreita relação com o N onde segundo a análise mencionada anteriormente parece ter sido fator limitante do rendimento agrônômico do feijão observado em T2 e T3. Em T2 foi adicionado 70kg ha^{-1} de K_2O o que corresponde a 60% a mais do que em T3, essa diferença não foi observada em rendimento agrônômico nesses tratamentos.

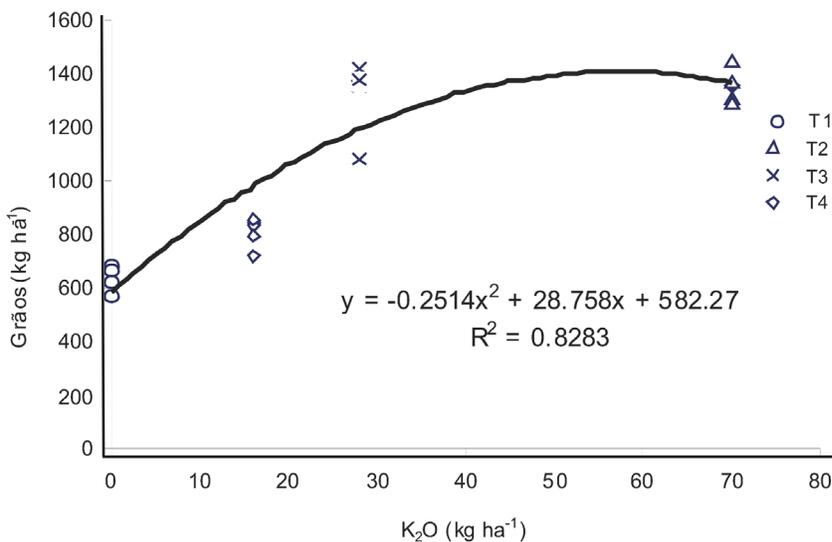


Figura 4. Rendimento de grãos em função da concentração de potássio nas formulações. Capão do Leão-RS, 2007/08.

A maior concentração desse nutriente pode ter sido comprometida pelos picos de precipitação registrados durante o ciclo da cultura que poderiam ter proporcionado perdas por lixiviação mais acentuadas que em T3 e T4. Se os nutrientes forem imediatamente disponibilizados no solo, como ocorre com os fertilizantes convencionais, podem ser perdidos por volatilização (em especial o N), fixação (P) ou lixiviação (principalmente o potássio) (SEVERINO et al. 2004).

Na tabela 4 observa-se A (Insumos) e B (Preparo do solo-condução-colheita) com seus respectivos valores relacionados ao custo de produção do feijoeiro. Constatou-se que os valores atribuídos aos itens observados em 'A' e 'B' divergiram entre os tratamentos a exceção de R\$ 1.237,00 que se apresenta como custo fixo entre os quatro testes. A maior diferença obser-

vada entre os itens é atribuída aos fertilizantes usados na base e acrescidos da adubação de cobertura em T2 e T3 que somados apresentam valores iguais a R\$305,45; R\$277,45; R\$360,00 em T2; T3 e T4, respectivamente. A maior diferença encontrada nos tratamentos esta em T4 onde o valor despendido para sua aquisição em relação aos outros fertilizantes mesmo sem a adubação de cobertura foi mais discrepante. Caso fosse utilizado a recomendação de adubação pela soma de sais conforme a COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC 2004 e não as quantidades sugeridas pelas empresas fornecedoras de T3 e T4 os valores entre os fertilizantes seria mais discrepante ainda, ficando T2 com o menor valor para aquisição. Scherer e Bartz (1984) referem-se ao uso de 6,5Mg ha⁻¹ de esterco de aves em solo corrigido com calcário para se obter altos rendimentos na cultura do feijão, podendo-se reduzir a necessidade de aplicação anual de P para os cultivos sub-seqüentes. Ocorre que a liberação dos nutrientes nos fertilizantes orgânicos apresenta-se lenta em relação aos fertilizantes convencionais e isso poderia estar ocorrendo durante o período de maior necessidade nutricional do feijoeiro, justificando além da menor presença de sais o baixo rendimento de grãos observado em T4. No entanto, sua utilização e importância não estão somente relacionadas aos sais presentes, pois sua atuação se dá também nas propriedades químicas físicas e biológicas do solo, evidenciando-se nos cultivos seqüentes (KROLOW, 2011). Também na Tabela IV encontram-se os percentuais de participação de cada item no custo de produção do feijoeiro. Dentre os itens observados após a contribuição dos processos de aração mais gradagem e adição de calcário em T1, os fertilizantes foram os que mais oneraram o cultivo, apresentando em T4; T2 e T3 os percentuais respectivos de 22,42; 19,62 e 18,16 do total gasto na lavoura. Os percentuais do custo de produção correspondentes a 'B' foram de 63,28; 50,57; 51,52 e 49,02 que correspondem aos T1; T2; T3 e T4, respectivamente. Vander et al. (2005) corroboram com os valores encontrados nesse trabalho a exceção do T4, o percentual de compostos utilizados na fertilização naquele trabalho chegaram a 18,59%. Embora os autores tenham discorrido sobre uma lavoura mecanizada e com um controle efetivo de moléstias também encontraram valores superiores aos insumos nos itens envolvidos na condução da lavoura que chegaram a 55,75%.

Comparou-se o rendimento em sacas de 60kg de feijão, custo de produção, valor bruto e valor líquido na região de Pelotas-RS em julho de 2008, para se obter a relação custo-benefício (Tabela 5), onde se

constatou um incremento médio significativo no valor do feijão pago ao produtor, que partiu de R\$80,00, valor registrado na safra anterior e chegou a R\$130,00, cujo valor foi atribuído para essa avaliação. Essa melhor remuneração ao produtor se deve principalmente às condições climáticas observadas no período e a redução de área plantada no Estado. Esse diferencial observado forneceu um valor líquido bem acima do observado nos últimos anos para a cultura.

Tabela 4. Custos de produção do feijoeiro. Capão do Leão-RS, 2007/08.

Variáveis*	Unidade*	Quantidade	Valor Unitário	Tratamentos***. Participação (R\$)								
				T1	%	T2	%	T3	%	T4	%	
A	Calcário****	Mg	6	40,00	240,00	19,30	240,00	15,42	240,00	15,71	240,00	14,95
	Adubação de base	sc	7	35,00								
			7	31,00	0,00	0,00	245,00	15,74	217,00	14,20	360,00	22,42
			20	18,00								
	Adubação de cobertura	kg	32,50	1,86	0,00	0,00	60,45	3,88	60,45	3,96	0,00	0,00
	Sementes	kg	50	4,20	210,00	16,89	210,00	13,49	210,00	13,75	210,00	13,08
			11									
	Embalagens	sc	23									
			22	0,60	6,60	0,53	13,80	0,89	13,20	0,86	8,40	0,52
			14									
Aração e gradagens	Hm	6	42,00	252,00	20,26	252,00	16,19	252,00	16,50	252,00	15,70	
Aplicação de calcário		2	30	60,00	4,82	60,00	3,86	60,00	3,93	60,00	3,74	
B	Plantio manual	Diária	5	25,00	125,00	10,05	125,00	8,03	125,00	8,18	125,00	7,79
	Tratos culturais (canina manual)	Diária	5	25,00	125,00	10,05	125,00	8,03	125,00	8,18	125,00	7,79
	Colheita + Trilha manual	Diária	9	25,00	225,00	18,09	225,00	14,46	225,00	14,73	225,00	14,02
****Total				1243,60	100,00	1556,25	100,00	1527,65	100,00	1605,40	100,00	

* A: Insumos; B: Preparo do solo-condução-colheita. **Mg (tonelada); kg (quilograma); sc (saca); Hm (horas/máquina). ***T1- Testemunha; T2- Mineral 5-30-20; T3- Orgânico mineral 4-12-08; T4- Cama de peru 2,5-2-2. ****Valor total do calcário esta sendo considerado em apenas uma safra. ***** Valores atribuídos a um hectare.

Os T2 e T3 apresentaram respostas superiores a T1 e T4. Estudando a relação econômica dos diferentes fertilizantes e o rendimento agrônomo constatou-se que o T4 apresentou menor desempenho entre os fertilizantes testados.

Tabela V. Relações do custo-benefício do cultivo do feijoeiro. Capão do Leão-RS, 2007/08.

Tratamentos	Sacos ...ha ⁻¹	Custo de produção	Valor bruto	Valor líquido
			R\$	
T1- Testemunha	10,65	1243,60	1384,04	140,44
T2- Mineral 5-30-20	22,54	1556,25	2930,20	1373,95
T3- Org. mineral 4-12-08	21,93	1527,65	2850,90	1323,25
T4- Cama de peru 2,5-2-2	13,46	1605,40	1749,80	144,40

* Sacca de 60 kg

** Dados referentes a um hectare.

CONCLUSÕES

- O N foi o principal fator limitante do rendimento agronômico.
- O acréscimo em rendimento de grãos em função de P_2O_5 foi eficiente até 70kg ha^{-1}
- O acréscimo em rendimento de grãos em função de K_2O foi eficiente até 56kg ha^{-1} .
- O fertilizante mineral 5-30-20 e T3- Organo-mineral 4-12-08 apresentaram as melhores respostas para a altura de plantas, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens e peso de grãos.
- Diante da análise econômica os fertilizantes Mineral 5-30-20 e Organo-mineral 4-12-08 apresentaram as melhores respostas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, D. L.; MAZUR, N. P.; PEREIRA, N. C. Efeitos de composto de resíduos urbanos em cultura do pimentão no município de Teresópolis-RJ. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 22, Vitória. Resumos. Vitória: SOB/SEAG-ES, 1982, p.322.

AUBERT, L. Agricultura orgânica. In: Encontro Brasileiro de Agricultura Alternativa, 2, 1985. Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro: SBAA: 1985. 314 p. 29-32 p.

CARVALHO, M. A. C.; ARF, O.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S.; SANTOS, N. C. B. e BASSAN, D. A. Z. Produtividade e qualidade de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) sob influência de parcelamentos e fontes de nitrogênio. Revista Brasileira Ciência do solo, v. 25 p.617-624, 2001.

CAMARGO, L.S. As hortaliças e seu cultivo. Campinas: Fundação Cargill, p. 28-29, 1984.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 10. ed. Porto Alegre, 2004. 400p.

COMPANHIA NACIONAL DO ABASTECIMENTO. Conab estima produção brasileira de feijão em 3,255 milhões de toneladas 2007/08. Centro de inteligência do Feijão. Disponível em: <http://www.cifeijao.com.br/index.php?p=noticia&idN=286>
Acesso em: 08 nov.2007

EMBRAPA SOLOS. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006, 300 p.

- EMBRAPA. Conjuntura econômica de arroz e feijão é tema de bate-papo. Disponível em: <http://www.cnpaf.embrapa.br/eventosenoticias/anteriores/anteriores2007/071018.htm>. Acesso em: 08 nov.2008
- FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C.; JONES, C. A. Common bean and cowpea. In: Fageria, N. K.; Baligar, V. C.; Jones, C. A. (ed.). Growth and mineral nutrition of field crops. New York: Maecel Dekker, 1991. p.280-318.
- GOMES JUNIOR, F.G.; SÁ, M. E. de; MURAISHI, C.T. Adubação nitrogenada no feijoeiro em sistema de semeadura direta e preparo convencional do solo. Acta Science Agronomy, Maringá, v. 30, supl., p. 673-680, 2008
- GUEDES, G.A.A.; JUNQUEIRA NETO, A. Calagem e adubação. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 4, n. 46, p. 21-23, 1978.
- HUE, N.V. Effects of organic acids/anions on P sorption and phytovailability in soils with different mineralogies. Soil Science, 152:463-471, 1991.
- KIMOTO, T. Nutrição e adubação do repolho, couve-flor e brócolis. In: Nutrição e Adubação de Hortaliças. Jaboticabal, 1983. Anais. Jaboticabal: UNESP. P. 149-178, 1993.
- KONSEN, E.A. Fertilização de lavoura e pastagem com dejetos de suínos e cama de aves. V Seminário técnico da cultura do milho. Videira, Sc. 2003. Informe técnico. 16p.
- KROLOW, I. R.C. Efeito de fertilizantes mineral, organo-mineral e orgânico sobre a macrofauna e mesofauna do solo. (Tese-Doutorado em Agronomia, Área de Concentração em Solos). 162p. Pelotas-RS: FAEM/UFPEL, 2011.
- LOUREIRO, B. T.; MACHADO, P. B.; DENÍCULE, W.; FERREIRA, P. A. Efeito de deferentes lâminas de água sobre a produtividade do feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris* L.). Ceres. v. 37, n.211, p.215-226, 1990.
- MACHADO, A. A. Sistema de análise estatística para Windows (WINSTAT). Pelotas, Universidade Federal de Pelotas, 2001.
- MARSCHENER, H. Mineral nutrition of higher plants. San Diego: Academic Press, 889 p.2002.
- MEIRA, F. de A; MARCO Sá, E. de; BUZZETTI, S.; ARF, O. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio no feijoeiro irrigado cultivado em plantio direto. Pesquisa agropecuária brasileira v. 40 n°. 4, Brasília, Apr.2005.
- MELO, W. J. de.; MARQUES, M. O.; MELO, V. P. de; CINTRA, A. A. D. Uso de resíduos em hortaliças e impacto ambiental. Horticultura Brasileira, v. 18, p. 67-81. 2000, Suplemento.

MEURER, E. J.; RHENHEIMER, D.; BISSANI, C. A. Fenômeno de sorção em solos. In: MEURER, J. E. (Ed.). Fundamentos de química do solo. 2. ed. Porto Alegre: Gênese, 2004. p. 131-179.

MIRANDA, L. N. de; AZEVEDO, J. A. de; MIRANDA, J. C. C. de; GOMES, A. C. Produtividade do feijoeiro em resposta à adubação fosfatada e regimes de irrigação em solo de cerrado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 35, n. 4, p. 703-710, abr. 2000.

McBRIDE, M.B. Environmental chemistry of soils. New York: Oxford University, 1994. 406 p.

MUNIS, J. O. L.; SILVA, L. A.; ALMEIDA, J. J. L. Efeito das adubações orgânicas e orgânica-química em pepino no litoral do Ceará. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 10, n. 1, p. 38-39. 1992.

PIRES, J. F.; JUNQUEIRA, A. M. R. Impacto da adubação orgânica na produtividade e qualidade das hortaliças. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 19, n. 2, p. 195. 2001.

PORTES, T.A. Ecofisiologia. In: ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F. & ZIMMERMANN, M.J.O., coords. Cultura do feijoeiro comum no Brasil. Piracicaba, Potafós, 1996. p.101-137.

ROSOLEM, C. A. Nutrição e adubação do feijoeiro. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e Fósforo, 1987. 93 p. (Boletim Técnico, 1).

SILVA JÚNIOR, A. A. Adubação mineral e orgânica em repolho. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 4, n. 2, p. 19-21. 1986.

SILVEIRA, P. M. da; STONE, L. Irrigação do feijoeiro por aspersão: manejo da irrigação do feijoeiro com uso do tensiômetro e avaliação do desempenho do pivô central. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 46 p.

SEVERINO, L. S.; COSTA, F. X.; BELTRÃO, N. E. de; LUCENA, M. A. de; GUIMARÃES, M. M. B. Mineralização da torta de mamona, esterco bovino e bagaço de cana estimada pela respiração microbiana. Revista de Biologia e Ciências da Terra, v. 5, n. 1, 2004.

SCHERER, E.E.; BARTZ, H.R. Adubação do feijoeiro com esterco de aves, nitrogênio, fósforo e potássio. 2.ed. Florianópolis: EMPASC, 1984. 15p. (Boletim Técnico, 10).

VIEIRA, L. C. Efeitos do composto orgânico sobre o consórcio do feijão com o milho. 1998. 67f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

WANDER, A. E.; ABREU, A. de F. B.; RAMALHO, M. A. P.; ANDRADE, M. J. B. de; PELOSO, M. J. Del. Sistemas de Cultivo e Custos de Produção de Feijoeiro Comum na Região de Lavras (MG), na Safra 2004/2005. EMBRAPA, 2005. Comunicado técnico, 100.

DETERMINAÇÃO DOS FLUXOS RADIATIVOS SOBRE ABÓBORA ITALIANA CULTIVADA EM AMBIENTE PROTEGIDO

Dágnon da Silva Ribeiro¹; Marta Elena Gonzalez Mendez²; Edgar Ricardo Schöffel²,
¹Professor, Doutor, Departamento de Ensino, Instituto Federal Sul-Rio-Grandense, Campus Pelotas, Praça Vinte de Setembro 455, Pelotas, RS, CEP 96015-360, e-mail: dagnon@pelotas.ifsul.edu.br; ²Professor, Doutor, Departamento de Fitotecnia, FAEM/UFPel, Campus Universitário, Caixa postal 354, Pelotas, RS, CEP 96010-900.

RESUMO: O presente trabalho objetivou determinar o comportamento dos fluxos radiativos sobre a cultura da abóbora italiana (*Cucurbita pepo* L. var. *melopepo* cv. *Caserta*) cultivada sob adubação orgânica em ambiente protegido. O experimento foi conduzido de setembro a dezembro de 2006, Pelotas, Rio Grande do Sul. Foi utilizada uma estufa plástica modelo “teto em arco”, disposta no sentido Leste-Oeste, com área de 180m², 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. Mediu-se o saldo de radiação, a radiação solar incidente sobre o dossel da cultura, a radiação solar refletida pela cultura e solo, a temperatura e a umidade relativa do ar. No período de cultivo, o saldo de radiação diário e o balanço de ondas curtas corresponderam, em média, a 63,6% e a 78,3% da radiação solar global, respectivamente. Quanto ao balanço de ondas longas diário, este contribuiu com valores negativos, sendo que as perdas de radiação representaram, em média, 14,7% da radiação solar global. A variação do albedo do cultivo durante o ciclo, bem como as condições meteorológicas características de cada dia, influenciaram o comportamento do balanço de radiação e de seus componentes no interior do ambiente protegido.

PALAVRAS-CHAVE: radiação solar, cultivo protegido, *Cucurbita pepo*.

DETERMINATION OF RADIATIVE FLUXES ABOVE SUMMER SQUASH CULTIVATED IN PROTECTED ENVIRONMENT

ABSTRACT: The present work aimed to determine the behavior of the radiation fluxes on the summer squash (*Cucurbita pepo* L. var. *melopepo* cv. *Caserta*) cultivation under organic fertilizer in polyethylene greenhouse. The experiment was carried out from September to December of 2006, Pelotas, Rio Grande do Sul. It was used a polyethylene greenhouse model arched ceiling, placed in the East-West, with area of 180m², with a galvanized iron frame and cover with transparent film of low density polyethylene (LDPE), with a thickness of 150µm and additive with anti-ultraviolet. Were measured the net radiation, solar radiation incident on the crop canopy, solar radiation reflected by the crop and soil, temperature and relative humidity. During the development of the culture, the net radiation and daily balance of short-wave represented, in average, of 63.6% and 78.3% of the global solar radiation, respectively. The diary balance of long waves

has contributed with negative values and the radiation losses accounted, on average, 14.7% of global solar radiation. The variation of albedo during the crop cycle and the weather characteristics of each day have influenced the behavior of the radiation balance and its components within the protected environment.

