

REVISTA CIENTÍFICA RURAL

Revista Técnico-Científica

Volume 14 - Número 1
Abril 2012

BAGÉ - RS
EDITORA - EDIURCAMP

ISSN 1413-8263

Rev. Cient. Rural	BAGÉ - RS	v. 14 n. 1	ABRIL 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

Projeto gráfico e editoração:

Denise Aristimunha de Lima

Vice-Reitor e Pró-Reitor de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão:

Paulo Ricardo Ebert Siqueira

Revisão:

Fernando Pereira de Menezes

Pró-Reitoria Acadêmica:

Comissão Gestora Acadêmica:

Ana Maria Vieira dos Santos

Marlisa Alagia de Oliveira Fico

Tiragem:

300 exemplares

Pró-Reitoria de Administração:

Comissão Gestora de Administração:

Ricardo Ribeiro

Ronald Rolim de Moura

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

2012. n. 1

ISSN 1413-8263

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

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

REVISTA CIENTÍFICA RURAL

V.14, nº 1, 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

Assessores Técnicos:

Bibl. Maria Bartira N. Costa Taborda

Revisores técnicos que participaram desta edição:

Cileide Maria Medeiros Coelho, Dr^a. - UDESC, Lages-SC
Cinei Teresinha Riffel, Dr^a. - SETREM, Três de Maio-RS
Carlos Augusto Ronconi Vaques, Dr. - FEEVALE, Novo Hamburgo-RS
Elaine Gonçalves Rech, Dr^a. - UESPI, Teresina-PI
Fernando Pereira de Menezes, Dr. - URCAMP, Bagé-RS
Gilmara Mabel Santos, Dr^a- UFRPE, Recife-PE
Luis Fernando Paiva Lima, Dr. - IF Farroupilha, São Vicente-RS
Maria Laura Turino Mattos, Dr^a. - EMBRAPA/CPACT, Pelotas-RS
Marília Tiberi Caldas, Dr^a. - SEAGRI, Brasília-DF
Paulo Ricardo Ebert Siqueira, Dr. - URCAMP, Bagé-RS
Rafael Pivotto Bortolotto, Dr. - URCAMP, Bagé-RS
Renato Yagi, Dr. - IAPAR,- Ponta Grossa-PR
Roberta Marins Nogueira Peil, Dr^a. - FAEM/UFPEL, Pelotas-RS
Solange Cristina da Silva Martins Hoelzel, Dr^a. - UNIFRA, Santa Maria- RS
Tânia Beatriz Gamboa Araújo Morselli, Dr^a. - FAEM/UFPEL, Pelotas-RS

REVISTA CIENTÍFICA RURAL

Normas para publicação

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

2. A submissão dos artigos científicos, revisões bibliográficas e notas científicas será exclusivamente realizada por via eletrônica em um dos seguintes idiomas: Português, Espanhol ou Inglês. Todas as páginas deverão ser numeradas no lado inferior direito. O trabalho deverá ser digitado em tamanho 16 x 23cm, com espaçamento entre linhas de 1,5. As margens deverão ser: superior 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 sequência:

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

É com grande satisfação que entregamos para os nossos leitores o Volume 14, número 1, 2012. A partir deste volume a Revista Científica Rural da Universidade da Região da Campanha (RCR-URCAMP) passará de periodicidade semestral para quadrimestral. A ampliação do número de publicações científicas faz parte deste processo, oferecendo uma maior divulgação de trabalhos de qualidade.

A Revista Científica Rural traz nesta edição 10 trabalhos, sendo uma revisão bibliográfica e nove artigos científicos envolvendo temas na área das Ciências Agrárias. Nosso objetivo é continuar essa perspectiva de crescimento, contando para isto com a colaboração atuante de nossos pesquisadores.

O fortalecimento deste espaço de comunicação contribui com a troca de experiências entre a comunidade científica e acadêmica, a fim de reforçar a formação de cidadãos comprometidos com a ciência e tecnologia.

Em nome da Direção da RCR-URCAMP o nosso agradecimento a todos que trabalharam nesta edição.

Uma excelente leitura.

Fernando Pereira de Menezes
Editor-Chefe

Ana Cláudia Kalil Huber
Editora-Auxiliar

Revista Científica Rural – URCAMP

SUMÁRIO / SUMMARY

1. Espécies nativas forrageiras: <i>Adesmia</i> spp. / Native forage species: <i>Adesmia</i> spp. MENEZES et al.....	11
2. Toxicidade residual de agrotóxicos sobre adultos de <i>Neoseiulus californicus</i> (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) na cultura da videira / Selectivity of pesticides for <i>Neoseiulus californicus</i> (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) in vineyards SI-QUEIRA et al.....	28
3. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de feijão-caupi quanto à produção de grãos frescos, em Teresina-PI / Adaptability and stability of cowpea genotypes on the fresh seed yield in Teresina municipality, Piauí, Brazil ROCHA et al.....	40
4. Agricultura familiar e segurança alimentar no Nordeste: o caso de Lagoa Seca em Sergipe / Family agriculture and food safety in Northeastern Brazil: the Lagoa Seca case in the state of Sergipe MOTA et al.....	56
5. Efeito antiproliferativo de <i>Waltheria douradinha</i> Saint Hilaire (Sterculiaceae) sobre o ciclo celular de <i>Allium cepa</i> / Antiproliferative effect of <i>Waltheria douradinha</i> Saint Hilaire (Sterculiaceae) on the <i>Allium cepa</i> cell cycle OLKOSKI e TEDESCO.....	76
6. Estabilidade da produtividade de grãos de cultivares de milho nas regiões sudoeste piauiense, sul e leste maranhense / Grain yield stability of corn cultivar in the south-west of Piauí state, south and east of Maranhão state CARDOSO et al.....	84
7. Rizóbios como rizobactérias promotoras de crescimento vegetal / Rhizobia as plant growth promoting rhizobacteria LISBOA et al.....	94
8. Potencial alelopático de extratos aquosos de culturas de cobertura de solo sobre a germinação e desenvolvimento inicial de <i>Digitaria</i> spp. / Allelopathic potential of aqueous extracts of cover crops on germination and early development of <i>Digitaria</i> spp. AGOSTINETTO et al.....	111
9. Sistemas de manejo de solo e de sistemas de culturas: aspectos de fertilidade do solo, após dez anos / Soil management and crop rotation systems: soil fertility aspects after ten years SANTOS et al.....	130
10. Tempo de exposição de sementes de soja ao teste de envelhecimento acelerado / Duration of the accelerated aging test for soybean seeds MENEGHELLO et al.....	152

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

ESPÉCIES NATIVAS FORRAGEIRAS: *Adesmia* spp.

Fernando Pereira de Menezes¹, Manoel de Souza Maia², Ana Maria Oliveira Bicca³

¹Prof. Dr. Universidade da Região da Campanha, Centro de Ciências Rurais. Bagé-RS, Brasil. E-mail: fefeumez@ gmail.com; ²Prof. Dr. Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Pelotas -RS, Brasil.; ³Prof^a M.Sc. Universidade da Região da Campanha, Centro de Ciências Rurais. Bagé-RS, Brasil.

RESUMO: A conservação dos recursos genéticos das plantas cultivadas e seus parentes nativos é atualmente uma das questões mais importantes e controversas para a humanidade. No que tange a espécies de interesse forrageiro, observados a distribuição dos agroecossistemas mais importantes, sobressai a Região da Pampa, localizada no Cone Sul da América do Sul, onde podem ser encontradas mais de 50 espécies/m² formando um ambiente de campo e campos e bosques ímpares no Planeta. Pela importância sócio-econômica que possui esta região, a preservação e o melhoramento das espécies nativas constituem ação estratégica, que garanta a criação de novas variedades para a melhoria da qualidade e o aumento da produção agropecuária. Os campos naturais do Rio Grande do Sul são constituídos de centenas de espécies de várias famílias das quais pouco se sabe. A domesticação de leguminosas nativas como a *Adesmia latifolia*, espécie estolonífera perene de clima temperado da região sul americana, encontrada no sul do Brasil, pode ser uma das tantas alternativas viáveis. Suas características forrageiras são: vegeta preferencialmente em campos baixos, possui elevada digestibilidade e proteína, apresenta alta aceitabilidade pelos animais, produz forragem durante o ano inteiro, ainda que, seu período de maior produção seja o inverno e a primavera e apresenta sementes com elevada dormência o que garante sua perpetuação na área. Esta revisão bibliográfica salienta a importância de espécies forrageiras nativas salientando o gênero *Adesmia*, que vem sendo pesquisado por diversos pesquisadores.

Palavras-chave: Pastagens naturais, leguminosas, babosinha.

NATIVE FORAGE SPECIES: *Adesmia* spp.