KEYWORDS: solar radiation, protected environment, *Cucurbita pepo*.

INTRODUÇÃO

O saldo de radiação remanescente sobre um agroecossistema é o seu principal aporte energético natural, sendo essa energia disponível para os processos de evapotranspiração, de aquecimento do ar e do solo e para a fotossíntese e metabolismo das plantas. Essa energia é a diferença entre os fluxos totais da radiação incidente e a “perdida” (emitida e/ou refletida) por uma superfície. De acordo com Pereira et al. (2002), ao longo do dia, nas horas de brilho solar, o saldo de radiação em uma superfície qualquer tende a ser positivo, pois os fluxos incidentes (global e atmosférico) são superiores às frações refletidas e emitidas. Durante a noite, os valores do saldo de radiação tendem a ser negativos, pois o fluxo incidente passa a ser somente o atmosférico e a energia emitida pela superfície por meio de onda longas tende a ser superior a este, resultando em um saldo de radiação negativo.

O cultivo em ambiente protegido (estufa plástica), em função de seu formato, dimensões, orientação geográfica, material de cobertura e manejo, modifica sensivelmente os fluxos radiativos no seu interior com relação ao meio externo, criando um microclima diferenciado. Da mesma forma, as práticas fitotécnicas de condução de plantas e densidade de plantio, de irrigação e o manejo da adubação, entre outras, interferem nos fluxos de energia no interior da estufa, pois interagem com as características físicas, biológicas e químicas do solo assim como influenciam, de forma direta, o desenvolvimento das plantas, fazendo com que práticas culturais anteriormente realizadas a céu aberto sejam repensadas para essa nova realidade.

Estudos demonstram estreita relação entre o comportamento da radiação solar global no interior do ambiente protegido e o comportamento dos componentes dos fluxos radiativos (balanço de radiação). Souza e Escobedo (1997) em um cultivo de feijão-vagem em ambiente protegido (estufa tipo semi-arco) coberto com filme de polietileno, de outubro a dezembro, em Botucatu, SP, concluíram que a relação entre o saldo de radiação, balanço de ondas curtas e balanço de ondas longas em relação à

radiação solar global foi de 66, 76 e 10% em média para todo o ciclo da cultura, respectivamente.

Em uma estufa plástica do tipo “túnel alto” cultivada com meloeiro em Pelotas, Schiedeck (2002) verificou que o saldo de radiação solar diário representou, em média, 53% da radiação solar global, variando entre 60% e 46%, entre os meses de fevereiro e abril. Nesse mesmo trabalho foi observado que o balanço de ondas curtas correspondeu, em média, 76% da radiação solar global, com valores variando entre 81 e 70%, e que o balanço de ondas longas representou 21% da radiação solar global.

A abóbora italiana é uma cultura que apresenta boa aceitação pelo mercado consumidor (FILGUEIRA, 2003), é uma espécie que apresenta hábito de crescimento ereto, com hastes curtas e folhas mosqueadas, formando a planta uma típica moita que se adapta a espaçamentos menores que as cucurbitáceas de ramas mais longas. O ciclo curto é uma das grandes vantagens do cultivo dessa cultura, pois o retorno econômico é mais rápido, constituindo-se numa importante opção na composição de sistemas de rotação de culturas em estufas plásticas.

Conforme argumentam Cunha et al. (1996), a quantificação de fluxos de propriedades físicas na camada de ar próxima à superfície do solo é um dos principais objetivos de análise micrometeorológica em sistemas cultivados, sendo importante o conhecimento da partição dos componentes do balanço de radiação à superfície, principalmente a radiação solar incidente e refletida e o saldo de radiação, para estudos, por exemplo, das perdas d'água da superfície para a atmosfera. Sobre o cultivo da cultura da abóbora italiana em estufa plástica, há escassez de informações que possam servir de base aos produtores para o manejo da cultura em ambiente protegido. O presente trabalho teve por objetivo: determinar os fluxos radiativos (balanço de ondas curtas e de ondas longas, saldo de radiação e o albedo do cultivo orgânico) sobre a cultura da abóbora italiana, cultivada em estufa plástica sob adubação orgânica, em Pelotas-RS.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de setembro a dezembro de 2006, na área experimental do Departamento de Fitotecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM) no Campus da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), localizado no município de Capão do Leão (lati-

tude de 31°52' sul, longitude 52°21' oeste e altitude de 13m). De acordo com a classificação de Köppen, o clima do local é do tipo Cfa, clima temperado com chuvas bem distribuídas e verão quente. O solo da área experimental é classificado como Planossolo Háplico Eutrófico Solódico (EMBRAPA, 2006).

A condução do experimento foi em estufa plástica modelo “teto em arco”, disposta no sentido Leste-Oeste, com área de 180m², 18m de comprimento por 10m de largura, 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 partir da análise do solo e do vermicomposto bovino sólido (VBS) escolhido para a adubação orgânica, foi determinada a quantidade (dose) de adubo necessária para a correção dos nutrientes, de acordo com as recomendações da Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solos para o Estado do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (ROLAS, 2004). Visando condições de alta produtividade foram adicionadas ao solo duas doses do VBS.

O transplantio da abóbora italiana (*Cucurbita pepo* L. var. *melopepo* cv. *Caserta*) foi realizado em 06/10/2006, quando as plantas apresentavam entre duas e três folhas definitivas, e a colheita final foi realizada em 06/12/2006. As plantas transplantadas foram distribuídas em 15 parcelas, cada uma com área útil de 5,4m² (1,2 x 4,5m) coberta com filme plástico preto “mulch” de 0,05 mm 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, sendo de 1,2m o espaçamento entre as linhas duplas. Foram realizadas desfolhas a partir dos 26 dias após o transplantio (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 aplicado, duas vezes por semana, a partir de 28 DAT, leite cru de vaca diluído em água na concentração de 10% (BETTIOL, 2004), mantendo os níveis de infecção em menos de 5% da superfície foliar.

O sistema de irrigação utilizado foi do tipo localizado (gotejamento) acompanhando as linhas de cultivo sendo as parcelas irrigadas até a capacidade de campo (-0,1 e -0,33atm), utilizando-se, para isso, um tensiômetro de coluna de mercúrio.

Ao longo do experimento, o ciclo da cultura foi subdividido nas seguintes fases de desenvolvimento fenológico: Fase I - crescimento vegetativo inicial

(produção de mudas - da sementeira até o transplante); Fase II - crescimento vegetativo (desde o transplante até o início do florescimento); Fase III – florescimento e frutificação (do início do florescimento até o início da frutificação) e Fase IV – frutificação e colheita (do início da frutificação até o fim do ciclo de cultivo).

Para o início do florescimento, foi estabelecida a presença de flores masculinas em 51% das plantas em cada parcela. Para o início da frutificação, foi estabelecida a presença de frutos em 51% das plantas em cada parcela.

No interior da estufa, sobre o canteiro central, foram instalados dois tubos solarímetros e um saldo-radiômetro para medida, respectivamente, da radiação solar global incidente sobre o dossel (R_s), da radiação solar refletida pelo solo e cultura (R_r) e do saldo de radiação (R_n).

Para medida da R_s e da R_r os tubos solarímetros, de construção artesanal conforme modelo proposto por Steinmetz e Miori (1997), foram instalados a 1,2m de altura da superfície do canteiro, o primeiro com o elemento sensor voltado para cima e, o segundo, voltado para o dossel da cultura. Os tubos foram conectados a um sistema de aquisição de dados (Datalogger Modelo CR21 XL – Campbell Scientific), que a cada 10 segundos registrou as medições sendo armazenado um valor médio a cada 15 minutos. Com os valores medidos 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 as converteu para $MJ\ m^{-2}\ dia^{-1}$.

A medida do saldo de radiação (R_n), em $W\ m^{-2}$, foi obtida por meio de um saldo-radiômetro da marca REBS, modelo Q-7, instalado a 1,2m acima da superfície do canteiro. A integralização dos dados do saldo de radiação foi realizada levando em conta o período total de 24 horas. Os valores medidos de R_n em $W\ m^{-2}$, ao serem integralizados, foram convertidos em $MJ\ m^{-2}\ dia^{-1}$.

Considerando os valores totais diários dos fluxos de radiação solar no interior do ambiente protegido (R_s e R_r), foi determinado o albedo da cultura (α), para o período diário (equação 1), onde: h_n e h_p correspondem aos horários do crepúsculo matutino e vespertino, respectivamente. A partir destes valores, determinou-se o albedo médio por fase de desenvolvimento fenológico e para todo o ciclo da cultura.

$$\alpha = \int_{h_n}^{h_p} \frac{R_s}{R_r} dt \quad (1)$$

Por meio dos valores diários do albedo (α) e dos totais diários da radiação solar global (R_s , em $MJ\ m^{-2}\ dia^{-1}$) no interior do ambiente protegido, determi-

nou-se o balanço de ondas curtas diário (BOC, em MJ m⁻² dia⁻¹) pela equação 2. Com o saldo de radiação diário (Rn, em MJ m⁻² dia⁻¹), determinou-se o balanço de ondas longas diário (BOL, em MJ m⁻² dia⁻¹) (equação 3). O saldo de radiação, o balanço de ondas curtas e de onda longa, a partir de seus valores diários, também foram determinados por fase fenológica e para todo o ciclo da cultura.

$$\text{BOC} = (1-\alpha) R_s \quad (2)$$

$$\text{BOL} = R_n - \text{BOC} \quad (3)$$

Para análise do balanço de radiação e seus elementos em dias com condições atmosféricas distintas, foram escolhidas três datas: 17 de novembro, dia nublado (radiação solar global externa ao ambiente protegido (R_{s ext}) de 2,3MJ m⁻² dia⁻¹, razão de insolação de 0,0, com precipitação de 38,6mm); 22 de novembro, dia claro (R_{s ext} de 27,6MJ m⁻² dia⁻¹, razão de insolação de 0,90, sem precipitação) e 24 de novembro, dia parcialmente nublado (R_{s ext} de 17,8MJ m⁻² dia⁻¹, razão de insolação de 0,41, sem precipitação). Os dados referentes ao ambiente externo, foram obtidos da Estação Agroclimatológica da UFPEL/ Embrapa-CPACT. A classificação dos dias em nublados, parcialmente nublados e claros foi realizada por meio da relação entre a insolação (n) e o fotoperíodo (N), razão de insolação, conforme WMO (2006), da seguinte maneira: $0 \leq n/N < 0,3$ corresponde a dia nublado, $0,3 \leq n/N < 0,7$ corresponde a dia parcialmente nublado (nuvens esparsas) e $0,7 \leq n/N \leq 1,0$ corresponde a dia claro.

Monitorou-se também a temperatura do ar e a umidade relativa do ar por meio de dois sensores de medida da temperatura do ar, um de bulbo seco e um de bulbo úmido, modelo 107 – Campbell Scientific, instalados a 1m de altura no centro do ambiente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ciclo da cultura foi completado aos 61 dias após o transplante e o período das fases fenológicas foi o seguinte: fase I (18/09 a 06/10, 18 dias), fase II (06/10 a 17/10, 11 dias), fase III (17/10 a 06/11, 20 dias) e fase IV (06/11 a 06/12, 30 dias).

Analisando o comportamento da R_s, BOC e BOL medidos durante o ciclo da cultura e representados na Figura 1 foi possível verificar a grande relação existente entre esses fluxos, o que é confirmado pelos altos coeficientes de determinação (r²) obtidos da relação entre essas variáveis e a

radiação solar global contidos na Figura 2. Padrão semelhante foi observado por Cunha et al. (1993) e Heckler et al. (2007).

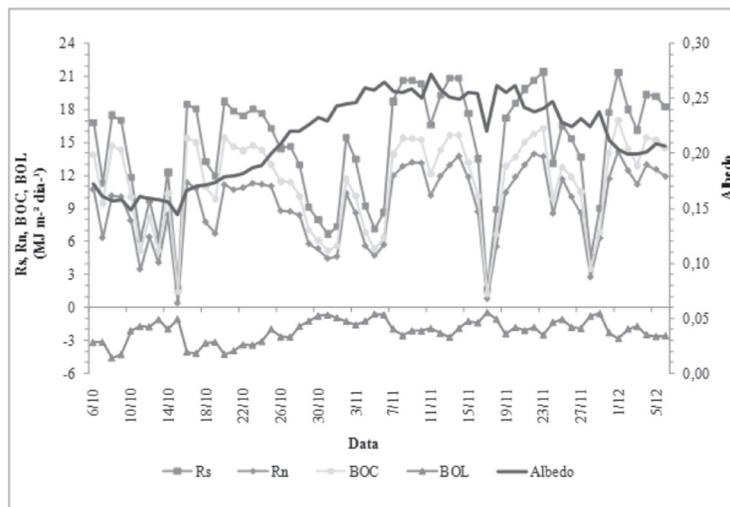


Figura 1 – Radiação solar global (Rs), saldo de radiação (Rn), balanço de ondas curtas (BOC), balanço de ondas longas (BOL) e albedo de abóbora italiana cultivada em ambiente protegido, em Pelotas-RS, 2006.

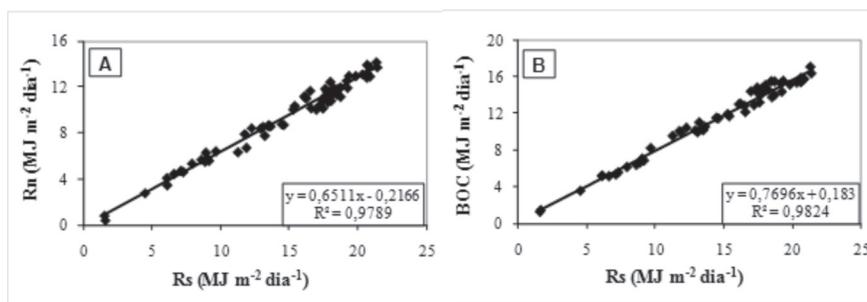


Figura 2. Relação entre o saldo de radiação (Rn) e a radiação solar global (Rs) (A) e entre o balanço de ondas curtas (BOC) e a radiação solar global (B), em ambiente protegido cultivado com abóbora italiana, em Pelotas-RS, 2006.

O valor médio do saldo de radiação diário foi de $9,3 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$, variando entre o valor mínimo de $0,4 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ e máximo de $14,2 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ durante o período de cultivo. O saldo de radiação diário representou, em média, 63,6% da radiação solar global, variando durante o ciclo entre 21,0% e

70,5%, enquanto que, em relação ao balanço de ondas curtas, representou em média 81,3%, oscilando entre 24,5% e 91,7%. O balanço de ondas curtas correspondeu, em média, a 78,3% da radiação solar global, variando entre 72,8% e 85,6%. Em média, as perdas de radiação por meio do balanço de ondas longas diário foram de 2,1 MJ m⁻² dia⁻¹, variando entre 0,5 e 4,6 MJ m⁻² dia⁻¹. Em relação à radiação solar global, as perdas de radiação por meio de balanço de ondas longas diário representaram, em média, 14,7% da Rs, variando durante o ciclo entre 6,4% e 64,6%. Esses valores médios relativos, de todo o período de cultivo, se aproximam daqueles encontrados por Souza e Escobedo (1997) em ambiente protegido cultivado com feijão-vagem, em Botucatu-SP. Por outro lado, o Rn e o BOL deste trabalho foram, respectivamente, maior e menor do que aqueles obtidos por Schiedeck (2002), também no campus da Universidade Federal de Pelotas, entre fevereiro e abril. Isto demonstra que a época do ano tem uma grande influência sobre o balanço de energia.

Analisando-se por fase fenológica, tem-se que a relação Rn/Rs apresentou leve aumento da fase II para fase IV, sendo de 61,2%, 62,5% e 64,9%, para as fases II, III e IV, respectivamente. Por outro lado, a relação BOC/Rs diminuiu, sendo de 83,7%, 79,1% e 76,3%, para as fases II, III e IV, respectivamente. Esse comportamento do balanço de ondas curtas é justificado pelo comportamento do albedo da cultura (Figura 1), ou seja, no início do ciclo quando a cultura estava menos desenvolvida e os valores de albedo são menores, ocorre uma menor reflexão da radiação solar global, fazendo com que a relação BOC/Rs seja maior. À medida que a cultura se desenvolve, o aumento da área foliar faz com que aumente o albedo, pois a superfície foliar é mais reflectiva do que a superfície do mulching; assim, com o aumento do albedo, aumenta a radiação refletida, diminuindo a relação BOC/Rs. Da mesma forma que BOC/Rs, a relação BOL/Rs também diminuiu da fase II para a fase IV, sendo de 22,6%, 16,6% e 11,4% para as fases II, III e IV, respectivamente. Pela Lei de Stefan-Boltzmann, a emitância de um corpo é proporcional à quarta potência de sua temperatura absoluta, portanto, quanto maior a energia disponível, maior será sua temperatura e, conseqüentemente, a emitância tornar-se-á maior. Comparando-se as fases inicial (II) e final do ciclo (IV), a relação BOC/Rs foi maior na fase II, ou seja, em valores relativos à Rs, obteve-se mais energia disponível sobre a cultura nesta fase. Pode-se dizer, também em termos relativos, que houve maior absorção de energia pela superfície na fase inicial e, por essa razão, maior emitância tornando a relação BOL/Rs maior.

A Figura 3 apresenta as curvas dos fluxos radiativos (BOC, BOL, saldo

de radiação e albedo) sobre a cultura da abóbora italiana em dias com diferentes condições meteorológicas. Nessa figura, foi possível constatar que a nebulosidade de cada dia alterou sensivelmente o comportamento do balanço de radiação e de seus componentes no interior do ambiente protegido.