ABSTRACT: The conservation of genetic resources in cultivated plants and in their related native species is currently one of the most important and controversial questions for humanity. With respect to species of forage interest, when the distribution of the most important agro-ecosystems is observed, the Pampa Region, located in South America's Southern Cone, stands out where more of 50 species/m² can be found forming a field environment with pastures and woods unique in the planet. Due to the social-economic importance presented by this, the preservation and the improvement of the native species constitute a strategic action, ensuring the creation of new varieties for the quality improvement and the increased agricultural production. Rio Grande do Sul's natural fields are composed by hundreds of species from several families, of which not much is known. The domestication of native leguminosae as *Adesmia latifolia*, a perennial, stoloniferous species from temperate climates in the southernmost region of South America, which is found within the Brazilian south, can be one out of the many viable alternatives. Its foraging features are, preferential vegetation in the lowest fields, high digestibility rate and protein content and it presents high acceptability by animals, produces forage all year long, even if its period of greatest production is in the Winter and the Spring and it shows seeds with a high dormancy rate, which ensures its perpetuation in the area. This literature

review highlights the importance of native forage species emphasizing the *Adesmia* genre which is being widely investigated by several researchers.

Keywords: natural pastures, leguminosae, “babosinha”.

INTRODUÇÃO

O Rio Grande do Sul (RS) caracteriza-se por apresentar sua economia baseada na produção agropecuária. Os rebanhos são dependentes quase que exclusivamente da forragem produzida pela pastagem natural, correspondente a 74% das áreas destinadas à pecuária de corte (SENAR/SEBRAE/FARSUL, 2005), constituídas predominantemente por espécies de verão com baixa produção no inverno, acarretando prejuízo aos rebanhos neste período. A introdução de leguminosas em campo nativo tem sido prática comum, porém, a disponibilidade de sementes em nível comercial recai somente sobre as espécies exóticas, que são exigentes em fertilidade, havendo um incremento nos custos de produção com a necessidade de adubação da mesma. Alguns fatores como manutenção de germoplasma, sustentabilidade e custo tem feito com que exista uma busca por espécies menos exigentes, para que se disponha de um sistema de tecnologia de baixo custo, com ênfase na seleção de leguminosas nativas, já adaptadas às restrições do solo e que respondam a menores quantidades de fertilizantes (HOPKINS et al., 1996; RITTER e SORRENSON, 1985).

A manutenção dos recursos genéticos das plantas cultivadas e nativas é atualmente uma das questões mais importantes e controvertidas da humanidade. No que tange as espécies de interesse forrageiro, observados a distribuição dos agroecossistemas mais importantes, sobressai à região da Pampa, localizada no Cone Sul da América do Sul, onde podem ser encontradas mais de 50 espécies por metro quadrado formando um ambiente de campo e bosques ímpar no Planeta. Pela importância sócio-econômica que possui esta região, a preservação e o melhoramento das espécies nativas constituem ação estratégica, que garanta a descoberta ou criação de novas variedades para melhoria da qualidade e o aumento da produção agropecuária. Nos campos naturais do RS, a riqueza da composição florística das diferentes comunidades vegetais é grande incluindo cerca de 400 espécies de gramíneas e mais de 150 de leguminosas (BOLDRINI, 1997), das quais pouco se conhece a respeito dessas espécies, individualmente e como comunidades, onde certamente existem soluções para as limitações

de produção desse agroecossistema. Uma das ações poderia ser o resgate de espécies potencialmente promissoras como plantas forrageiras e recicladoras de nitrogênio (N) como é o caso de *Adesmia* spp., as quais se encontram perfeitamente adaptadas.

Dentro deste gênero, *Adesmia latifolia* é uma das espécies citadas para o Brasil, que ocorre em campos alagadiços e em banhados, sendo uma alternativa para integrar, como espécie forrageira, o sistema sequencial arroz - outras culturas - pousio, que ocupa uma área correspondente a mais da metade de um total de cinco milhões de hectares de solos hidromórficos no estado do RS. Estas áreas em pousio abrangendo cerca de 1,7 milhões de hectares são em sua maioria repovoadas por uma flora de sucessão, normalmente de baixa eficiência para a produção bovina.

Uma das opções de enriquecimento dessa flora de sucessão é trabalhar com espécies nativas, de plena adaptação e colonização, onde a *Adesmia* spp. representam uma das alternativas. Ampliar o conhecimento das respostas da *Adesmia latifolia* no que diz respeito a manejos mais específicos, contribuirão para uma melhor utilização das populações nativas da espécie e na multiplicação de sementes o que resultará em maior difusão da espécie tanto no campo natural como no melhoramento da flora de sucessão nos diferentes sistemas de produção agropastoril.

CAMPOS DO RIO GRANDE DO SUL

Os campos são fisionomicamente caracterizados pela família Poaceae que constituem o grupo dominante. No entanto, a família Asteraceae apresenta um grande número de espécies, porém seus indivíduos ocorrem isolados em meio às gramíneas, exceto em beiras de estradas, onde algumas espécies de *Baccharis* e *Eupatorium* são dominantes. Quando ocorrem em populações densas, são indicadoras de áreas de campo com pecuária mal manejada. Onde a carga animal está acima da capacidade de suporte do campo, a comunidade vegetal torna-se rala, com exposição da superfície do solo, ambiente propício para a germinação das sementes de compostas como, por exemplo, *Soliva pterosperma* (roseta), *Conyza bonariensis* (buva), *Pluchea sagittalis* (quitoco), *Senecio madagascariensis*, *Senecio brasiliensis* (maria-mole), *Chrysanthemum myconis*, *Gamochaeta* spp. e *Aster squamatus*, as quais muito rapidamente ocupam a área. As leguminosas

habitam todas as formações campestres e, como as compostas, também ocorrem como indivíduos isolados. Outro grupo importante é o das ciperáceas, as quais habitam predominantemente áreas úmidas e formam, dependendo da espécie, densas populações. Quando se fala em banhados se pensa, automaticamente, em ciperáceas.

Com o avanço do conhecimento, famílias que se acreditava serem pouco representativas neste tipo de formação se destacam em algumas regiões, como as famílias Rubiaceae, Euphorbiaceae, Apiaceae, Solanaceae, Malvaceae, Amaranthaceae, Verbenaceae, Plantaginaceae, Orchidaceae e Lamiaceae (Figura 1).

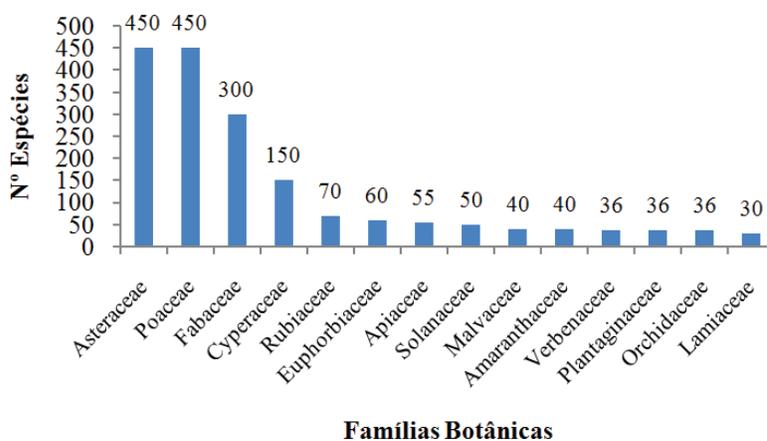


Figura 1. Famílias com o maior número de espécies presentes nos campos naturais do Rio Grande do Sul. Fonte: Boldrini (2009).

A diversidade da flora dos campos do RS é bem conhecida, e este conhecimento está disponível em muitos artigos, dissertações e teses, apesar de Giulietti et al. (2005) afirmarem que a flora de grandes porções dos campos do sul do Brasil ser “insuficientemente conhecida”. A maior área preservada de campos está situada no RS, pois o estado do Paraná (PR) foi praticamente devastado em prol da agricultura, restando 1.377 milhões de hectares e Santa Catarina (SC), cujos campos estão restritos à porção sudeste do Estado e perfazem 1.779 milhões de hectares (IBGE 2006),

está sofrendo atualmente muita pressão por parte do aumento da área da silvicultura.

A diversidade campestre no RS é da ordem de 2.200 espécies, o que se pode considerar um número alto, se comparado com as pradarias norte-americanas, onde Leach e Givnish (1996) registraram 266 espécies em uma área de 800.000ha do estado de Wisconsin.

Burkart (1975) classificou a vegetação campestre do sul do Brasil em dois tipos: “campos do Brasil Central” para aqueles situados no norte do Estado e que tem continuidade em SC e PR e fazem parte do bioma Mata Atlântica (IBGE 2004) e “campos do Uruguai e sul do Brasil” para aqueles do sul do RS e que correspondem ao Bioma Pampa (IBGE 2004).

No Brasil, o Bioma Pampa que tem continuidade no Uruguai, está restrito ao estado do RS e se localiza na metade sul, ocupando aproximadamente 63% (IBGE 2004) da superfície do Estado. Segundo Burkart (1975), constitui uma das regiões do mundo mais ricas em gramíneas, com uma mistura de espécies microtêrmicas e megatêrmicas e predomínio destas últimas.