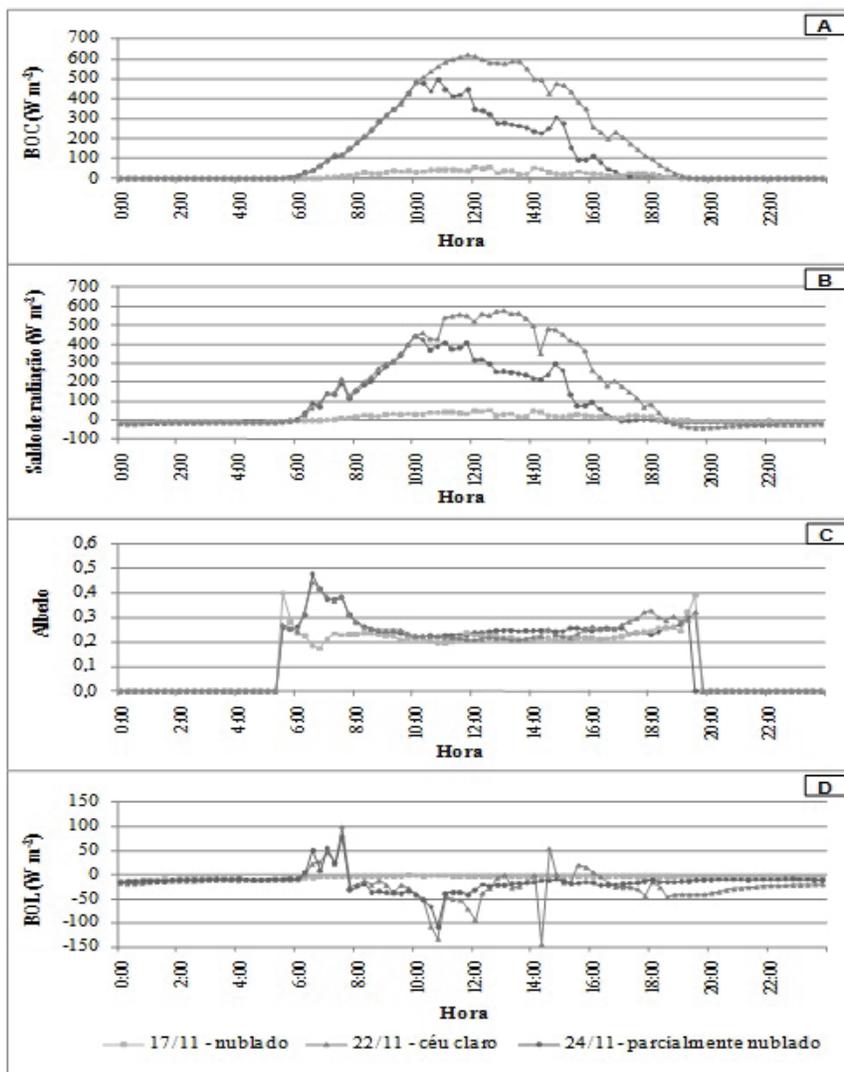


Figura 3. Balanço de ondas curtas - BOC (A), saldo de radiação (B), albedo (C) e balanço de ondas longas - BOL (D), em dias com diferentes condições de nebulosidade do mês de novembro de 2006, sobre a cultura da abóbora italiana cultivada no interior de ambiente protegido, em Pelotas - RS.

Comparando-se o comportamento do balanço de ondas curtas nos três dias em análise, observou-se que, nos dias de céu claro e parcialmente nublado, os valores obtidos são bastante superiores aos do dia nublado (Figura 3A). No dia de céu claro, o valor total diário do balanço de ondas curtas foi de $15,77\text{MJ m}^{-2}\text{ dia}^{-1}$, enquanto nos dias de céu parcialmente nublado e nublado, foi de $9,89\text{MJ m}^{-2}\text{ dia}^{-1}$ e $1,25\text{MJ m}^{-2}\text{ dia}^{-1}$, respectivamente. No dia parcialmente nublado, em decorrência da maior variação nas condições de nebulosidade, ocorreu maior alternância nos valores do balanço de ondas curtas. Em relação ao dia de céu claro, no período compreendido entre o nascer do Sol e às 10 horas, os valores do balanço de ondas curtas nos dois dias foram praticamente idênticos; a partir das 10 horas, ocorreu maior variação no balanço de ondas curtas do dia parcialmente nublado, sendo as diferenças acentuadas, ou seja, o balanço de ondas curtas no dia de céu claro manteve-se, até o final do dia, bastante superior.

Em média o saldo de radiação foi de $161,5\text{W m}^{-2}$, $98,7\text{W m}^{-2}$ e $8,8\text{W m}^{-2}$, para os dias de céu claro, parcialmente nublado e nublado, respectivamente. Para estes três dias, os totais diários dessa energia foram de $14,0\text{MJ m}^{-2}\text{ dia}^{-1}$, $8,5\text{MJ m}^{-2}\text{ dia}^{-1}$ e $0,8\text{MJ m}^{-2}\text{ dia}^{-1}$, respectivamente. No dia de céu claro, o valor máximo do saldo de radiação ocorreu às 13 horas, sendo de 576W m^{-2} ; no dia parcialmente nublado, ocorreu às 10 horas, sendo de 440W m^{-2} e, no dia nublado, ocorreu às 12h30 min, sendo de 54W m^{-2} . Percebe-se que o comportamento do balanço de ondas curtas dos três dias refletiu-se visivelmente sobre o comportamento do saldo de radiação (Figura 3A, B), o qual foi confirmado pela análise de correlação entre essas duas variáveis, obtendo-se (r), para os dias de céu nublado, parcialmente nublado e céu claro, de 0,993, 0,993 e 0,991, respectivamente.

O albedo (Figura 3C) também sofreu alterações em função das condições meteorológicas, sendo que o valor médio diário foi de 0,26 para os dias de céu claro e parcialmente nublado e de 0,23 para o dia nublado. Salienta-se que nestes três dias as plantas haviam atingido a fase de desenvolvimento fenológico IV. Os maiores valores de albedo, nos três dias analisados, foram observados no início da manhã e o no final da tarde, o que está relacionado com o fato de os raios solares incidirem, nesses períodos, com menor ângulo de elevação sobre a cultura, aumentando a fração da radiação solar que é refletida. Resul-

tados similares foram obtidos por Souza et al. (1999), Galvani et al. (2000) e Böhmer et al. (2007) com as culturas do feijão-vagem, pepino e morango, respectivamente. A menor variação nos valores do albedo ocorreu no dia de céu nublado. Segundo Pinker et al. (1980 apud Moura et al., 1999), a variação do albedo é primariamente um resultado da natureza da reflexão da componente direta do espectro de radiação solar. Como em dias nublados existe maior porcentagem de radiação solar difusa em relação à radiação solar direta, provavelmente seja esta a causa para que ocorra menor variação na reflexão em relação a um dia de céu claro. Nos dias de céu claro e céu parcialmente nublado, o comportamento dos valores do albedo foi similar. Comparando-se os valores médios horários do albedo desses dois dias, entre o início da manhã e aproximadamente o horário das 10 horas, tais valores foram praticamente idênticos, o que é associado às condições atmosféricas semelhantes ocorridas nesse período, em ambos os dias, e que está evidenciado na Figura 3A pela similaridade de valores do balanço de ondas curtas até o referido horário. A partir das 10 horas, observa-se que as condições de nebulosidade do dia parcialmente nublado afetaram a intensidade da radiação solar e conseqüentemente o balanço de ondas curtas, tornando-o quantitativamente inferior ao do dia de céu claro. Nesse período, os valores do albedo dos dois dias, tanto pontuais quanto na média horária, apresentaram maiores diferenças, o que certamente se deve ao fato de a nebulosidade afetar não somente a intensidade da radiação solar global incidente, mas também a sua composição, alterando a relação entre a radiação solar direta e difusa.

Quanto ao balanço de ondas longas (Figura 3D), constatou-se que, no dia de maior nebulosidade, as perdas por radiação de onda longa para a atmosfera foram inferiores às perdas ocorridas nos dias de menor nebulosidade. Para os dias de céu claro, parcialmente nublado e nublado, as perdas de radiação por meio do balanço de ondas longas médio foram de $-21,0\text{W m}^{-2}$, $-15,7\text{W m}^{-2}$ e $-5,7\text{W m}^{-2}$, respectivamente.

O dia de céu claro e o dia parcialmente nublado apresentaram comportamento do balanço de ondas longas similar entre o nascer do Sol e cerca de 10 horas da manhã, quando a partir desse horário, as variações nos valores do balanço de ondas longas do dia de céu claro foram mais intensas. Tanto no dia de céu claro quanto no dia parcialmente nublado, no período compreendido entre uma hora depois do

nascer do Sol e o horário de 7h30min, os valores do balanço de ondas longas foram positivos, ou seja, a contra-radiação atmosférica foi superior à perda de energia pela cultura e solo. Nesse período, em ambos os dias, a estufa encontrava-se totalmente fechada, os valores de umidade relativa foram elevados (média de 88%) e os de temperatura do ar apresentaram um aumento significativo considerando o curto intervalo de tempo, aumento de 3,9°C no dia de céu parcialmente nublado e 6,8°C no dia de céu claro.

De acordo com Buriol et al. (2000), a manutenção da elevada umidade relativa dentro do ambiente protegido nesse período do dia, mesmo com a elevação da temperatura do ar, explica-se pela evaporação da camada de água condensada na superfície interna do filme de polietileno aquecido pela radiação solar. Somado a isso, Pezzopane et al. (1995) observaram que a não-renovação do ar no interior de estufa no início da manhã e a incidência dos primeiros raios solares, com conseqüente aumento da evapotranspiração, determinaram acentuada elevação na pressão atual de vapor. A ocorrência de condensação de vapor d'água na superfície interna do polietileno aumentou consideravelmente a interceptação da radiação de ondas longas, obtendo-se maior conservação do calor no interior do ambiente protegido. Assim, devido à redução do processo convectivo em função de o ambiente protegido estar fechado e ao maior armazenamento de calor sensível pelo ar atmosférico no seu interior em função da retenção de radiação de onda longa, atribui-se o aumento significativo da contra-radiação atmosférica, tornando-a superior à perda de energia da superfície nesse período da manhã.

De acordo com Souza e Escobedo (1997), em dias claros, é marcante a presença de picos de mínimos relativos à radiação solar global e saldo de radiação bem como oscilações de máximos e mínimos em relação ao balanço de ondas longas, devido ao sombreamento dos sensores dos radiômetros causado pelas estruturas da casa de vegetação. Cunha et al. (1993) colocam que o grau de incerteza na determinação do balanço de ondas longas é alto, uma vez que corresponde a um valor pequeno, resultante de dois grandes fluxos atmosféricos, obtido por diferença na equação do balanço de radiação. Portanto, de acordo com a análise dos dados, a ocorrência de valores positivos do balanço de ondas longas no período da tarde do dia de céu claro,

diferentemente do ocorrido no período inicial da manhã, deve ser mais uma decorrência do sombreamento dos sensores e do método de determinação do que propriamente uma realidade física.

CONCLUSÕES

No período de cultivo, o saldo de radiação diário representou, em média, 63,6% da radiação solar global e o balanço de ondas curtas, 78,3%.

O balanço de ondas longas diário contribuiu com valores negativos, sendo que as perdas de radiação representaram, durante o período de cultivo, em média, 14,7% da radiação solar global.

A variação do albedo do cultivo durante o ciclo, bem como as condições meteorológicas características de cada dia, influenciaram o comportamento do balanço de radiação e de seus componentes no interior do ambiente protegido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BETTIOL, W. Leite de vaca cru para o controle de oídio. **Comunicado Técnico 14** - Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP, abr./ 2004.

BÖHMER, C. R.; SCHÖFFEL, E.; MENDEZ, M.; RIBEIRO, D.; PAULA, V.; FRAGA, D. Albedo de morangueiro sob cultivo orgânico em ambiente protegido. In: XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, XV CBAGRO, 2007. **Anais do...** Aracaju-SE: XV CBA-GRO, julho, 2007.

BURIOL, G. A.; RIGHI, E. Z.; SCHNEIDER, F. M.; STRECK, N. A. HELDWEIN, A. B.; ESTEFANEL, V. Modificação da umidade relativa do ar pelo uso e manejo da estufa plástica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.8, n.1, p.11-18, 2000.

CUNHA, G. R.; DE PAULA, J. R. F.; BERGAMASCHI, H.; SAIBRO, J.C.; BERLATO, M. A. Balanço de radiação em alfafa. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.1, n.1, p.110, 1993.

CUNHA, G.R.; BERGAMASCHI, H.; BERLATO, M.A.; MATZENAUER, R. Balanço de energia em cultura de milho. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 4, n. 1, p. 1-14, 1996.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p. FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2ª ed. revisada e ampliada. Viçosa: UFV, 412p., 2003.

GALVANI, E.; ESCOBEDO, J. F.; PEREIRA, A.; CAMPOS, C. J. Albedo em cultura de pepino cultivado dentro e fora de estufas de polietileno – modelos de estimativa. In: XI Congresso Brasileiro de Meteorologia. **Anais do...** Rio de Janeiro, RJ, 2000.

HECKLER, B. M.; BERGAMASCHI, H.; COMIRAN, F.; DALMAGO, G.; BERGONCI, J.; MARTORANO, L.; KUNZ, J.; DALSIN, F. Trocas de energia na superfície do solo em plantio direto e preparo convencional: I balanço de radiação. In: XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, XV CBAGRO, 2007. **Anais do...** Aracaju-SE: XV CBAGRO, julho, 2007.

MOURA, A. L. M.; LYRA, R. F. F.; BENINCASA, M.; SOUZA, J. L.; NASCIMENTO FILHO, M. F. Variação do albedo em áreas de floresta e pastagens na Amazônia. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.7, n.2, p. 163-168, 1999.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002, 478p.

PEZZOPANE, J. E. M.; PEDRO JÚNIOR, M. J.; ORTOLANI, A. A. Modificações microclimáticas provocadas por estufa com cobertura plástica. **Bragantia**, Campinas, 54(2), p.419-425, 1995.

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 agrônômica de meloeiro (Cucumis melo L.) cultivado sob adubação orgânica em ambiente protegido**. 2002, 100f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS.

SOUZA, J. L.; ESCOBEDO, J. F. Balanço de radiação em cultivos de feijão-vagem com e sem cobertura de polietileno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.1, p.1-15, jan. 1997.

SOUZA, J. L.; ESCOBEDO, J. F.; TORNERO, M. T. T. Albedo e estimativas do saldo de radiação em feijão-vagem sob cobertura de plástico e ambiente externo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.10, p.1763-1774, out. 1999.

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 do...** Piracicaba: SBA, 1997, p.207-209.

WMO (World Meteorological Organization). **Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation**. WMO-No. 8, Preliminary Seventh Edition. Geneva (Switzerland), 2006.

ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE CULTIVARES DE GIRASSOL NO NORDESTE BRASILEIRO

Hélio Wilson Lemos de Carvalho¹, Ivênio Rubens de Oliveira¹, Cláudio Guilherme Portela de Carvalho², Marcelo Abdon Lira³, Francisco Mérciles de Brito Ferreira⁴, José Nildo Tabosa⁵, Cíntia Souza Rodrigues⁶, Camila Rodrigues Castro⁶, Marcella Carvalho Meneses⁶, Márcia Leite dos Santos⁷.

¹Embrapa Tabuleiros Costeiros, Caixa Postal 44, 49025-040, Aracaju/SE. E-mail: helio@cpatc.embrapa.br.

²Embrapa Soja, Londrina/PR.; ³Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte, Natal/RN.

⁴Secretaria de Agricultura do Estado de Alagoas; ⁵Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária, Recife/PE. ⁶PIBIQ/CNPq/Embrapa Tabuleiros Costeiros; ⁷Estagiária Embrapa Tabuleiros Costeiros;

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar a adaptabilidade e a estabilidade de cultivares de girassol em diferentes condições ambientais do Nordeste brasileiro, para fins de recomendação. Foram utilizados dados de produtividade de grãos de três Redes de Ensaios, usando-se o delineamento experimental em blocos ao acaso com quatro repetições. Os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade foram feitos conforme Cruz et al.. Nas análises de variância conjuntas observaram-se a presença da interação cultivares x ambientes, indicando mudança no desempenho dessas cultivares nos diversos ambientes avaliados. As produtividades médias de grãos registradas nas diferentes Redes de Ensaios evidenciaram o potencial da Região Nordeste do Brasil para o desenvolvimento do cultivo do girassol. Detectaram-se comportamentos diferenciados da cultivares avaliadas nos ambientes desfavoráveis, sobressaindo, com adaptabilidade ampla, os genótipos MG 2, BRHS 01, M 734, Paraíso 20, Hélio 358, dentre outros, os quais se consubstanciam em alternativas importantes para a agricultura regional.

Palavras-chave: *Helianthus annuus*, cultivares x ambiente, Nordeste brasileiro.

ADAPTABILITY AND STABILITY OF SUNFLOWER CULTIVARS IN THE BRAZILIAN NORTHEAST REGION

ABSTRACT: The present work aimed to investigate the adaptability and the stability of sunflower cultivars in different environmental condition of Brazilian Northeast with recommendations purposes. Grain yield data were obtained from three Network Trials, using the randomized blocks design with four replications. The adaptability and stability parameters were calculated by the Cruz et al.. The grouped variance analysis detected interaction between cultivars and environments, indicating a changing in the behavior of these cultivars on the evaluated environments. The average of grain productivity registered on the different Network Trials, have shown the Brazilian Northeast region potential for the development of the sunflower crop. On the unfavorable environments, it was detected differentiated behavior of cultivars, highlighting, with a large adaptability, the genotypes MG 2, BRHS 01, M 734, Paraíso 20, Hélio 358, among others, which consubstantiate in an important alternatives for the regional agriculture.

Keywords: *Helianthus annuus*, cultivars x environments, Brazilian northeast.

INTRODUÇÃO

A cultura do girassol constitui-se em uma importante alternativa para compor um programa de diversificação de cultivos no Nordeste brasileiro, tradicionalmente produtor de grãos, como milho e feijão. A escolha da cultivar ou cultivares apropriadas é um dos fatores determinantes do sucesso da lavoura. Por isso, anualmente, nessa ampla região, tem-se avaliado o comportamento de diversas cultivares de girassol (OLIVEIRA et al. 2007a).

Tais avaliações permitem caracterizar o comportamento desses materiais em função do seu potencial genético em ambientes representativos, assim como, divulgar posteriormente a informação para apreciação e tomada de decisão de agricultores, e para auxiliar as comissões estaduais de zoneamento agrícola com o fornecimento de dados sobre as cultivares obtidas in loco para identificar as áreas aptas ao cultivo dessa oleaginosa e as épocas mais apropriadas para a semeadura nos diferentes ambientes.

A produtividade média nacional em áreas de lavoura de girassol gira em torno de 1.500kg ha⁻¹; no Nordeste brasileiro, em áreas experimentais, a produtividade média superou os 2.000kg ha⁻¹, o que evidencia o potencial de áreas do agreste dessa região para o cultivo do girassol (OLIVEIRA et al. 2007a). Produtividades semelhantes vêm sendo registradas em outras regiões do país conforme assinalam Oliveira et al. (2007b), Colasante e Nogueira (2007), Smiderle et al. (2007) e Backes et al. (2008).