IMPORTÂNCIA DAS LEGUMINOSAS EM PASTAGENS NATURAIS

O sistema pecuário, no RS, é tipicamente extensivo, constituindo-se os campos nativos no principal alimento dos rebanhos bovino e ovino (BARRETO e BOLDRINI, 1990). As pastagens naturais do RS são formadas principalmente por gramíneas e leguminosas de ciclo estival (OLIVEIRA et al., 1989). Destas, é predominante a presença das espécies pertencentes à família das gramíneas, que além da baixa produção no período de inverno, são deficientes em N (VINCENZI, 1998). Na melhoria do campo nativo a utilização de leguminosas deve ser uma prioridade, pois aumentam a produção de matéria seca e a qualidade da forragem, pela capacidade de aportar N às gramíneas presentes. Segundo Barcelos e Vilela (1994), esse incremento passa pela capacidade de fixação simbiótica do N e pela reciclagem de nutrientes.

Uma maneira de melhorar essas pastagens é suprir as necessidades de nutrientes do complexo solo-planta-animal. Além do fósforo (P) (DIAS FILHO e SERRÃO, 1987; DUTRA et al., 1998a; KOSTER et al., 1987),

há um consenso na pesquisa a respeito da importância do N no aumento da produtividade e qualidade das pastagens (MONTEIRO et al., 1980; SPAIN et al., 1989). A introdução de leguminosas em pastagens naturais tem sido recomendação técnica amplamente divulgada, porém, dependente da disponibilidade de espécies exóticas, exigentes em fertilidade do solo o que causa um incremento nos custos de produção. Tecnologias modernas baseadas na sustentabilidade dos sistemas produtivos têm preconizado a utilização de espécies leguminosas nativas, plenamente adaptadas, com menor exigência de insumos, para que se atinja uma maior qualificação das respostas biológicas e econômicas (HOPKINS et al., 1996; RITTER; SORRENSON, 1985).

As leguminosas forrageiras desempenham importante papel nas pastagens, influenciando na produtividade animal, na fixação de N e no equilíbrio da dieta alimentar do rebanho (RIBEIRO, 1994). As vantagens, em termos de produção animal, da inclusão de leguminosas em pastagens têm sido descritas em inúmeros trabalhos e revisões (BLASER, 1982; PETRITZ et al., 1980; QUADROS e MARASCHIN, 1987) e inclui o aumento na produção animal, como resultado do incremento nos níveis protéicos, da digestibilidade e do consumo da forragem disponível; melhoria na distribuição da produção da pastagem ao longo do ano; maior concentração de minerais, especialmente de cálcio, e aumento na fertilidade do solo pela adição de N ao sistema solo-planta-animal.

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

Moraes e Dall'Agnol (1990), numa revisão sobre o estado atual dos estudos em melhoramento genético de leguminosas de clima temperado no RS, evidenciaram a importância de alguns gêneros considerados microtêrmicos, como *Lathyrus*, *Ornithopus*, *Trifolium* e *Vicia*, especialmente de *Adesmia*. Até o início da década de 90, as referências sobre este gênero eram poucas, mas a partir da publicação do trabalho taxonômico de Miotto e Leitão Filho (1993), sobre as espécies brasileiras, o volume de

informações sobre *Adesmia* tem crescido.

O GÊNERO *Adesmia* DC.

Dentre as espécies de ciclo invernal componentes do campo nativo, encontra-se a *Adesmia* ou babosinha (*Adesmia* spp.). O gênero *Adesmia* é o único da tribo *Adesmiae* (Benth.) Hutch, e tem suas espécies organizadas em quatro séries. Exclusivamente sul-americano, ocorre desde o Peru até a Terra do Fogo e do Chile até o sul do Brasil. Atualmente conta com cerca de 230 espécies, das quais 17 ocorrem na região sul do Brasil (MIOTTO, 1991). Nas diferentes séries brasileiras são encontradas as seguintes espécies: Série Subnuda (*Adesmia securingerifolia* Hert., *Adesmia riograndensis* Miotto), restrita ao sudeste do RS, vegeta principalmente em campos sobre afloramento de rochas; Série Bicolor (*Adesmia bicolor* (Poir) DC., *Adesmia latifolia* (Spreng.) Vog., *Adesmia incana* (Vog.) var. *incana*, *Adesmia punctata* (Poir.) DC. var. *punctata*, *Adesmia punctata* var. *hilariana* Benth), encontrando-se distribuídas predominantemente nas regiões da Campanha, Missões, Serra do Sudeste, Encosta do Sudeste, Litoral, Campos de Cima da Serra, Encosta Superior, Encosta Inferior do Nordeste e parte da Depressão Central, principalmente nas zonas campestres e em áreas com matas de araucária, já em SC há registros da sua ocorrência nos Campos do Planalto, restritas aos municípios de Lages, São Joaquim, Urubici, Painel e Bom Jardim da Serra; Série Psoraleoides (*Adesmia psoraleoides* Vog., *Adesmia tristis* Vog., *Adesmia reitiziana* Burk., *Adesmia rocinensis* Burk., *Adesmia paranensis* Burk., *Adesmia araujoi* Burk., *Adesmia vallsi* Miotto, *Adesmia ciliata* Vog., *Adesmia sulina* Miotto, *Adesmia arillata* Miotto). Segundo Miotto (1991), esta série é exclusivamente brasileira, abrangendo os estados do PR, SC e norte de RS; Série Muricata (*Adesmia muricata* (Jacq.) DC. var. *muricata*), ocorre no extremo sul do RS, nos municípios de Caçapava do Sul, Canguçu, Pelotas e Rio Grande.

Quanto ao hábito, elas dividem-se em dois grupos. As pertencentes à série Bicolor são estoloníferas, enquanto as demais podem ser herbáceas, arbustivas ou subarbustivas. Com relação à forma de vida são classificadas como terófitas (Subnuda e Muricatae) ou hemicriptófitas (Bicolor e Psoraleoides). As primeiras são consideradas anuais, já que vivem um ano

ou menos, e as demais perenes, uma vez que, mesmo com a morte da parte aérea, as plantas sobrevivem por mais de dois anos, frutificando mais de uma vez (MIOTTO, 1991).

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

Miotto e Waechter (1996) pesquisando padrões fitogeográficos sobre o gênero *Adesmia* no Brasil indicaram que as séries Muricatae, Subnuda e Bicolor tem representatividade nos subtropicais brasileiros, distribuindo-se amplamente no sul da Patagônia e no oeste Andino, sendo de maior restrição ao sul quanto ao número de espécies e distribuição. Já a série Psoraleoides, endêmica no sul do Brasil, apresenta grande número de espécies, sendo algumas restritas as regiões montanhosas.

Segundo Valls (1984), houve entre 1935 e 1970, duas fases da pesquisa de campo no sul do país, voltadas ao conhecimento do potencial das espécies de *Adesmia*. Na primeira fase, Barreto e Kappel (1964), através da manutenção de algumas espécies em canteiros, durante vários anos, forneceram informações sobre o seu valor forrageiro, obtido durante a execução do “projeto S3- CR-11 - Estudo da pastagem nativa do RS” encerrado em 1966. Ainda segundo Valls (1984), deste esforço não restou sementes que pudessem ser aproveitadas. O interesse pela coleta de germoplasma recomeçou em 1970, que segundo Miotto (1991), vem do fato de várias espécies deste gênero ser potencialmente boas forrageiras para as regiões de clima temperado. De 1979 até o presente momento, foram realizadas mais de 20 expedições de coleta de germoplasma de plantas forrageiras, entre elas espécies de *Adesmia*, na Região Sul, em especial no RS, com a participação de varias entidades, organizadas por pesquisadores do Centro Nacional de Pesquisa em Recursos Genéticos e Biotecnologia (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia), Centro de Pesquisa em Pecuária dos Campos Sulbrasilianos (Embrapa Pecuária Sul) e Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de SC (EPAGRI). Os Bancos Ativos de Germoplasma de forrageiras da EPAGRI - Lages e da Embrapa – Pecuária

Sul, Bagé-RS receberam amostras destas coletas e colocaram *Adesmia latifolia* como uma das espécies preferenciais para estudos.

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

No Chile, Muñoz e Suarez (1945) citam que a partir de explorações de caráter botânico, realizaram análises do valor nutritivo de algumas espécies de *Adesmia* no seu estágio reprodutivo, obtendo valores de 9 a 19% de proteína bruta. Estes autores, além de mencionarem o valor forrageiro, citam também a importância do gênero para recuperação e proteção dos solos. No Brasil, Dall'Agnol e Gomes (1994), constataram teor de proteína bruta variando de 16,9 a 24 % e digestibilidade in vitro da matéria orgânica (DIVMO) entre 61,1 a 78%. Scheffer-Basso et al. (1998), trabalhando com diversas espécies do gênero *Adesmia*, encontraram teores de proteína bruta variando de 11,7 a 27,7% nas folhas e de 7,2 a 13,4% em caules e a DIVMO de folhas, de 66,7 a 75,3% e nos caules, de 34,8 a 60,6%, em *Adesmia latifolia* (Spreng.) Vog., *A. punctata* (Poir.) DC. e *A. tristis* Vog.. Dutra et al. (1999), verificaram teores de proteína bruta entre 15 a 24% e digestibilidade entre 54 a 79%.