Além de incrementar a produtividade, o uso de cultivares de melhor adaptabilidade e estabilidade de produção constitui-se em insumo de baixo custo no sistema de produção e, conseqüentemente, de fácil adoção pelos produtores (DEL PELOSO et al., 2002). Diferentes condições ambientais ocorrem no Nordeste brasileiro, o que faz com que o desempenho dos genótipos não seja coincidente nos vários ambientes a que são submetidos. Para tornar a recomendação de genótipos a mais segura possível, é necessário o estudo da adaptabilidade e estabilidade. Nesse contexto, há na literatura inúmeras metodologias, as quais diferem nas estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade e, sobretudo, na sua interpretação (ATROCH et al. 2000).

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a adaptabilidade e a estabilidade de produção de cultivares de girassol no Nordeste brasileiro, para fins de recomendação.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados os dados de produtividade de grãos de ensaios comparativos de cultivares de girassol no Nordeste brasileiro, distribuídos em três Redes Experimentais. Uma dessas redes contemplou a avaliação de treze cultivares de girassol tendo os ensaios distribuídos em vinte ambientes; uma outra rede, denominada de Rede de Ensaio Final de Primeiro Ano, foi constituída por vinte e seis cultivares, com os seus ensaios distribuídos em nove ambientes; a terceira rede, denominada de Rede de Ensaio Final de Segundo Ano, contemplou a avaliação de dezesseis cultivares avaliadas em seis ambientes.

Esses ensaios foram realizados no ano agrícola de 2008 e foi utilizado o delineamento experimental em blocos ao acaso, com quatro repetições. As parcelas constaram de quatro fileiras de 6m de comprimento, espaçadas de 0,8m e com 0,3m entre covas, dentro das fileiras. Foi mantida uma planta por cova, após o desbaste. As adubações realizadas nesses ensaios seguiram os resultados das análises de solo de cada área experimental.

As análises de variância foram realizadas por experimento dentro de cada rede de ensaios. Posteriormente, esses experimentos foram analisados em conjunto, obedecendo a homogeneidade dos quadrados médios residuais (GOMES, 1990). Consideraram-se como aleatórios os efeitos de blocos e ambientes e, como fixo, o efeito de genótipos, e foram processadas conforme Vencovsky e BARRIGA (1992).

Os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade foram estimados pelo método de Cruz et al., (1989), que se baseia 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:

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

Ficaram evidenciadas, nas análises de variância conjuntas diferenças entre os ambientes e as cultivares, e inconsistência no comportamento dessas cultivares diante da variação ambiental, o que revela a necessidade de se realizar um estudo para identificar os materiais de maior adaptabilidade e estabilidade de produção. Os coeficientes de variação encontrados nessas análises proporcionaram confiabilidade aos dados experimentais (LÚCIO et al., 1999). A presença da interação cultivares x ambientes em girassol foi também encontrada por de La Vega e Chapman (2006) e Porto et al. (2007).

Os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade referentes à Rede formada por treze materiais estão na Tabela 1, onde se verifica que as médias de produtividade de grãos nas cultivares oscilaram de 1.397kg ha⁻¹ (BRS Gira 12) a 1.876kg ha⁻¹ (BRS Gira 18). A média geral foi de 1.646kg ha⁻¹, a qual está acima das médias das lavouras, que é de 1.500kg ha⁻¹, segundo dados da CONAB (2005). Destacam-se com melhor adaptação as cultivares com rendimentos médios de grãos acima da média geral (VENCOVSKY e BARRIGA, 1992), sobressaindo, entre elas, as MG 2, MRS Gira 20 e MG 52.

Os coeficientes de regressão linear (b_1) variaram de 0,62 a 1,46, respectivamente, nas cultivares BRS Gira 12 e MG 52, sendo ambos estatisticamente diferentes da unidade. Cinco das cultivares mostraram os coeficientes de regressão diferentes da unidade, e as oito restantes mostraram esses desvios semelhantes a unidade, revelando que o conjunto avaliado mostra comportamento diferenciado nos ambientes desfavoráveis. As cultivares MG 52, Hélio 250 e Hélio 863 mostraram-se exigentes nas condições desfavoráveis. No que se refere à estabilidade, todo o conjunto avaliado, à exceção dos genótipos Catissol, Charrua e Agrobol 960, evidenciaram baixa estabilidade nos ambientes considerados (s^2_d diferentes de zero). Mesmo assim, Cruz et al. (1989) consideram que materiais com valores de $R^2 > 80\%$, exibem estabilidade de produção.

Considerando os resultados encontrados na tabela 1 infere-se que para os ambientes favoráveis mereceram destaque os genótipos MG 52 e Hélio 250 por exibirem alta adaptação ($b_0 >$ média geral), b_1 e $b_1 + b_2 > 1$ e valores de $R^2 > 80\%$. Também o genótipo Hélio 358, por apresentar rendimento médio de grãos acima da média geral e ser exigente nas condições desfavoráveis ($b_1 > 1$), pode ser sugerido para essas condições de ambiente. Os genótipos

BRS Gira 20, MG 2 e BRHS 01, por apresentarem adaptabilidade ampla ($b_0 > \text{média geral}$ e $b_1 = 1$), constituem-se em excelentes alternativas para a agricultura regional. A variedade Catissol, de rendimento médio de grãos semelhante à média geral e com o coeficiente b_1 semelhante à unidade, exhibe também adaptabilidade ampla, o que a torna de grande interesse para exploração comercial na região.

Os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade referentes à rede de Ensaio Final de primeiro Ano estão na tabela 2 na qual, verifica-se que os rendimentos médios de grãos (b_0) dos genótipos variaram de 1.220kg ha⁻¹ (BRS Gira 1) a 1.917kg ha⁻¹ (NEON) com média de 1.519kg ha⁻¹. Os genótipos com rendimentos médios de grãos acima da média geral apresentaram melhor adaptação (VENCOVSKY e BARRIGA, 1992), entre os quais, destacaram-se, os genótipos Neon, seguido dos M 734, NTO 3.0 e MG 100.

As estimativas dos coeficientes de regressão linear (b_1), que corresponde à resposta linear do genótipo à variação nos ambientes desfavoráveis, variaram de 0,49** a 1,45**, respectivamente, em relação aos genótipos BRS Gira 1 e NEON (Tabela 8). Dentre os onze genótipos que mostraram melhor adaptação ($b_0 > \text{média geral}$), seis apresentaram estimativas de b_1 significativamente diferentes da unidade, e cinco mostraram estimativas de b_1 não significativas, o que evidencia comportamento diferenciado desses genótipos nas condições desfavoráveis ($b_1 > 1$). Com relação à resposta nos ambientes favoráveis, ainda nesse grupo de melhor adaptação, apenas cinco responderam à melhoria ambiental ($b_1 + b_2$). Quanto à estabilidade, onze genótipos mostraram os desvios da regressão semelhantes à zero, denotando alta estabilidade nos ambientes considerados. CRUZ et al. (1989) consideraram que materiais com valores de R superiores a 80%, também expressam estabilidade em ambientes estudados.

Verificando-se os dados da tabela 2 nota-se que os genótipos NTO 3.0, MG 100 e V 20041 destacaram-se para os ambientes favoráveis por apresentarem alta adaptação ($b_0 > \text{média geral}$), serem exigentes nas condições desfavoráveis ($b_1 > 1$) e responderem a melhoria ambiental ($b_1 + b_2 > 1$). Também os genótipos Neon e BRS Gira 26, por mostrarem boa adaptação ($b_0 > \text{média geral}$) e serem exigentes nas condições desfavoráveis ($b_1 > 1$), devem ser sugeridos para as condições de ambientes favoráveis. Os genótipos Hélio 358 e Paraíso 20, por responderem à melhoria ambiental ($b_1 + b_2 > 1$), podem ser da mesma forma, sugeridos para essas condições de ambiente. Para as condições desfavoráveis, apenas o genótipo Zenit, por ser pouco exigente

nessas condições ($b_1 < 1$), mostrou melhor indicação para essa condição de ambiente. No entanto, o genótipo Neon, que apresentou melhor rendimento nas condições desfavoráveis, justifica sua recomendação para esse tipo de ambiente. De grande importância para a região foram os genótipos que expressaram adaptabilidade ampla ($b_0 > \text{média geral}$ e $b_1 = 1$), a exemplo dos genótipos M 734, HLS 06, Paraíso 20, Hélio 358 e BRS Gira 6, os quais se consubstanciam em excelentes opções de cultivo para o Nordeste brasileiro.

Em se tratando da Rede de Ensaio Final de Segundo Ano, os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade estão na tabela 3, onde se constata que as médias de rendimentos dos genótipos, na média dos ambientes, oscilaram de 1.415kg ha₋₁ (BRS Gira 4) a 1.931kg ha₋₁ (BRS Gira 18), com média geral de 1.633kg ha₋₁, evidenciando o bom desempenho produtivo dos genótipos avaliados nos diferentes ambientes. Os genótipos com rendimentos médios de grãos acima da média geral ($b_0 > \text{média geral}$) mostraram melhor adaptação (VENCOVSKY e BARRIGA, 1992), sobressaindo os genótipos BRS Gira 20, BRS Gira 22 e BRS Gira 18, com melhores rendimentos.

As estimativas dos coeficientes de regressão (b_1), que corresponde à resposta linear do genótipo à variação nos ambientes desfavoráveis, variaram de 0,50** a 1,52**, respectivamente, em relação aos genótipos BRS Gira 4 e BRS Gira 22, sendo ambos estatisticamente diferentes da unidade (Tabela 1). Dentre os sete genótipos que expressaram melhor adaptação ($b_0 > \text{média geral}$), seis mostraram estimativas de b_1 significativamente diferentes da unidade, e uma apresentou estimativa de b_1 não significativa, o que evidencia comportamento diferenciado desses genótipos em ambientes desfavoráveis. Os genótipos BRS Gira 18, BRS Gira 22, BRS Gira 23, BRS Gira 19 M 734 mostraram ser muito exigentes nas condições desfavoráveis ($b_1 > 1$), e o genótipo BRS Gira 12 mostrou ser pouco exigente nessas condições ($b_1 < 1$). No que tange à estabilidade de produção, seis genótipos mostraram os desvios da regressão estatisticamente diferentes de zero, evidenciando baixa estabilidade de produção nos ambientes considerados (Tabela 1). Considerando-se que a estabilidade pode ser também avaliada pelas estimativas de R^2 (CRUZ et al., 1989), percebe-se que apenas um genótipo mostrou essa estimativa abaixo de 80%, o que indica que o conjunto avaliado mostrou bom nível de estabilidade nesses ambientes.

Considerando-se os resultados apresentados nessa rede de ensaio (Tabela 3), infere-se que para os ambientes favoráveis destacaram-se os genótipos BRS Gira 18, BRS Gira 22, BRS Gira 23, BRS Gira 19 e M 734, por

mostrarem boa adaptação ($b_0 > \text{média geral}$) e serem exigentes nas condições desfavoráveis ($b_1 > 1$). Para as condições desfavoráveis mereceu destaque o genótipo BRS Gira 12, por apresentar boa adaptação ($b_0 > \text{média geral}$) e ser pouco exigente nas condições desfavoráveis ($b_1 < 1$). Apenas o genótipo BRS Gira 20 apresentou adaptabilidade ampla ($b_0 < \text{média geral}$ e $b_1 = 1$), constituindo-se em uma boa opção para a agricultura regional.

CONCLUSÕES

1. As médias de rendimentos das diferentes redes de ensaios superam as médias de lavouras comerciais de girassol evidenciando o potencial da Região Nordeste do Brasil para exploração desse cultivo.

2. As cultivares avaliadas mostram comportamento diferenciado nos ambientes desfavoráveis.

3. Os genótipos MG 2, BRHS 01, M 734, Paraíso 20, Hélio 358, dentre outros, evidenciam adaptabilidade ampla consubstanciando-se em alternativas importantes para a agricultura regional.

Tabela 1. Estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de 13 Cultivares de Girassol, em 20 ambientes dos estados da Bahia, Sergipe, Alagoas e Pernambuco, 2008.

Cultivares	Médias de Grãos (kg/ha)			b_1	b_2	b_1+b_2	s^2_d	R^2 (%)
	Geral	Desfavorável	Favorável					
MG 52	1876 a	1441	2529	1,46**	0,12ns	1,58**	142616**	93
BRG Gira 20	1840 a	1562	2259	0,97ns	-0,91**	0,06**	347159**	65
MG 2	1820 a	1569	2197	0,92ns	-0,17ns	0,74ns	225467**	74
Hélio 358	1757 b	1377	2326	1,23**	0,12ns	1,35ns	151823**	89
Hélio 250	1688 b	1285	2293	1,32**	0,42*	1,74**	213335**	88
BRSH 01	1671 b	1392	2091	0,94ns	-0,86**	0,08**	210468**	74
Catissol	1621 c	1340	2043	0,97ns	-0,26ns	0,71ns	67680ns	91
Charrua	1584 c	1286	2030	0,97ns	0,43*	1,40*	108914ns	89
Aguará 3	1582 c	1289	2021	0,96ns	0,14ns	1,09	175743**	82
Hélio 863	1562 c	1250	2031	1,02ns	0,72**	1,74*	425663**	72
Agrobel 960	1512 d	1230	1936	0,94ns	0,05ns	0,99**	78626ns	90
Embrapa 122	1484 d	1283	1785	0,70**	-0,13ns	0,56**	149360**	71
BRG Gira12	1397 e	1234	1642	0,62**	0,35ns	0,96*	259464**	59

* significativos, respectivamente, a 1% e 5% de probabilidade, pelo Teste T de Student, respectivamente para b_1 , b_2 e s^2_d . ** e *** Significativos a 1% e 5% de probabilidade pelo Teste F para S^2_d . As Médias seguidas pelas mesmas letras diferem entre Si pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de 26 cultivares de girassol de Ensaio Final de Primeiro Ano em 9 ambientes. Região Nordeste do Brasil, 2008.

Cultivares	Médias de Grãos (kg ha ⁻¹)			B ₁	B ₂	B ₁ +B ₂	S _d ²	R ² (%)
	Geral	Desfavorável	Favorável					
NEON (H)	1917 a	1361	2362	1,45**	-0,16ns	1,29	5610310**	93
M 734 (H) ¹	1742 b	1359	2049	0,96ns	0,58ns	1,54ns	337898*	92
NTO 3.0 (H)	1703 b	1184	2118	1,33**	0,31**	1,64**	5470925**	91
MG 100 (H)	1678 b	1204	2057	1,21*	0,11ns	1,32**	4225920ns	95
BRS Gira 26 (H)	1653 c	1201	2014	1,20*	0,30ns	1,51ns	4497420**	87
V 20041 (H)	1622 c	1123	2021	1,27**	0,42ns	1,69**	5171239ns	97
Brs Gira 6 (H)	1605 c	1192	1936	1,11ns	0,28*	1,39**	3829367**	91
Hélio 358 (H)	1596 c	1196	1916	1,04ns	0,38ns	1,42*	3537932*	93
Paraíso 20 (H)	1547 d	1110	1898	1,12ns	0,20ns	1,33*	3793012**	91
HLS 06 (H)	1540 d	1153	1850	1,04ns	-0,25ns	0,79ns	2767256*	90
ZENIT (H)	1537 d	1249	1768	0,74**	-0,42ns	0,32ns	1263952ns	88
Agrobol 960 (H)	1509 d	1184	1769	0,85ns	0,50ns	1,34**	2605719ns	94
TRITRON MAX (H)	1508 d	1110	1827	0,96ns	-0,14*	0,83ns	2452574**	81
HLA 862 (H)	1501 d	1080	1838	1,09ns	0,45ns	1,53ns	3943425ns	95
SRM 822 (H)	1486 d	1086	1806	1,06ns	-1,24*	-0,18**	2514116**	77
HLE 15 (H)	1475 d	1179	1712	0,79*	0,25**	1,04**	1976994**	81
Embrapa 122 (V)	1470 d	1108	1759	0,97ns	-0,24ns	0,73ns	2405956*	89
Paraíso 33 (H)	1463 d	981	1848	1,24*	-0,12ns	1,12ns	4094509ns	97
HLT 5004 (H)	1458 d	1030	1800	1,11ns	0,23ns	1,34ns	3759125**	80
HLS 07 (H)	1426 d	1127	1666	0,75*	-1,26ns	-0,51**	1405954ns	91
Paraíso 65 (H)	1424 d	1061	1715	0,91ns	-0,28**	0,64ns	2086482ns	92
EXP 1452 (H)	1378 e	1116	1588	0,71**	0,39ns	1,10ns	1793499ns	90
HLE 16 (H)	1378 e	1023	1663	0,92ns	-0,01ns	0,91ns	2338877*	88
EXP. 1450 (H)	1348 e	989	1636	0,90ns	0,32ns	1,22ns	2623943ns	94
HLT 5002 (H)	1294 f	1002	1528	0,77*	-0,56**	0,21**	1337473**	66
BRS Gira 1 (V)	1220 f	1018	1381	0,49**	-0,06ns	0,43**	634980ns	80

**e* significativos, respectivamente, a 1% e 5% de probabilidade, pelo teste T de Student, respectivamente para b₁, b₂ e b₁+b₂. * e ** significativos a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F para s_d², as médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de scott-knott a 5% de probabilidade. H- Híbrido; V – Variedad e;¹ Testemunha de ensaio para comparação de híbridos.

Tabela 3. Estimativas de Parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de 16 cultivares de Girassol de Ensaio Final de Segundo Ano em 6 ambientes. Região Nordeste do Brasil, 2008.

Cultivares	Médias de Grãos (kg ha ⁻¹)			B ₁	B ₂	B ₁ +B ₂	S ² _d	R ² (%)
	Geral	Desfavorável	Favorável					
BRS Gira	1931 a	1597	2597	1,27**	-0,02ns	1,25ns	162981**	93
BRS Gira	1875a	1461	2705	1,52**	-0,96ns	0,56ns	8484ns	100
BRS Gira	1860a	1600	2381	0,94ns	1,38ns	2,32ns	161973**	89
M 734 ¹	1788b	1416	2534	1,35**	-3,57**	-2,22**	73545ns	97
BRS Gira	1739b	1394	2429	1,25*	-2,46**	-1,21**	80334ns	96
BR S Gira	1736b	1373	2464	1,26*	-0,16ns	1,11ns	227735**	90
BRS Gira	1662b	1458	2069	0,69**	-1,00ns	-0,31ns	118330*	84
V 50386	1595c	1397	1989	0,69**	3,95**	4,64**	106299ns	91
BRS Gira	1550c	1311	2027	0,88ns	-1,26ns	-0,38ns	37849ns	96
Hélio 358	1535c	1238	2129	1,05ns	-0,94ns	0,10ns	96788ns	94
Gira 14	1530c	1311	1969	0,83ns	2,06**	2,89*	140852*	89
Agrobel	1514c	1186	2170	1,17ns	0,34ns	1,50ns	30785ns	98
BR S Gira	1490c	1324	1822	0,62**	-0,04ns	0,58ns	145941*	78
HLA 863	1469c	1223	2001	0,94ns	-2,53**	-1,59**	79414ns	94
BRS Gira	1447c	1169	2003	1,04ns	0,82ns	1,86ns	79024ns	95
BRS Gira	1415c	1281	1682	0,50**	4,39**	4,89**	17729ns	98

**e* Significativos, respectivamente, a 1% e 5% de probabilidade, pelo Teste T de Student, respectivamente para b₁, b₂ e b₁+b₂. * e * Significativos a 1% e 5% de probabilidade pelo Teste F Para S²_d. As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

¹ - Testemunha do ensaio para comparação de híbridos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATROCH, A. L.; SOARES, A. A.; RAMALHO, M. A. P. Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de arroz de sequeiro testados no Estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.24, n.3, p.541-548, 2000.

BACKES, R. L.; SOUZA, A. M. de; GALLOTI, G. J. M. Desempenho de cultivares de girassol em duas épocas de plantio de safrinha no planalto norte catarinense. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 1, p.41-48, 2008.

COLASANTE, L. O.; NOGUEIRA, R. R. Avaliação de Cultivares de Girassol em duas Épocas de Plantio na Região Sul do Paraná. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DO GIRASSOL, 17º; SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE A CULTURA DE GIRASSOL, 5º, 2007, Uberaba. **Anais...** Uberaba: Embrapa Soja, 2007. (Embrapa Soja, 292).

CONAB. **Acompanhamento da safra 2004/2005**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>

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, 1989. p.567-580.

DE LA VEGA, A. J.; CHAPMAN, S. C. Defining sunflower selection strategies for a highly heterogeneous target population of environments. **Crops Science**, v. 46, p. 136-144, 2006.

DEL PELOSO, M. J.; COSTA, J. G. C. da; RAVA, C. A. et al. Feijão preto é “Valente”. In: Congresso Nacional de Pesquisa de Feijão, 7., 2002. Viçosa. **Resumos do Congresso Nacional de Pesquisa de Feijão**. Viçosa, MG: UFV, 2002. p. 387-390.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 8ª Ed. São Paulo. Nobel, 1990. 450p.

LÚCIO, A.D.; STORCK, L.; BANZATTO, D. A. Classificação dos experimentos de competição de cultivares quanto à sua precisão. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 5, p.99-103, 1999.

OLIVEIRA, A. C. B. de; SILVA, S. D. dos A.; CARVALHO, C. G. P. de. Avaliação de Potencial Produtivo de doze Genótipos de Girassol Plantados em Pelotas, Região Sudeste do RS. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DO GIRASSOL, 17º; SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE A CULTURA DE GIRASSOL, 5º, 2007, Uberaba. **Anais...** Uberaba: Embrapa Soja, 2007b. (Embrapa Soja, 292).

OLIVEIRA, I. R.; CARVALHO H. W. L. de; LIRA, M. A.; et al. Avaliação de Cultivares de Girassol na Zona Agreste do Nordeste Brasileiro. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DO GIRASSOL, 17º; SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE A CULTURA DE GIRASSOL, 5º, 2007, Uberaba. **Anais...** Uberaba: Embrapa Soja, 2007a. (Embrapa Soja, 292).

SMIDERLE, O. J.; SILVA, S. R.G.; SCHWENGBER, D. R. Produtividade de Cultivares de Girassol em Cerrado de Roraima. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DO GIRASSOL, 17º; SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE A CULTURA DE GIRASSOL, 5º, 2007, Uberaba. **Anais**. Uberaba: Embrapa Soja, 2007. (Embrapa Soja, 292).

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

RESPOSTAS AGRONÔMICAS DE ALFACE SOB ADUBAÇÃO ORGÂNICA E CULTIVO SUCESSIVO EM AMBIENTE PROTEGIDO

Ana Cláudia Kalil Huber e Tânia Beatriz G. Araújo Morselli²

¹Prof^o. Dr^a. Centro de Ciências Rurais, URCAMP, Bagé, RS. E-mail: anackalil@hotmail.com; ²Prof^o. Dr^a. Departamento de Solos, FAEM/UFPel, Pelotas, RS.

RESUMO: Com o objetivo de estudar as respostas agronômicas de duas cultivares de alface sob adubação orgânica em cultivo sucessivo em ambiente protegido, foram conduzidos em estufa plástica, dois experimentos nos períodos de: 22/02 a 29/03/07 (Experimento I) e 05/06 a 20/07/07 (Experimento II), no Campo Didático Experimental da FAEM/UFPel, município do Capão do Leão, RS. Utilizou-se as cultivares: Regina e Mimosa Vermelha, submetidas as seguintes adubações: adubo mineral (AM), vermicomposto bovino (VB), vermicomposto suíno (VS), vermicomposto equino (VE), vermicomposto borra de café mais erva-mate (VBCEM) e testemunha (TES). Foram utilizadas para a calagem e as adubações as recomendações do Manual de Adubação e de Calagem do RS/SC. O experimento foi esquematizado em blocos ao acaso com três repetições e cada repetição com dez plantas por cultivar. Os dois experimentos receberam adubação mineral e orgânica. No experimento II, foram avaliados os efeitos de reposição das adubações. Decorridos 21 dias do transplante das mudas, foram colhidas no experimento I as plantas que receberam o VB e VS, e aos 28 dias aquelas que receberam AM e VE e o restante aos 35 dias. No experimento II, foram colhidas as plantas que receberam VB e VS aos 40 dias do transplante e o restante das adubações aos 45 dias. As variáveis analisadas foram fitomassa fresca da parte aérea, área foliar, fitomassa seca da raiz, comprimento de raiz e razão parte aérea/sistema radicular, após cada experimento. Conclui-se que: as respostas agronômicas da alface, para os parâmetros avaliados, são mais satisfatórias com aplicação dos vermicompostos; os vermicompostos bovino e suíno são os adubos orgânicos mais eficientes na sucessão da alface para as cultivares Mimosa Vermelha e Regina; os vermicompostos bovino e suíno, no cultivo sucessivo, promovem a precocidade da alface, permitindo a colheita aos 21 dias após o transplante das mudas das duas cultivares estudadas.

Palavras-chave: cultivo orgânico.

AGRONOMIC ANSWERS IN LETTUCE AND ORGANIC FERTILIZERS IN GREENHOUSE SUCCESSIVE CULTIVATION

ABSTRACT: With the objective to study two cultivate of lettuce under organic fertilizer in successive cultivation in polyethylene greenhouse, model “Arco Pampeano”, two experiments from 22/02 to 29/03/07 (Experiment I), from 05/06 to 20/07/07 (Experiment II), in the Complexo de Estufas da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, Campus Capão do Leão, Rio Grande Do Sul, Brasil. It was utilized the cultivars: Regina and Mimosa, submitted the following fertilizations: mineral fertilizer (AM), bovine manure vermicompost (VB), swine manure vermicompost (VS), equine manure vermicompost (VE), coffee drags + herb-checkmate vermicompost (VBCEM) and absent fertilizer (TES). The liming and the fertilizations had been used for the recommendations of the Manual de Adubação e de Calagem do RS/SC. The experiment was developed using the randomized blocks with three repetitions and each repetitions

with ten plants for cultivar. The two experiments had received mineral and organic fertilizer. In experiment II, the restitution effect of the fertilizations had been evaluated. Passed 21 days of the transplant of the seedlings, had been harvested in experiment I the plants that had received the VB and VS, and to the 28 days those that had received AM and VE and the remain to the 35 days. In experiment II, the plants had been harvested that had received VB and VS to the 40 days from the transplant and the remain of the fertilizations to the 45 days. The analyzed variables had been, aboveground biomass (wet), foliar area, fitomass dry of root, reason fitomass aerial/radicular, root length, each experiment. The experiment showed: the answers agronomic of the lettuce, for the evaluated parameters, are more satisfactory with application of the vermicompost; the bovine manure vermicompost and swine manure vermicompost were more efficient the organic fertilizers in the succession of the lettuce to cultivate them Mimosa Vermelha and Regina; the bovine manure vermicompost and swine manure vermicompost, in the successive (tillage) cultivation, promoted the precocity of the lettuce, having allowed the harvest to the 21 days after the transplant of the seedlings of the two to cultivate studied.

Keywords: tillage and organic.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, as propostas de transição agroambiental mais expressivas, como a que se abriga na orientação agroecológica, aparecem com mais nitidez em nível mundial e ganham expressão nacional, traduzindo preferências dos consumidores e adesão dos agricultores. No entanto, um dos problemas identificados com relação ao desenvolvimento e efetivação da agroecologia na pequena propriedade é a falta de conhecimento e de domínio no preparo de insumos alternativos, tais como: bio-fertilizantes líquidos, (vermi) compostos orgânicos e caldas protetoras (TIM; GOMES e MORSELLI, 2004).

O uso de compostos orgânicos surge como uma alternativa para reduzir as quantidades de fertilizantes minerais a ser aplicados, tornando-se de fundamental importância o questionamento sobre o tipo de adubação a ser utilizada em função das crescentes demandas da sociedade, do mundo globalizado, novos paradigmas científicos e tecnológicos. São questões que exigem a compreensão do todo, interação entre as partes e harmonia entre as dimensões econômica, sócio-cultural e ambiental (FERNANDES et al., 1998).

A produção de hortaliças em ambiente protegido constitui um agrossistema diferente daquele representado pelo cultivo tradicional a campo. Vem se expandindo, em quase todos os países do mundo, possibilitando a produção continuada de diferentes culturas durante

todo o ano, com um produto de valor comercial capaz de atender as expectativas do mercado consumidor.

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma das hortaliças mais consumidas no Brasil e em virtude de sua alta perecibilidade e baixa resistência ao transporte, é cultivada próxima aos grandes centros consumidores, nos chamados “cinturões verdes” (SILVA et al., 2000).

Dentre os itens dispendiosos no custo de produção de hortaliças estão os fertilizantes minerais, e em muitas situações são necessárias altas doses para o fornecimento dos nutrientes demandados. Por isso, a geração de tecnologias que poupem o consumo desses fertilizantes, é desejável à diminuição do custo de produção dessas espécies (RODRIGUES, 1984).

Em razão do consumo crescente e da modernização do setor de distribuição de hortaliças é exigido do produtor, qualidade, quantidade e principalmente regularidade na sua produção. No sentido de buscar alternativas que atendam o mercado consumidor muitos produtores têm procurado, com tecnologia ou não, inserir a adubação orgânica e o cultivo em ambiente protegido (MORSELLI, 2001). Os adubos orgânicos são empregados amplamente nos sistemas de produção de hortaliças, destacando-se a alface dentre as folhosas. Esses atuam como condicionadores dos ambientes físico, químico e biológico interferindo na resposta das culturas tanto em qualidade como quantidade, e na antecipação da colheita (RODRIGUES e CASALI, 1998).

Considerando-se a grande demanda por produtos orgânicos e a necessidade de sistemas de fertilização adequados ao cultivo sucessivo de alface, este trabalho teve como objetivo geral estudar as respostas agronômicas de duas cultivares de alface sob adubação orgânica em cultivo sucessivo em ambiente protegido, em consequência o conhecimento dos efeitos dos tratamentos utilizados no presente trabalho proporcionará produção com qualidade e uma redução dos prejuízos econômicos, sociais e/ou ambientais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/Universidade Federal de Pelotas, município de Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil. O presente trabalho foi conduzido

através de dois experimentos realizados nos períodos de 22/02/07 a 29/03/07 (Experimento I), 05/06/07 a 20/07/07 (Experimento II), a contar do transplante das mudas. Os experimentos foram conduzidos em estufa plástica modelo “Arco Pampeano”, disposta no sentido Norte-Sul, cujas medidas apresentam 10,00m de largura por 20m de comprimento, coberta com filme de polietileno de baixa densidade de 0,15mm de espessura com aditivo anti-UV no Campo Didático Experimental do Departamento de Fitotecnia – FAEM/ UFPel. Os vermicompostos foram produzidos no minhocário do Departamento de Solos da FAEM/UFPel e no minhocário da Universidade da Região da Campanha/Bagé.

As plantas foram conduzidas individualmente em vasos com capacidade de 4kg contendo solo classificado como Planossolo Aplico Eutrófico Solódico (EMBRAPA, 2006), coletado em área próxima à estufa plástica, analisado no Laboratório de Análise de Solos do Departamento de Solos da FAEM/UFPel, com as seguintes características: argila: 12m v⁻¹; pH: 4,7, ISMP: 6,3; MO: 1,4m v⁻¹; P: 4,9mg L⁻¹; K: 64mg L⁻¹; Al: 0,6cmolc L⁻¹; Ca: 2,0cmolc L⁻¹; Mg: 0,8cmolc L⁻¹; Na: 183mg L⁻¹; Cu: 1,4 mg L⁻¹ ; Zn: 1,4mg L⁻¹ ; Fe: 14mg L⁻¹ ; Mn: 25mg L⁻¹.

Foram utilizadas cultivares de alface, cultivar Regina, classificada segundo Goto e Tivelli, (1998) (não é possível entender a redação). Cada experimento constou de 360 vasos, preenchidos com o mesmo substrato para todo. Ao final de cada experimento, após a retirada das raízes por peneiramento, em peneira com malha de 2mm, foram coletadas e homogeneizadas amostras do substrato resultante da mistura solo+adubação e de cada adubação submetidas às análises laboratoriais.

As mudas foram produzidas em bandejas de poliestireno expandido, contendo 128 células, com volume de células de 36,4cm³, altura de 6cm em sua maior largura, com o substrato comercial Plantmax®, em sistema de bandejas flutuantes. As mudas foram cultivadas em outra estufa plástica “Arco Pampeano”, nos períodos de 23/01 a 21/02/2007 para o primeiro experimento e de 07/05 a 05/06/2007 para o segundo experimento. O transplante foi realizado no momento em que as plantas apresentaram de quatro a cinco folhas definitivas, nos dias 23/01 e 07/05/2007 (estas datas estão equivocadas,

uma vez que são as mesmas da sementeira) para o primeiro e segundo experimento respectivamente. Os dois experimentos foram submetidos às seguintes adubações: Adubo Mineral (AM), Vermicomposto Bovino (VB), Vermicomposto Suíno (VS), vermicomposto Equino (VE), Vermicomposto de Erva-mate mais Borra de café (VBCEM), e uma testemunha (TES), discriminados no quadro 1.

Quadro 1. Recomendação de adubação mineral e adubação orgânica (g vaso⁻¹) nos dois experimentos em cultivos sucessivos de alface em ambiente protegido.

Trat.	----Adubação mineral-----				----Adubação orgânica-----	
	Transplante		Cobertura		Transplante	
	Exp. I	Exp.II	Exp.I	Exp.II	Exp. I	Exp.II
TES	Substrato mais calcário				Substrato mais calcário	
AM	Manual de Adubação e Calagem-RS/SC				Manual de Adubação e Calagem-RS/SC	
VB	-	-	-	-	94g vaso ⁻¹	85g vaso ⁻¹
VS	-	-	-	-	78g vaso ⁻¹	70g vaso ⁻¹
VE	-	-	-	-	91g vaso ⁻¹	82g vaso ⁻¹
VBCEM	-	-	-	-	49g vaso ⁻¹	46g vaso ⁻¹

Fonte: FAEM/UFPel, 2007.

O adubo nitrogenado mineral foi aplicado em cobertura aos 15 e 21 dias a contar da data do transplante das mudas e os vermicompostos foram aplicados no momento do transplante das mudas. As recomendações de adubação e calagem foram feitas utilizando-se o Manual de Adubação e de Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (2004). Os seis substratos utilizados na condução das duas cultivares desenvolvidas totalizaram 12 tratamentos em cada experimento.

Utilizou-se para recomendar as adubações do Experimento I a análise inicial do solo e para o Experimento II as análises obtidas ao término do Experimento I.

Antes da instalação do Experimento I o solo recebeu calcário com PRNT 80%, conforme o Manual de Adubação e de Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (2004), de modo a atingir o pH exigido pela cultura da alface. Foram utilizados na adubação mineral dos Experimentos I e II os seguintes adubos: nitrogênio – nitrato de cálcio com 18% de N, fosfato - Superfosfato

triplo com 41% de P_2O_5 e potássio – cloreto de potássio com 58% de K_2O . Foi realizada levando-se em consideração a análise do substrato pertencente a cada experimento, a necessidade da cultura e as análises dos vermicompostos. Utilizaram-se os índices recomendados pelo Manual de Adubação e de Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (2004), para cultivo sucessivo. Os vermicompostos de esterco de bovino, suíno, eqüino e erva-mate foram produzidos no minhocário da Faculdade de Agronomia da Universidade da Região da Campanha em Bagé, e o vermicomposto de borra de café foi produzido no minhocário do Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, utilizando-se caixas de madeira não aromática (cedrinho), medindo 1,00m de comprimento por 0,60m de largura por 0,30m de altura, inoculadas cada uma com 300 minhocas adultas e cliteladas. Decorridos 45 dias da vermicompostagem, os vermicompostos foram peneirados em peneira de malha de 2mm e armazenados em sacos plásticos fechados para posteriores análises e utilização.

Os métodos utilizados para as determinações dos vermicompostos, foram os recomendados Tedesco et al., (1995), e as análises realizadas no Laboratório de Química e Fertilidade do Solo do Departamento de Solos da FAEM/UFPel.

Tabela 1. Caracterização dos vermicompostos bovino (VB), suíno (VS), eqüino (VE), erva-mate (VEM) e borra de café (VBC), utilizados no Experimento I.

Verm.	pH	N	P (P_2O_5)	K (K_2O)	Ca (CaO)	Mg (MgO)	C	Umidade
VB	6,5	1,93	1,58	1,23	4,59	1,15	3,84	61,50
VS	6,7	1,62	5,35	0,86	6,44	2,00	2,26	44,50
VE	5,7	1,90	0,73	1,61	1,92	0,69	2,31	59,70
VEM	7,4	3,32	0,48	1,38	5,19	1,41	3,63	58,30
VBC	7,2	4,93	0,71	2,25	0,69	0,71	3,84	70,04

Fonte: LAS/FAEM/UFPel, 2007.

As colheitas foram realizadas levando-se em considerações o diâmetro médio comercializável, compatível com a arquitetura da planta (ROSA, 1998). Para as cultivares Regina convencionou-se $\geq 28\text{cm}$ e Mimosa Vermelha $\geq 33\text{cm}$.

O experimento foi conduzido como fatorial A x B x C (A= adubação, B= cultivar, C= blocos), em blocos casualizados com parcelas subdivididas, com três repetições, para as variáveis respostas. Após a análise da variação, fez-se comparação das médias pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade, utilizando-se o Sistema de Análise Estatística para Microcomputadores (SANEST), segundo Zonta et al. (1984).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Fitomassa fresca da parte aérea

A análise da variação mostrou que houve diferença significativa e interação para os fatores tratamento e cultivar.