No Uruguai, a “babosita”, como é conhecida popularmente a *Adesmia bicolor*, tem sido investigada como uma planta forrageira e os resultados têm demonstrado que é uma leguminosa potencialmente produtiva, com grande resposta à adubação fosfatada, bom crescimento hibernar e vigoroso rebrote no verão, após as chuvas. Possui elevada capacidade produtiva em solos arenosos, pobres em N (COLL e ZARZA, 1992).

A ESPÉCIE *Adesmia latifolia* (Spreng.) Vog.

Adesmia latifolia é uma espécie estolonífera, que apresenta caules

longos e rasteiros, e presença de raízes adventícias nos nós. As folhas são eretas a partir do caule horizontal, paripenadas e às vezes pseudoimparipenadas, terminando num folíolo ímpar, composto por 8 a 16 pares de folíolos opostos. Seu nome referencia o tamanho de suas folhas, que são as maiores dentro do gênero. Em geral a frequência ocorre naturalmente de forma ocasional, podendo ser frequente, abundante ou muito abundante, formando grandes manchas em função do grande desenvolvimento dos seus estolões e volume de suas folhas. As flores possuem colorações amarelas a alaranjadas, e o estandarte apresenta estrias de coloração que varia de purpúrea a castanha. A floração ocorre de outubro a janeiro podendo aparecer flores em fevereiro e março, tendo como pico máximo os meses de novembro e dezembro. A frutificação em geral ocorre simultaneamente à floração (novembro e dezembro), sendo comum observar na mesma inflorescência botões florais, flores em antese, frutos jovens e frutos já maduros, com os artículos liberando as sementes. Os frutos são hemisféricos eretos, marrons a negros com 5 a 10 artículos sub quadrangulares e deiscentes. As sementes são orbiculares de coloração castanha, ocrácea ou pardo castanho, às vezes marmoreado e com manchas negras (MIOTTO, 1991). Segundo Tedesco et al. (1998), a espécie apresenta versatilidade reprodutiva, com modo de reprodução do tipo fecundação cruzada (aloga-mia) e autofecundação (autogamia).

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

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

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

A espécie é encontrada em regiões deficientes em P, sendo este elemento um dos mais importantes para o crescimento e estabelecimento de pastagens (VINCENZI, 1998). Dutra et al. (1998a) observou que a espécie responde satisfatoriamente à adubação fosfatada, aumentando o teor de fósforo no tecido com o aumento da concentração de P no solo. O efeito de P sobre o crescimento das raízes e da parte aérea é positivo e linear, e, desta forma, mesmo em pequenas doses, pode aumentar o rendimento de matéria seca desta leguminosa, contribuindo para aumentar sua presença na pastagem (BEN et al., 1998).

Pesquisas a campo, tanto em cultivo extremo (MENEZES, 2001) quanto em melhoramento de campo nativo (DUTRA et al., 1998b e MENEZES et al., 2002) conferem a *Adesmia latifolia* como uma espécie com grande potencial forrageiro.

O valor forrageiro das espécies herbáceas de *Adesmia* tem sido destacado em publicações na Argentina, Uruguai e no sul do Brasil. Na Argentina, as observações a campo de espécies de *Adesmia*, como plantas forrageiras, indicam que essas espécies são consumidas pelo gado e não apresentam nenhum registro de substâncias tóxicas (BURKART, 1952). No Uruguai, Coll e Zarza (1992) consideram *Adesmia bicolor* (Poir) DC., a “babosita”, como é conhecida popularmente, que é da mesma série da *Adesmia latifolia*, série Bicolor, como a espécie mais promissora com valores de 18% de proteína bruta (PB) e 78% DIVMO.