No experimento I (Tabela 2) para a variável fitomassa fresca da parte aérea, destacaram-se as adubações: AM, VB, VS e VE para a cultivar Mimosa Vermelha e para cultivar Regina a melhor resposta foi encontrada no VB não diferindo estatisticamente do AM, VS e VE, mostrando-se diferente estatisticamente dos tratamentos testemunha e VBCEM.

No experimento II, o VB destacou-se para a cultivar Mimosa Vermelha, não diferindo estatisticamente da AM, VS e VE e para cultivar Regina a AM, VB e VS foram os melhores tratamentos.

Os dados obtidos em fitomassa fresca da parte aérea concordam com os resultados encontrados por Morselli (2001) e Vidal (2006), em trabalhos desenvolvidos em ambiente protegido utilizando alface (Regina, Mimosa Vermelha e Carolina) e rúcula, respectivamente, utilizando vermicomposto bovino como adubo.

Resultados obtidos com os vermicompostos, no presente trabalho, provavelmente sejam devidos, não somente às condições físicas melhoradas no substrato ao longo da sucessão, mas também à adaptação dos microrganismos a cada um dos substratos e ao ambiente protegido, permitindo assim uma melhor troca entre os exsudatos microbianos e radiculares favorecendo as relações água-substrato-planta, no sentido de manter a nova cadeia trófica em homeostase

(KONONOVA, 1961; ALEXANDER, 1977 e CARDOSO et al., 1992).

Tabela 2. Fitomassa fresca da parte aérea de duas cultivares de alface nos dois experimentos, nas diferentes adubações.

Adubações	Fitomassa fresca (g planta ⁻¹)	
	Mimosa Vermelha	Regina
	----- Experimento I -----	
Testemunha	21,77 b B	35,19 c A
Adubação mineral	48,81 a A	52,73 ab A
Verm. Bovino	52,62 a A	62,32 a A
Verm. Suíno	60,00 a A	56,53 ab A
Verm. Equino	44,84 a A	48,00 abc A
Verm. Borra Café + Erva-Mate	17,02 b B	41,01 bc A
Médias	30,64	49,30
	----- Experimento II -----	
Testemunha	11,06 c B	22,77 c A
Adubação mineral	20,37 abc B	54,69 a A
Verm. Bovino	31,90 a B	56,99 a A
Verm. Suíno	29,08 ab B	63,95 a A
Verm. Equino	20,61 abc B	40,60 b A
Verm. Borra Café + Erva-Mate	17,02 bc B	41,01 b A
Médias	21,67	46,66

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas para cada coluna (entre adubações) e maiúsculas para cada linha (entre cultivares), diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%. Fonte: FAEM/UFPEL, 2007

No experimento I (Tabela 2), não houve diferença estatística entre as duas cultivares nos tratamentos AM, VB, VS e VE, tendo os tratamentos testemunha e VBCEM destacando-se para a cultivar Regina. No experimento II destacou-se estatisticamente a cultivar Regina.

2. Área Foliar

A análise da variação mostrou que houve diferença significativa e interação para os fatores tratamento e cultivar.

A avaliação estatística referente à área foliar (Tabela 3) não revelou diferença significativa entre os tratamentos AM, VB, VS, VE e VBCEM nos experimentos I, para a cultivar Mimosa Vermelha. No experimento I para a cultivar Regina o VB diferiu dos tratamentos VE e testemunha. No experimento II para a cultivar Mimosa Vermelha os tratamentos não diferiram entre si enquanto para a cultivar Regina,

não diferiram entre si os tratamentos AM, VB, VS e VBCEM. O VS diferiu do VE e da testemunha.

Os resultados obtidos no presente trabalho ficaram abaixo dos encontrados por Quijano (1999), Krolow et al. (2006), Souza et al. (2006) que foram de 5186,47cm², 2388,40cm² e 3467,84cm² respectivamente. Estas respostas estão diretamente relacionadas com as diferenças bruscas de temperaturas e teores da umidade relativa do ar no decorrer dos experimentos e também, na constituição dos adubos utilizados.

A influência significativa dos vermicompostos no cultivo da alface se deve, provavelmente, à presença do ácido indol acético, considerado por Tibau (1984) e Compagnoni e Putzolu (1985) de fundamental importância para estimular a absorção via radicular. Conforme Raven et al. (1996), este ácido promove a rápida divisão celular no sentido longitudinal (que teria também melhorado a produção de fitomassa e não somente a área foliar; portanto esta discussão é válida também para a variável fitomassa). Na tabela 3, observa-se tanto no experimento I como no II, que a cultivar Regina respondeu melhor do que a cultivar Mimosa Vermelha.

3. Fitomassa Seca da Raiz

A análise da variação mostrou que houve diferença significativa e interação para os fatores tratamento e cultivar.

Na tabela 4, no experimento I, as melhores respostas foram encontradas nos tratamentos VB e VBCEM que não diferiram da testemunha para a cultivar Mimosa Vermelha, e para a cultivar Regina não houve diferença significativa entre os tratamentos estudados. No experimento II, o melhor tratamento foi o VBCEM para as cultivares Mimosa Vermelha e Regina, não diferindo significativamente da testemunha para a Mimosa Vermelha e para a cultivar Regina não diferiram entre si testemunha, AM, VS, VE e VBCEM.

Tabela 3. Área foliar de duas cultivares de alface nos dois experimentos, nas diferentes adubações.

Adubações	Área foliar total de alface (cm ²)	
	Mimosa Vermelha	Regina
	----- Experimento I -----	
Testemunha	338,32 b B	833,47 c A
Adubação mineral	826,19 a B	1587,91 ab A
Verm. Bovino	855,37 a B	1706,64 a A
Verm. Suíno	886,55 a B	1579,33 ab A
Verm. Equino	699,69 a B	1388,24 b A
Verm. Borra Café + Erva-Mate	670,66 a B	1397,88 ab A
Médias	712,79	1415,57
	----- Experimento II -----	
Testemunha	236,73 a B	562,96 c A
Adubação mineral	375,48 a B	957,31 ab A
Verm. Bovino	500,67 a B	1207,83 ab A
Verm. Suíno	500,67 a B	1261,29 a A
Verm. Equino	400,21 a B	901,46 b A
Verm. Borra Café + Erva-Mate	366,31 a B	947,00 ab A
Médias	313,23	972,94

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas para cada coluna (entre adubações) e maiúsculas para cada linha (entre cultivares), diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%.

Fonte: FAEM/UFPEL, 2007

Morselli (2001) encontrou valores médios de fitomassa seca da raiz de 7,41g planta⁻¹ semelhante aos resultados médios encontrados no presente trabalho (Tabela 4).

Nos dois experimentos (Tabela 4), não houve diferença estatística entre as cultivares.

4. Comprimento de Raiz

A análise da variação mostrou que houve diferença significativa e interação para os fatores tratamento e cultivar.

Tabela 4. Fitomassa seca de raiz de duas cultivares de alface nos dois experimentos, nas diferentes adubações.

Adubações	Fitomassa seca de raiz (g planta ⁻¹)	
	Mimosa Vermelha	Regina
	----- Experimento I -----	
Testemunha	9,40 ab A	7,77 a A
Adubação mineral	7,03 b A	7,77 a A
Verm. Bovino	10,93 a A	9,46 a A
Verm. Suíno	6,83 b A	6,90 a A
Verm. Equino	7,93 b A	7,90 a A
Verm. Borra Café + Erva-Mate	11,21 a A	8,83 a A
Médias	8,88	8,10
	----- Experimento II -----	
Testemunha	9,03 ab A	7,10 ab A
Adubação mineral	4,00 d A	5,86 ab A
Verm. Bovino	5,96 cd A	5,76 b A
Verm. Suíno	6,16 cd A	7,63 ab A
Verm. Equino	7,80 bc A	8,36 ab A
Verm. Borra Café + Erva-Mate	11,21 a A	8,83 a A
Médias	7,36	7,25

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas para cada coluna (entre adubações) e maiúsculas para cada linha (entre cultivares), diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%.

Fonte: FAEM/UFPEL, 2007

Para as duas cultivares (Tabela 5), no experimento I, mostrou superioridade o tratamento testemunha. A presença de matéria orgânica é fundamental para que as raízes se distribuam adequadamente sem que haja necessidade de expandirem-se no recipiente em que se desenvolvem e crescem (MORSELLI, 2007). Neste caso, o maior comprimento de raízes pode ser atribuído a não adição de vermicomposto ao substrato-solo, fazendo com que as raízes ocupassem todo o recipiente em busca de nutrientes. No experimento II, a testemunha obteve a melhor resposta para a cultivar Mimosa Vermelha, enquanto os tratamentos AM e VBCEM o foram para a cultivar Regina, não diferindo estatisticamente do tratamento testemunha.

Os resultados obtidos no presente trabalho ficaram abaixo dos encontrados por Quijano (1999) e Morselli (2001). No experimento I (Tabela 5), destacou-se a cultivar Mimosa Vermelha da Regina no tratamento testemunha, AM, VB e VE, enquanto no experimento II destacou-se a cultivar Mimosa Vermelha para os tratamentos VB e testemunha.

Tabela 5. Comprimento de raiz de duas cultivares de alface nos dois experimentos, nas diferentes adubações.

Adubações	Comprimento de raiz (m)	
	Mimosa Vermelha	Regina
	----- Experimento I-----	
Testemunha	161,13 a A	71,37 a B
Adubação mineral	59,91 cd A	39,78 b B
Verm. Bovino	99,71 b A	52,11 b B
Verm. Suíno	49,10 dc A	35,64 b A
Verm. Equino	71,64 c A	44,69 b B
Verm. Borra Café + Erva-Mate	37,56 e A	48,41 b A
Médias	79,84	48,66
	----- Experimento II-----	
Testemunha	68,69 a A	36,83 ab B
Adubação mineral	32,40 b A	41,90 a A
Verm. Bovino	36,26 b A	9,39 d B
Verm. Suíno	24,45 b A	24,75 bc A
Verm. Equino	29,28 b A	21,03 cd A
Verm. Borra Café + Erva-Mate	37,56 b A	48,41 a A
Médias	38,10	30,38

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas para cada coluna (entre adubações) e maiúsculas para cada linha (entre cultivares), diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%.

Fonte: FAEM/UFPeL, 2007.

5. Razão parte aérea/sistema radicular (RPA/SR)

A análise da variação mostrou que houve diferença significativa e interação para os fatores tratamento e cultivar.

Nesta variável destacaram-se o VS e VBCEM não diferindo do tratamento AM para a cultivar Mimosa Vermelha e VBCEM para a cultivar Regina, no experimento I.

No experimento II, a melhor resposta foi verificada no VS não diferindo estatisticamente dos tratamentos AM e VB para a cultivar Mimosa Vermelha e, para a cultivar Regina o VB foi o melhor tratamento (Tabela 6).

Embora os resultados obtidos no presente trabalho tenham sido inferiores ao encontrados por Quijano (1999) e Morselli (2001), no experimento II, estes concordam com os referidos autores no que diz respeito aos tratamentos AM e VB.

No experimento I (Tabela 6), destacou-se a cultivar Regina da Mimosa Vermelha nos tratamentos AM e VBCEM, não diferindo nos demais tratamentos. No experimento II destacou-se a cultivar Regina para os tratamentos VB e VBCEM.

CONCLUSÕES

Considerando os resultados obtidos e as condições em que o estudo foi realizado conclui-se que:

- As respostas agronômicas da alface, para os parâmetros avaliados, são mais satisfatórias com aplicação dos vermicompostos.
- Os vermicompostos bovino e suíno são os adubos orgânicos mais eficientes na sucessão da alface para as cultivares Mimosa Vermelha e Regina;
- Os vermicompostos bovino e suíno, no cultivo sucessivo, promovem a precocidade da alface, permitindo a colheita aos 21 dias após o transplante das mudas das duas cultivares estudadas.

Tabela 6. Razão entre parte aérea/sistema radicular (RPA/SR) de duas cultivares de alface nos dois experimentos, nas diferentes adubações.

Adubações	RPA/SR	
	Mimosa Vermelha	Regina
	----- Experimento I -----	
Testemunha	0,21 c A	0,31 d A
Adubação mineral	0,46 ab B	0,63 b A
Verm. Bovino	0,35 bc A	0,48 bc A
Verm. Suíno	0,60 a A	0,57 bc A
Verm. Equino	0,42 b A	0,45 cd A
Verm. Borra Café + Erva-Mate	0,62 a B	1,00 a A
Médias	0.44	0.57
	----- Experimento II -----	
Testemunha	0,67 c A	0,73 c A
Adubação mineral	1,13 ab A	1,19 b A
Verm. Bovino	1,05 ab B	1,82 a A
Verm. Suíno	1,21 a A	1,18 b A
Verm. Equino	0,88 bc A	1,09 b A
Verm. Borra Café + Erva-Mate	0,62 c B	1,00 b A
Médias	0.92	1.16

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas para cada coluna (entre adubações) e maiúsculas para cada linha (entre cultivares), diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%.

Fonte: FAEM/UFPeL, 2007

REFERÊNCIAS

ALEXANDER, M. Introduction to Soil Microbiology. 2nd. New York: John Wiley & Sons, 1977.472 p.

CARDOSO, E.; TSAI, S. M.; NEVES, M. C. Microbiologia do solo. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992.360 p.

COMPAGNONI, L.; PUTZOLU, G. Cría moderna de las lombrices y utilización rentable del humus. Editorial de Vecchi, S.A. Barcelona. 1985.127p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ) Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: Embrapa Solos, 2006. 306p. 2ª edição.

FERNANDES, H. S.; MORSELLI, T. B. G. A.; QUIJANO, F.G.; et al. Efeito da aplicação de vermicompostos em duas cultivares de alface. CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA 38., 1998, Petrolina. Resumo do Congresso, 1998.

GOTO, R.; TIVELLI, S. W. Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais. São Paulo: UNESP (FEU), 1998. 319p.

KROLOW, I.; OLIVEIRA FILHO, L.; KONONOVA, M. M. Soil organic matter. The importance of organic matter in soil formation and soil fertility. New York: Pergamon Press, 1961. p.165-200.

MALLAR, A. La lechuga. Buenos Aires: Editorial Hemisfério Sur, 1983.533p.

Manual de Adubação e de Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina/Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. 400 p. 10 ed. - Porto Alegre, 2004. MORSELLI, T. B. G. A. Resíduos orgânicos em sistemas agrícolas. Pelotas, 2007. 212f. Universidade Federal de Pelotas, 2007. Polígrafo: PPGA/PPGSPAF – UFPel, 2007.

MORSELLI, T. B. G. A.; DONINI, D.; CRUZ, L. E. C.; et al. Respostas agronômicas de alface produzida sob adubação orgânica em ambiente protegido. Anais. 43 ° Congresso Brasileiro de Olericultura, 2003. Recife Pernambuco.

MORSELLI, T. B. G. A. Cultivo sucessivo de alface sob adubação orgânica em ambiente protegido. Pelotas, 2001. 178f. Universidade Federal de Pelotas, 2001. Tese (Doutorado em Agronomia - Produção Vegetal) Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, UFPel, 2001.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. Biologia Vegetal. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S. A., 1996.728p.

RODRIGUES, E. T.; CASALI V. W. D. Respostas da alface à adubação orgânica. II Teores, conteúdos e utilização de macronutrientes em cultivares. Rev. Ceres, Viçosa, v. 45, n. 261, p. 437-449, 1998.

RODRIGUES, A. N. N. Efeitos e residuais de superfosfato triplo sobre o rendimento de matéria seca e absorção de fósforo pela aveia em solo Podzólico Vermelho Escuro. 1984. 59f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

ROSA, J. da. Respostas agronômicas de cultivares de alface (*Lactuca sativa* L.) em distintas épocas de semeadura e colheita em estufa plástica. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 1998.47f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, UFPel, 1998.

SILVA, E. S.; CARVALHO, C. A. L.; MORAES, G. J. ; et al. Diversidade de ácaros de solo associados à ecossistemas de mata, eucalipto e pastagens no município de Cruz das Almas - Bahia. In.: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIZANTES DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 24., REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 8., SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 6., REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 3., 2000. Fertibio - Santa Maria - RS, 2000.

SOUZA, L. M. de; CASTILHOS, D. D.; MORSELLI, T. B. G. A.; et al. Conteúdos de macronutrientes e respostas agronômicas de alface cultivada em ambiente protegido sob adubação orgânica. Rev. Brasileira de Agroecologia. V. 1, n. 1, p. 411-414, nov, 2006.

QUIJANO, F. G. Efeito da adubação orgânica no desenvolvimento de duas cultivares de alface em ambiente protegido. Pelotas, 1999. 116f. Universidade Federal de Pelotas, 1999. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Produção Vegetal) Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, UFPel, 1999.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BASSANI, C. A.; et al. Análises de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre: Faculdade de Agronomia. Departamento de Solos Universidade Federal do Rio Grande do Sul. RS, p. 174, 1995.

TIM, P. J.; GOMES, J. C. C.; MORSELLI, T. B. Insumos para agroecologia: Pesquisa em vermicompostagem e produção de biofertilizantes líquidos. Ciência e Ambiente. Universidade Federal de Santa Maria. 2004. nº.29.(julho – dezembro) Santa Maria, RS.

VIDAL, M. B. Cultivo de rúcula (*Eruca sativa* L.) sob adubação orgânica em ambiente protegido. 2006.57f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

TIBAU, A. O. Matéria Orgânica do Solo. In: Matéria Orgânica e Fertilidade do Solo. São Paulo: Nobel, 1984. p.49-182.

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

VITIVINICULTURA DE PRECISÃO APLICADA A PRODUÇÃO E QUALIDADE DE UVA PINOT NOIR

Katia Zardo¹; Telmo Jorge Carneiro Amado²; Ademir de Oliveira Ferreira³; Tiago De Gregori Teixeira⁴; Rafael Pivotto Bortolotto⁵; Cristiano Keller⁶.

¹Engenheiro Agrícola, Mestre, Departamento de Solos, Universidade Federal de Santa Maria/UFSM. Av. Roraima 1000, Camobi, CEP 97105-900, Santa Maria (RS). E-mail: katiazardo@hotmail.com ²Engenheiro Agrônomo, Doutor, Departamento de Solos, Universidade Federal de Santa Maria/UFSM. Av. Roraima 1000, Camobi, CEP 97105-900, Santa Maria (RS). Bolsista do CNPq. E-mail: florestatel@hotmail.com ³Engenheiro Agrônomo, Doutorando, Departamento de Solos, Universidade Federal de Santa Maria/UFSM. Av. Roraima 1000, Camobi, CEP 97105-900, Santa Maria (RS). E-mail: aoferreira1@yahoo.com.br ⁴Técnico em Geomática, Graduando em Agronomia, Departamento de Solos, Universidade Federal de Santa Maria/UFSM. Av. Roraima 1000, Camobi, CEP 97105-900, Santa Maria (RS). E-mail: t18t@hotmail.com ⁵Engenheiro Agrônomo, Doutor, Departamento de Solos, Universidade Federal de Santa Maria/UFSM. Av. Roraima 1000, Camobi, CEP 97105-900, Santa Maria (RS). E-mail: rbortolot@hotmail.com ⁶Graduando em Agronomia, Departamento de Solos, Universidade Federal de Santa Maria/UFSM. Av. Roraima 1000, Camobi, CEP 97105-900, Santa Maria (RS). E-mail: cristianokeller89@hotmail.com

RESUMO: O uso da agricultura de precisão aplicada à vitivinicultura pode trazer benefícios à cultura da vitis e à cadeia produtiva, com reflexos na qualidade da uva e do vinho. O objetivo deste estudo foi dimensionar a variabilidade espacial de atributos químicos do solo, a produtividade das plantas e os parâmetros enológicos, tais como o potencial alcoólico e a porcentagem de ácido tartárico do mosto da uva além de correlacioná-las. O estudo foi conduzido em um vinhedo comercial, numa área de 2,4ha, destinado à elaboração de espumantes situada às margens da RS/BR 471, em Encruzilhada do Sul - RS. O solo foi classificado como Argissolo Vermelho Distrófico típico. A cultivar de uva utilizada foi Pinot Noir do clone Droid, enxertada sobre o porta-enxerto SO₄, implantada no espaçamento de 1,40 m entre videiras e 2,30m entre filas e a condução do vinhedo se deu no sistema de espaldeira. Os atributos de solo determinados foram: pH, MOS, textura, Ca, Mg, Al, N, MO, K e P, e os atributos de plantas foram produtividade, ácido tartárico e potencial alcoólico. Os dados foram analisados por meio de geoestatística, mediante a técnica de interpolação da krigagem. Os dados de rendimento e parâmetros enológicos foram obtidos por cachos colhidos manualmente em pontos georreferenciados. As correlações entre os modelos digitais dos atributos do solo e de planta foram determinadas com base no método de correlação de Pearson, ao nível de probabilidade de 5%. Os teores de fósforo, potássio, matéria orgânica e o alumínio apresentaram variabilidade espacial significativa. Já os parâmetros enológicos não apresentaram variabilidade espacial significativa, enquanto que os parâmetros de produtividade apresentaram variabilidade moderada em ambas às safras analisadas. Em ambas as safras não foi observada correlação entre a fertilidade do solo e a produtividade da uva. Já entre os parâmetros enológicos e a fertilidade do solo houve correlação. A malha de amostragem de 35 X 35m mostrou-se adequada para determinar a dependência espacial das amostras de solo e os parâmetros de produtividade e ácido tartárico, com exceção para a argila que o alcance ficou inferior a 35m.

Palavras-chave: variabilidade espacial, Argissolo, videira, agricultura de precisão

PRECISION VITIVINICULTURE APPLIED TO PRODUCTION AND QUALITY OF PINOT NOIR GRAPE

ABSTRACT: The use of precision agriculture applied to the wine industry can bring

benefits to the culture of vitis and the production chain, reflected in the quality of grapes and wine. The objective of this study was to scale the spatial variability of soil chemical properties, plant productivity and oenological parameters such as the potential alcohol and the percentage of tartaric acid in the grape as well as correlate them. The study was conducted in a commercial vineyard in an area of 2.4 ha, for the manufacture of sparkling on the banks of the RS/BR 471, Crossroads in South-RS. The soil was classified as Ultisol. The grape cultivar used was Pinot Noir Clone and Droid grafted on SO4 rootstock. The spacings used were 1.40 m by 2.30 m between plants and between rows conduct took place in the vineyard trellis system. The soil attributes were determined: pH, SOM, texture, Ca, Mg, Al, N, OM, P and K, and attributes of plants were productivity, tartaric acid and potential alcoholic. Data were analyzed using geostatistical interpolation technique by kriging. The performance data and enological parameters were obtained by manual harvesting of georeferenced points. Correlations between digital models of soil properties and plant were determined based on the Pearson correlation method, the probability level of 5%. The phosphorus, potassium, organic matter and aluminum showed significant spatial variability. Have oenological parameters showed no significant spatial variability, while the productivity parameters showed a moderate variability in both the crops analyzed. In both seasons there was no correlation between soil fertility and productivity of the grape. Among the enological parameters and soil fertility correlation. The sampling grid of 35 X 35 m was adequate to determine the spatial dependence of soil samples and the parameters of productivity and tartaric acid, except to the extent that the clay was less than 35 m.

Keywords: spatial variability, Ultisol, vine, precision agriculture

INTRODUÇÃO

A produção vitícola tem posição de destaque na agricultura brasileira, ocupando uma área de 63.816 hectares, 50% dos quais cultivados no Estado do Rio Grande do Sul, o que o torna o principal produtor de uva do país (MELLO, 2008). Nessa primeira década de 2000, o setor vitivinícola brasileiro tem se destacado no mercado interno e externo, devido à excelência de seus produtos. Com vistas à expansão do setor vitivinícola brasileiro, muitas empresas têm investido no aumento da produção de vinhos e na busca de novas áreas propícias para implantação de vinhedos.

Atualmente a vitivinicultura brasileira produz vinhos de boa qualidade com vínculo regional, reconhecido por meio das Indicações Geográficas, que estão sendo implementadas, as quais garantem a origem, a qualidade e as características regionais de um produto (ORTEGA e JEZIORNY, 2008). Nesse sentido, Baglietto (2003) consideraram que as indicações geográficas de um vinho são importantes para o desenvolvimento da viticultura brasileira e mencionaram que os vinhos com esta indicação se destacam dos demais junto ao mercado consumidor, tal como ocorre nos países europeus com tradição na vitivinicultura e também nos países com

recente histórico vitivinícola.

A elevada variabilidade espacial dos atributos químicos do solo, da produtividade e dos parâmetros enológicos, como o potencial alcoólico e a concentração de ácido tartárico existentes em um vinhedo, justifica a utilização da vitivinicultura de precisão, podendo incrementar a eficiência da produtividade e melhorar a qualidade do mosto da uva, quando comparada ao manejo tradicional.

Segundo Balastreire (2000), a agricultura de precisão considera a variabilidade espacial dos fatores de produção, como os tipos de solos, a fertilidade, a produtividade, entre outros, o que permite a utilização de insumos agrícolas, a fim de reduzir a quantidade necessária para determinado nível de produtividade. Esta variabilidade é determinada por fatores intrínsecos ou próprios do lugar de produção, como clima, topografia e tipo de solo, bem como por fatores extrínsecos, como a irrigação, a fertilização e outros manejos. Na maioria dos casos, o manejo vitícola é espacialmente uniforme e não considera a heterogeneidade dos fatores necessários à produção (BRANCADORO et al., 2006).

Sabe-se que a qualidade da uva é o resultado da interação de vários fatores, como o clima, a topografia local, o solo e a geologia, a cultivar escolhida e as práticas de manejo adotadas na produção (VAUDOR, 2002). Contudo, é difícil definir a contribuição exata de cada um, devido à complexidade de suas interrelações (JONES et al., 2004). O clima exerce efeito determinante em escala regional, mas na escala local outros aspectos físicos assumem grande importância, como, por exemplo, o solo e o manejo.

É recente a disponibilidade de tecnologias como GPS e SIG, que abrem novas possibilidades para o aperfeiçoamento dos mapeamentos de solo. Elas podem ser utilizadas no apoio às diferentes fases do levantamento, contribuindo para acelerar e objetivar a coleta de dados em campo, melhorar a precisão na delimitação das unidades de mapeamento, facilitar a disponibilização do produto final e potencializar os usos e aplicações dos resultados (HEMPEL et al., 2006).

O presente trabalho teve como objetivos quantificar a variabilidade espacial de atributos químicos do solo, a produtividade das plantas e os parâmetros enológicos, tais como o potencial alcoólico e a percentagem de ácido tartárico do mosto da uva além de correlacioná-las.

MATERIAL E MÉTODOS

A área experimental situa-se na Fazenda Chandon, propriedade de Moët Hennessy do Brasil Vinhos e Destilados Ltda, município de Encruzilhada do Sul/RS, em área destinada ao plantio de vinhedos. A área está localizada nas coordenadas geográficas 30°31'48" de latitude sul, 52°29'55" de longitude oeste de Greenwich e altitude de 361m. O clima da região é o Cfb com a média da precipitação anual entre 1300 e 1500mm.

Na área do experimento, o solo foi classificado como Argissolo Vermelho Distrófico típico (EMBRAPA, 2006). A área possui 2,4 hectares, plantada com a cultivar de uva vinífera (*Vitis vinífera*) Pinot Noir do clone Droid e enxertada sobre o porta-enxerto SO₄. A cultivar Pinot Noir possui características de ciclo curto, com brotação e maturação precoce, o que determina uma aceleração da maturação da uva (ROQUETE-JALMAR, 2003). Os espaçamentos utilizados são de 1,40m entre plantas por 2,30m entre filas e a condução do vinhedo se dá no sistema de espaldeira.

Para o levantamento topográfico da área utilizou-se um equipamento Rover Pro XR Trimble, processado no sistema Pathfinder office, com solução em L1 (fase na portadora). Nesse sistema, foi instalado em uma posição fixa (base) o equipamento Topcon GGD, cuja localização encontrava-se no ponto geodésico da propriedade, com solução trabalhada em L2. Os dados do levantamento topográfico foram processados e ajustados com as bases do IBGE SMAR 92013 (Santa Maria) e POAL 91850 (Porto Alegre), através do equipamento Topcon L5.

A coleta de solo georreferenciada para análise dos atributos químicos foi feita pelo método de amostragem em grades com malha de amostragem de 35 x 35 m, através do software Sistema Agropecuário CR – Campeiro 6.

As amostras de solo foram coletadas na profundidade de 0-0,2 metros, seguindo a recomendação da Rede Oficial de Laboratórios de análise de Solo (COMISSÃO..., 2004) para a cultura da videira. Cada amostra foi composta por cinco sub-amostras.

As amostras coletadas foram secas em estufa a 65°C, moídas e peneiradas em malha de 2,0 milímetros. Foram analisados os seguintes atributos do solo: a) teor de argila, determinado pelo método do densímetro (EMBRAPA, 1997); b) pH em água, determinado por meio da potenciometria; c) fósforo (P) e potássio (K) disponíveis (Mehlich⁻¹), determinados por colorimetria e fotometria de chama; e d) cálcio (Ca²⁺), magnésio (Mg²⁺) e alumínio (Al³⁺),

extraídos com solução de KCL $1,0 \text{ mol L}^{-1}$ e, posteriormente, o Ca^{2+} e o Mg^{2+} foram determinados por meio de espectrofotometria de absorção atômica e o Al^{3+} por meio de titulação com NaOH $0,0125\text{N}$. A metodologia destas determinações está descrita em Tedesco et al. (1995).

Nas amostras de uva, coletadas durante a colheita nas safras 2007 e 2008, foram determinados os parâmetros de produtividade e de qualidade do mosto. Para a determinação da acidez total expressa em porcentagem de ácido tartárico por litro e do potencial alcoólico expresso em $^{\circ}\text{Baumé}$, foram coletadas das amostras compostas em média por 40 bagas, quantidade o suficiente para obter 5ml de mosto. No mosto, foram determinados o potencial alcoólico, com a utilização de refratômetro manual, e a acidez total, obtida pela titulação do mosto com NaOH $0,1\text{N}$, utilizando azul de bromotimol como indicador e titulando até a coloração azul esverdeada, seguindo metodologia descrita por Manfroi et al. (2004).

A produtividade de cada planta selecionada foi calculada pelo número total de cachos e pelo peso total obtidos.

As unidades de manejo foram determinadas, segundo método proposto por Molin (2002), que define unidades de manejo a partir de mapas de produtividade, em função de três Classes de Produtividade, conforme a descrição a seguir: 1) Produtividade alta: valor do ponto amostrado acima de 105% da média da área; 2) Produtividade média: valor do ponto amostrado entre 95% e 105% da média da área; 3) Produtividade baixa: valor do ponto amostrado abaixo de 95% da média da área.

A análise dos dados foi realizada utilizando o programa Geoestatistic for the Environmental Sciences, desenvolvido pela GS+ (Gamma Design Software) (ROBERTSON, 1998). Os resultados do coeficiente de variação foram comparados com aqueles sugeridos por Gomes (1990). As correlações entre os modelos digitais dos atributos do solo e de planta foram determinadas com base no método de correlação de Pearson, ao nível de probabilidade de 5%, por meio do software SAS (SAS – Statistical Analysis System, 1996).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes à análise descritiva para pH, argila, cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), nitrogênio (N), matéria orgânica (MO),

potássio (K) e fósforo (P) são apresentados na Tabela 1.

Conforme o coeficiente de variação proposto por Gomes (1990), o pH apresentou coeficiente de variação baixo ($< 10\%$), enquanto que para a Argila, o Ca, o Mg, e o N, o coeficiente de variação foi médio, com valores entre 10 e 20%. Para a MO, o K e o P, o coeficiente de variação encontrado foi alto, com valores entre 20 e 30%. Para o Al, foi verificada uma variação muito alta, com 66,7%, ou seja, superior aos 30%.

O coeficiente de assimetria (Tabela 1) mostrou-se fraco e positivo para as variáveis pH, Ca, Mg, Al, K e P. Para argila, o N e a MO apresentaram coeficiente de assimetria normal (-0,27 até 0,27). Estes dados concordam parcialmente com os valores de Carvalho et al. (2003), uma vez que também encontraram coeficiente de assimetria positivo e forte para o Ca, Mg e K.

Tabela 1. Resultados da análise estatística descritiva para os dados dos atributos químicos do solo. Encruzilhada do Sul, RS, 2007

Variáveis	Atributos Químicos do Solo								
	pH	Argila	Ca	Mg	Al	N	MO	K	P
		g g ⁻¹	cmol _c kg ⁻¹			%		mg L ⁻¹	
Média	5,4	23,3	5,38	1,87	0,06	0,14	1,69	27,03	20,33
DP	0,34	3,50	0,84	0,37	0,04	0,02	0,35	6,97	6,55
CV (%)	6,3	15,0	15,6	19,8	66,7	14,3	20,7	25,8	32,2
Variância	0,11	12,26	0,72	0,14	0,001	0,00	0,12	48,61	42,88
Mínimo	4,8	17,00	3,98	1,30	0,02	0,11	1,19	15,8	10
Máximo	6,0	31,00	7,45	2,92	0,13	0,16	2,24	42,20	35,50
Assimetria (EP)	0,32 (0,27)	0,25 (0,27)	0,70 (0,27)	0,97 (0,27)	0,77 (0,27)	-0,24 (0,27)	-0,07 (0,27)	0,49 (0,27)	0,31 (0,27)

(DP) desvio padrão, (CV) coeficiente de variação, (EP) erro padrão.

Os resultados referentes aos atributos de produtividade, que são o número de cachos por planta, peso de uva por planta, peso por cacho de uva, e dos parâmetros enológicos, como potencial alcoólico e ácido tartárico, são apresentados na Tabela 2.

Para os atributos de planta, na safra 2007, encontrou-se coeficiente de variação baixo para os parâmetros enológicos, com coeficiente de variação de 8,8% para o ácido tartárico e de 5,1% para o potencial alcoólico, enquanto que, para os parâmetros de produtividade, encontrou-se coeficiente de variação alto para as variáveis de

número de cachos por planta, com 26,3%, peso por cacho de uva, com 21,4% e peso por planta, com 31,9%. Tais aumentos de variação nos parâmetros de produtividade são atribuídos às geadas ocorridas em setembro de 2006.

Tabela 2. Resultados da análise estatística descritiva para os dados de produtividade e parâmetros enológicos do mosto da uva Pinot Noir na safra 2007. Encruzilhada do Sul, RS.

Variáveis	Parâmetros Enológicos		Parâmetros de Produtividade		
	AT g L ⁻¹	PA °Baumé	Cachos/Planta Nº	Peso/Planta ----- kg -----	Peso/Cachos
Safrá 2007					
Média	0,89	10,03	29,41	4,33	0,14
DP	0,08	0,51	7,7	1,38	0,03
CV (%)	8,8	5,1	26,3	31,9	21,4
Variância	0,006	0,26	59,9	1,9	0,01
Mínimo	0,75	8,9	1,0	0,03	0,03
Máximo	1,16	11,2	49,0	6,9	0,20
Assimetria (EP)	0,80 (0,27)	-0,28 (0,27)	-0,78 (0,27)	-0,59 (0,27)	-1,13 (0,27)
Safrá 2008					
Média	0,93	9,37	28,22	3,96	0,14
DP	0,10	0,53	6,07	1,00	0,02
CV (%)	10,8	5,7	21,5	25,3	14,3
Variância	0,01	0,28	36,82	1,01	0,01
Mínimo	0,68	8,00	12,0	1,75	0,07
Máximo	1,22	10,40	40,0	5,88	0,19
Assimetria (EP)	0,62 (0,27)	-0,33 (0,27)	-0,50 (0,27)	-0,31 (0,27)	-0,52 (0,27)

(DP) desvio padrão, (CV) coeficiente de variação, (EP) erro padrão, (AT) ácido tartárico, (PA) potencial alcoólico.

Na safra de 2008, observou-se um aumento no coeficiente de variação do ácido tartárico, sendo nesta safra considerado médio, com 10,8%, enquanto que as variáveis peso por planta, com coeficiente de variação de 25,3%, e peso por cacho, com coeficiente de variação de 14,3%, tiveram uma diminuição, sendo consideradas com coeficiente de variação médio e alto, respectivamente, se comparadas ao ano anterior.

O potencial alcoólico manteve-se com coeficiente de variação baixo e o número de cachos por planta obteve coeficiente de variação alto. Garcia (1989) considera que, quanto menor for o coeficiente de variação, mais homogêneos serão os dados. Neste caso, considerando os parâmetros de planta, observou-se que os parâmetros enológi-

cos possuem menor variabilidade se comparados aos parâmetros de produtividade.

Para os resultados referentes aos parâmetros enológicos, observou-se para o ácido tartárico, tanto na safra de 2007 como na de 2008, um coeficiente de assimetria considerado positivo e forte, com valores de 0,80 e 0,62, respectivamente. Os resultados do potencial alcoólico, nas safras de 2007 e 2008, apontam que a assimetria dos dados não apresentou distribuição normal, pois não está dentro do limite de erro (erro de assimetria = $\pm - 0,27$), tendo sido considerada negativa e fraca.

Para os dados de produtividade, o número de cachos por planta demonstrou coeficiente de variação de 26,3%, para a safra de 2007, e 21,5%, para 2008, sendo considerado coeficiente de variação alto. Na variável peso por planta, observou-se coeficiente de variação muito alto (31,9%), para a safra 2007, e alto (25,3%), para a safra 2008. Para a variável peso por cachos, os dados demonstraram coeficiente de variação de 21,4%, considerado alto, em 2007, e em 2008, 14,3%, considerado CV médio. Com isso, confirma-se que existe variabilidade em função da planta, ou seja, na posição que a planta está situada. A planta recebe a influência da quantidade de nutrientes do local em que está inserida e também pelas condições climáticas, nos diferentes períodos de desenvolvimento de produção.

A análise geoestatística, de acordo com os critérios de Guimarães (2004), mostrou que todas as variáveis de solo apresentaram forte dependência espacial, com valores menores de 25% (Tabela 3).

De acordo com os resultados encontrados por Carvalho (2003), os resultados dos atributos de solos estudados também apresentaram forte dependência espacial. Para as variáveis de planta, apenas a variável número de cachos por planta apresentou moderada dependência espacial (25% a 75%), as demais apresentaram forte dependência espacial (Tabela 4).

Tabela 3. Parâmetros dos modelos dos semivariogramas ajustados aos dados de variabilidade dos atributos químicos do solo do vinhedo “quadra porteira”. Encruzilhada do Sul, RS, 2007

Variável	Modelo	Co	C	$\frac{Co}{(Co+C)} 100$	$(Co+C)$	A	R ²
				---%---		m	
pH	Esférico	0,001	0,79	0,11	0,80	71,00	0,81
SMP	Exponencial	0,001	1,29	0,11	1,30	71,00	0,81
Argila	Exponencial	0,001	0,64	0,14	0,65	30,06	0,37
Ca	Exponencial	0,001	1,81	0,05	1,82	71,00	0,45
Mg	Exponencial	0,007	2,53	0,29	2,54	71,00	0,43
Al	Exponencial	0,001	1,41	0,05	1,42	68,96	0,37
N	Esférico	0,003	1,24	0,26	1,25	59,77	0,56
MO	Esférico	0,001	1,14	0,07	1,15	62,81	0,71
K	Esférico	0,000	0,43	0,05	0,43	53,65	0,49
P	Esférico	0,002	1,18	0,19	1,19	53,20	0,62

Pepita (Co): semivariância no ponto zero; Patamar (Co+C): semivariância a um espaço maior que a distância do alcance; Alcance (a): distância após a qual os valores das propriedades não são espacialmente correlacionados; Modelos ajustados aos semivariogramas experimentais: Esférico e Exponencial. Dependência espacial (forte < 25%; moderada 25 a 75%; fraca > 75% a 100 e > 100 efeito pepita puro); Guimarães, (2004).

Os atributos que apresentaram forte dependência espacial são mais influenciados por propriedades intrínsecas do solo, como textura e mineralogia, enquanto que os que apresentaram fraca dependência são mais influenciados por fatores externos, principalmente pelo manejo do solo (CAMBARDELLA et al., 1994). Desta forma, o manejo utilizado tem ampla influência sobre a dependência espacial dos principais atributos do solo, uma vez que o tipo e o teor dos constituintes mineralógicos da fração argila determinam uma série de características físicas e químicas do solo.

Foi verificado que o alcance variou de 30m a 71m para os atributos do solo. Portanto, para garantir a dependência espacial, pontos de amostragem deveriam ser coletados a uma distância menor que o alcance. Para a argila, o alcance de 30,06m ficou fora no limite da malha de amostragem de 35 X 35m não tendo dependência espacial entre as amostras. Para os demais nutrientes poderia ser adotado uma malha maior, pois foi observado alcance de até 71 m para o pH, SMP, cálcio e magnésio. Para o alumínio, o nitrogênio, a matéria orgânica, o potássio e o fósforo, o alcance foi de 68,9m, 59,8m, 62,8m, 53,6m e 53,2m, respectivamente.

Tabela 4. Modelos e parâmetros de semivariogramas para os dados de produtividade e de parâmetros enológicos do mosto da uva Pinot Noir. Encruzilhada do Sul, RS, 2007- 2008

Variáveis	Modelo	Co	C	$\frac{(Co/(Co+C))}{100}$	(Co+C)	A	R ²
Safrá 2007							
				%		m	
AT (g/L)	Exponencial	0,510	1,90	21,0	2,41	59,59	0,14
PA (°Baumé)	Esférico	0,000	0,85	0,05	0,85	18,42	0,37
Nº cachos	Exponencial	0,78	0,44	40,0	1,22	58,24	0,04
Peso/Planta (kg)	Exponencial	0,24	1,87	11,0	2,12	35,16	0,24
Peso/Cacho (kg)	Exponencial	0,08	0,88	3,0	2,70	56,98	0,31
Safrá 2008							
AT (g/L)	Esférico	0,001	1,21	0,08	1,22	21,72	0,53
PA (°Baumé)	Esférico	0,000	1,08	0,03	1,08	20,47	0,53
Nº cachos	Esférico	0,15	1,06	13,0	1,21	20,03	0,13
Peso/Planta (kg)	Esférico	0,001	1,23	0,08	1,24	20,42	0,42
Peso/Cacho (kg)	Esférico	0,002	1,18	0,18	1,19	22,89	0,37

Ácido Tartárico (AT); Potencial Alcoólico (PA); Pepita (Co): semivariância no ponto zero; Patamar (Co+C): semivariância a um espaço maior que a distância do alcance; Alcance (a): distância após a qual os valores das propriedades não são espacialmente correlacionados; Modelos ajustados aos semivariogramas experimentais: Esférico e Exponencial. Dependência espacial (forte < 25%; moderada 25 a 75%; fraca > 75% a 100 e > 100 efeito pepita puro); Guimarães, (2004).

Para os atributos de planta (Tabela 4), observou-se que, na safra 2007, as distâncias do alcance foram 59,6m, para o ácido tartárico, 58,2m para o número de cachos por planta, 35,2m para peso por planta, e 53,2 para o peso por cacho de uva. Para a variável potencial alcoólico, a distância da coleta de 35m de cada amostras, foi maior do que o alcance, neste caso, as amostras são independentes entre si e a variação é aleatória. Na safra de 2008, as distâncias de alcance foram 21,7m para o ácido tartárico, 20,5m para o potencial alcoólico, 20,03m para o número de cachos por planta, 20,42m para peso por planta, 22,89m para peso por cacho.

Observou-se, entretanto, que a malha de amostragem de 35 X 35m para os parâmetros de solo e para a maioria dos parâmetros de planta para a safra 2007 foi adequada, portanto para os parâmetros de planta da safra 2008, esta malha não foi adequada.

Os resultados da análise de correlação (Tabela 5) entre os valores dos atributos do solo, pH, SMP, Argila, cálcio, magnésio, alumí-

nio, nitrogênio, matéria orgânica, potássio e fósforo e os atributos de planta, na safra 2008, ácido tartárico, potencial alcoólico,

Com base nos coeficientes de correlação de Pearson propostos por Hopkins (2000), observou-se, na safra 2007, que de todos os atributos de solos, o único que apresentou correlação significativa, tomando por base os níveis de significância, com a probabilidade menor de 5% ($< 0,05$), foi o nitrogênio com o potencial alcoólico do mosto da uva, sendo esta correlação de 0,27.

Na safra 2008, os nutrientes cálcio e magnésio apresentaram maiores correlações positivas com o ácido tartárico do mosto da uva, sendo estas correlações de 0,28, respectivamente. Apesar dos resultados, não foram encontrados na literatura registros que amparem estes resultados. Em estudos feitos por Tecchio et al. (2006), verificou-se correlações positivas entre o magnésio no solo e nas folhas, ocorreram ainda correlações negativas entre produtividade e concentração foliar de magnésio, resultado também encontrado por Májer (2004) e Blum et al. (2011).

Tabela 5. Correlações entre os atributos químicos do solo e os atributos de planta (parâmetros enológicos e de produtividade). Encruzilhada do Sul, RS, 2007-2008.

	pH	SMP	Argila	Ca	Mg	Al	N	MO	K	P
AT 07	-0.083	0.036	0.036	-0.082	-0.101	0.007	-0.082	0.096	-0.050	0.073
D	0.775	0.754	0.754	0.477	0.378	0.951	0.475	0.401	0.662	0.525
PA 07	0.046	-0.014	-0.034	0.128	0.097	-0.020	0.268*	0.129	0.011	0.073
D	0.689	0.900	0.768	0.265	0.398	0.865	0.018	0.260	0.921	0.527
NC 07	0.081	0.084	-0.002	0.067	0.007	-0.096	-0.011	0.105	0.077	0.167
D	0.480	0.465	0.984	0.559	0.955	0.402	0.923	0.360	0.503	0.145
PP 07	0.026	0.011	0.054	0.135	0.063	-0.079	0.059	0.088	-0.009	0.138
D	0.820	0.924	0.638	0.237	0.586	0.494	0.606	0.442	0.936	0.229
PC 07	-0.021	-0.071	0.114	0.269	0.183	-0.039	0.156	0.085	-0.109	0.081
D	0.854	0.539	0.320	0.017	0.109	0.738	0.174	0.459	0.344	0.483
AT 08	0.105	0.020	0.027	0.280*	0.281*	-0.097	0.109	0.155	0.058	0.135
D	0.360	0.865	0.816	0.013	0.013	0.400	0.341	0.177	0.615	0.240
PA 08	-0.210	-0.200	0.012	-0.121	-0.220	0.175	-0.090	0.018	-0.308*	-0.264*
D	0.066	0.080	0.917	0.291	0.053	0.125	0.436	0.876	0.006	0.020
NC 08	-0.083	-0.030	0.014	0.007	-0.025	0.068	-0.186	0.092	-0.103	-0.050
D	0.774	0.792	0.904	0.954	0.831	0.553	0.103	0.425	0.368	0.665
PP 08	-0.117	-0.108	0.019	-0.041	-0.062	0.115	-0.122	0.022	-0.144	-0.123
D	0.306	0.347	0.871	0.723	0.589	0.318	0.287	0.849	0.207	0.282
PC 08	-0.140	-0.137	0.032	-0.071	-0.042	0.102	0.093	-0.055	-0.056	-0.135
D	0.220	0.231	0.784	0.538	0.715	0.376	0.416	0.635	0.628	0.239
NG 08	0.011	0.048	-0.012	-0.028	0.029	-0.033	-0.059	-0.005	-0.009	-0.152
D	0.926	0.678	0.918	0.805	0.802	0.778	0.607	0.962	0.935	0.184

Ácido Tartárico (AT), Potencial Alcoólico (PA), Número de Cebos por planta (NC), Peso de Uva por planta (PP), Peso por Cacho de Uva (PC), Número de Gemas (NG), Probabilidade (p) Teste de Probabilidade significativa a $p < 0.05$ (*). Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Alumínio (Al), Nitrogênio (N), Matéria Orgânica (MO), Potássio (K) e Fósforo (P).

Ainda na safra 2008, em relação ao potássio e ao fósforo, observou-se correlação negativa com o potencial alcoólico, com correlações de -0,31 e -0,26, respectivamente. Rizzon et al. (1998) encontraram correlação positiva entre o K do solo e do mosto. Entretanto, segundo Zoecklein et al. (1994), a absorção de K pelas raízes da videira parece ser independente da disponibilidade de cátion no solo, pois altas concentrações desse mineral não resultam, obrigatoriamente, em teores elevados de K no mosto. No presente estudo, não foram verificadas correlações, entre os atributos de solo e a produtividade.

CONCLUSÃO

Os teores de fósforo, potássio, matéria orgânica e o alumínio no solo apresentaram variabilidade espacial significativa. Já os parâmetros enológicos não apresentaram variabilidade espacial significativa, enquanto que os parâmetros de produtividade apresentaram variabilidade moderada.

Não foi observada correlação entre a fertilidade do solo e a produtividade da uva Pinot Noir. Já entre os parâmetros enológicos e a fertilidade do solo houve correlação.

A malha de amostragem de 35 X 35m mostrou-se adequada para determinar a dependência espacial das amostras de solo e os parâmetros de produtividade e ácido tartárico, com exceção para a argila que o alcance ficou inferior a 35 m. Já para o potencial alcoólico a malha amostral adequada foi de 18 X 18 m.

REFERÊNCIAS

BAGLIETTO, S. H. Zonificación vitícola – la experiencia en Chile. In: TALLER – SEMINARIO: ZONIFICACIÓN DEL CULTIVO DE LA VID, TERROIR – TERRUÑO Y POTENCIAL DE COSECHA, 19, 2003, Montevideo. *Anais...* Montevideo: Rede Ibero-Americana de Vitivinicultura, 2003. p.8-19.

BALASTREIRE, L.A. **A Estado-da-Arte da Agricultura de Precisão no Brasil**. 1.ed. Piracicaba: L.A. Balastreire, 2000. v.1. 224p.

BLUM, J.; CAIRES, E.F.; AYUB, R.A. et al. Soil Chemical Attributes and Grape Yield as Affected by Gypsum Application in Southern Brazil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Philadelphia, v.42, n.12, p.1434-1446, 2011.

BRANCADORO, L.; DONNA, P.; DOSSO, P. et al. **Viticultura di precisione assistita da satellite in Franciacorta**: lê attività realizzate nel 2005. In: workshop citimap – Piacenza, 2006, 18p.

CAMBARDELA, C.A.; MOORMAN, T.B.; NOVAK, J.M. et al. Field scale variability of soil properties in central Iowa soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.58, n.5, p.1501-1511, 1994.

CARVALHO, M.P.; TAKEDA, E.Y.; FREDDI, O.S. Variabilidade espacial de atributos de um solo sob videira em Vitória Brasil (SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n.4, p.605-703, 2003.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. **Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2004. 400 p.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de Métodos de análise de solo** 2.ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa Agropecuária de Solos, 1997, 212p.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2ed. Rio de Janeiro. Embrapa, 2006. 306p.

GARCIA, C.H. Tabelas para classificação do coeficiente de variação. **Circular técnica**. Instituto de pesquisas e estudos florestais. Piracicaba, n.171, p.1-10, 1989.

GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. 12.ed. São Paulo: Nobel, 1990. 467p.

GUIMARÃES, R.V. **Aplicação de geoprocessamento para o aumento da eficiência de percurso em operações agrícolas na cultura da cana-de-açúcar (Saccharum spp.)**. Piracicaba, 2004. 82f. Dissertação (mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2004.

HEMPEL, J.W.; HAMMER, R.D.; MORRE, A.C. et al. Challenges to digital soil mapping. IN: GLOBAL WORKSHOP ON DIGITAL SOIL MAPPING, 2, 2006, Rio de Janeiro, **Anais...** Rio de Janeiro, 2006.

HOPKINS, W.G. **Correlation Coefficient**. Disponível em: <http://www.sportsci.org/resource/stats/correl.html>. Acesso: 22 set. 2008.

JONES, G.; SNEAD, N.; NELSON, P. Geology and wine 8. Modeling viticultural landscapes: a GIS analysis of the terroir potencial in the Umpqua Valley of Oregon, **Geoscience Canada**, Bathurst, v.31, n.4, p.167-178. 2004.

MAJÉR, J. Magnesium supply of the vineyards in the Balaton-Highlands. **Acta Horticulture**, Belgium, v.652, p.175-182, 2004.

MANFROI, L.; MIELE, A.; RIZZON, L.A. et al. Evolução da maturação da uva Cabernet Franc conduzida no sistema lira aberta. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v.28, n.2, p.306-313, 2004.

MELLO, L.M.R.P. **Vitivinicultura brasileira: Panorama 2007**. Embrapa Uva e Vinho, 2008, p.4.

MOLIN, J.P. Definição de unidades de manejo a partir de mapas de produtividade. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v.22, n.1, p.83-92. 2002.

ORTEGA, A.C.; JEZIORNY, D. Denominação de origem e desenvolvimento territorial: estratégia de enfrentamento do mercado de vinhos pelos produtores da Serra Gaúcha-RS-Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 12., 2008, Bento Gonçalves, RS, **Anais...** Bento Gonçalves: EMBRAPA, CNPUV, 2008. p. 153.

RIZZON, L.A.; ZANUZ, M.C.; MIELE, A. Evolução da acidez durante a vinificação de uvas tintas de três regiões vitícolas do Rio Grande do Sul. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.18, n.2, p.179-183, 1998.

ROBERTSON, G.P. **GS+ Geostatistics for the environmental sciences: GS user's guide**. Plainwell: Gamma Design Software, 1998. 152p.

ROQUETE-JALMAR, M. N. Características de las variedades destinadas a la elaboración de cava. Ace **Revista de Enología**. 2003. Disponível em: http://www.acenologia.com/ciencia61_03.htm Acesso em: 15 nov. 2008.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **Statistical analysis system: user's guide**. Cary, 1996.

TECCHIO, M.A.; PAIOLI-PIRES, E.J.; TERRA, M.M. et al. Correlação entre a produtividade e os resultados de análise foliar e de solo em vinhedos de Niagara Rosada. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.6, p.1056-1064, 2006.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Departamento de Solos da UFRGS, 1995. 174 p. (Boletim Técnico de Solos, 5).

VAUDOR, E. The quality of grapes and wine in relation to geography: notions of terroir at various scales. **Journal of Wine Research**, London, v.13, n.2, p.117-141, 2002.

ZOECKLEIN, B. W.; FUGELSAN, K. C.; GUMP, B. H.; NURY, F.S. **Wine analysis and production**. New York Chapman & Hall, 1994. 621p.

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

Rua Flores da Cunha, 310 CEP: 96400-350 - Bagé - RS – Brasil
FONE: (53) 32427522 ramal: 27
FAX: (53) 32410159
E-mail: rcr@urcamp.tche.br

ASSINATURAS

Assinatura Anual: R\$ 80,00 – Número avulso: R\$ 50,00
Periodicidade: 2 (dois) números por ano

COMO ASSINAR A REVISTA

Enviar cheque nominal a Fundação Áttila Taborda/INTEC, juntamente com este formulário de assinatura ou enviar cheque nominal a Fundação Áttila Taborda/INTEC, CNPJ 87.415.725/0001-29, através de depósito identificado no Banco Unicred (cód. 091), Agência 1910, Conta Corrente 423653 ou no Banco do Brasil, Agência 0034-5, Conta Corrente 423653. Para agilizar o andamento do processo é necessário anexar a cópia digitalizada do comprovante de pagamento enviado para o e-mail: rcr@urcamp.tche.br ou ainda podendo ser enviado via fax (53) 32410159 (Em ambos os casos o nome e endereço completo são obrigatórios para a emissão da fatura).

.....

FORMULÁRIO DE ASSINATURA
REVISTA CIENTÍFICA RURAL
UNIVERSIDADE DA REGIÃO DA CAMPANHA – URCAMP
Bagé – RS – Brasil

Nome:.....
CPF:
Endereço: Bairro:
Cidade: CEP:
Estado:..... E-mail:
Anexo cheque nº..... Banco:
No valor de R\$.....
Telefone:
Instituição de trabalho:
Data:/...../.....
Assinatura:

Aceitamos permuta com outras publicações