No Brasil, Dall’Agnol e Gomes (1994), constataram teores de PB em *Adesmia latifolia* variando de 16,9 a 24% e DIVMO entre 61,1 a 78%, semelhantes aos encontrados por Dutra et al. (1999), com PB entre 15 a 24% e DIVMO entre 54 e 79%. Scheffer-Basso (1999) comenta que a espécie apresenta teores de PB nas folhas entre 11,7 e 23,4% e DIVMO, de 71 a 72%. Segundo o mesmo autor, a espécie apresenta concentrações de cálcio, fósforo e magnésio nas folhas, superiores a outras espécies do mesmo gênero e outras leguminosas como o cornichão (*Lotus corniculatus*

L.). Scheffer-Basso et al. (2001) encontrou teores de PB nas folhas de até 21,6% e nos caules até 13,4%. A DIVMO nas folhas foi de 67,8 a 75% e nos caules de 34,8 a 60,6% (Tabela 1).

Tabela 1. Valor nutritivo de folhas de *Adesmia latifolia* (Spreng.) Vog. no estágio vegetativo

Atributos	<i>Adesmia latifolia</i>
Proteína bruta (%)	22,00
DIVMO (%)	71,00
Ca (%)	2,90
P (%)	0,25
Mg (%)	0,27
K (%)	2,40
Cu (mg L ⁻¹)	8,97
Fe (mg L ⁻¹)	719,50
Mn (mg L ⁻¹)	105,90
Zn (mg L ⁻¹)	21,94

Adaptado de Scheffer-Basso (1999).

Do ponto de vista nutricional, a produção de matéria seca em campo nativo com predominância de *Paspalum notatum* e *Axonopus affinis* aumentou em 48% com introdução de *Adesmia latifolia* (DUTRA et al., 1998).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Brasil é um dos países do mundo com a maior diversidade de espécies, no entanto com problemas sérios em relação à preservação dessa heterogeneidade. O Bioma Pampa têm sido a principal fonte forrageira para a pecuária gaúcha, a sua conservação, porém, tem sido ameaçada pelo convertimento em culturas anuais e silvicultura e pela degradação associada à introdução de espécies exóticas e uso impróprio.

Nas últimas décadas, aproximadamente metade da superfície originalmente coberta com vegetação nativa no estado do RS foi transformada em outros tipos de cobertura vegetal. Esse processo aconteceu em decorrência de uma legislação ambiental precária e negligenciada. Esses campos são constituídos de centenas de espécies de várias famílias das quais pouco se sabe.

Pela importância sócio-econômica que possui esta região, a preservação e o melhoramento das espécies nativas constituem ação estratégica, que garanta a criação de novas variedades para a melhoria da qualidade e o aumento da produção agropecuária.

A domesticação de leguminosas nativas como a *Adesmia latifolia*, espécie estolonífera perene de clima temperado da região sul americana, encontrada no sul do Brasil, pode ser uma das tantas alternativas viáveis pela sua qualidade bromatológica e produção de forragem, além de apresentar sementes com elevada dormência o que garante sua perpetuação na área.

REFERÊNCIAS

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

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

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

BARRETO, I. L.; KAPPEL, A. Principais gramíneas e leguminosas das pastagens naturais do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE BOTÂNICA DO BRASIL. 1964, Porto Alegre, RS. Anais... Porto Alegre, 1964. p.281-94.

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

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

BOLDRINI, I. I. Campos do Rio Grande do Sul: Caracterização fisionômica e problemática ocupacional. Boletim do Instituto de Biociências, n. 56, 1997. 39p.

BOLDRINI, I. I. Biodiversidade dos Campos do Planalto das Araucárias. Ministério do Meio Ambiente, Brasília. 2009.

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

BURKART, A. Evolution of grasses and grasslands in South America. *Taxon* 24: 53-66. 1975.

COLL, J.; ZARZA, A. Leguminosas nativas promissoras: Trebol polimorfo y babosita. Montevideo: INIA, 1992. 19p. (Boletín de divulgación, 22).

DALL'AGNOL, M.; GOMES, K. E. Qualidade de forragens de acessos de gênero *Adesmia*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31., 1994, Maringá, PR. Anais... Maringá, 1994. P. 653.

DIAS FILHO, M. B.; SERRÃO, E. A. Limitações de fertilidade do solo na recuperação de pastagens degradadas com capim colônio em Paragominas, na Amazônia Oriental. Belém, Brasil. Boletim de Pesquisa n° 36 (EMBRAPA-CPATU). 21p. 1987

DUNCAN, P.; JARMAN, P. J. Conservation of biodiversity in managed rangelands, with special emphasis on the ecological effects of large grazing ungulates, domestic and wild. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, XVII, Proceedings... Palmerston North, New Zealand. Wellington: SIR Publishing, 1993. p.2077-2084.

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

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

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

GIULIETTI, A. M.; HARLEY, R. M.; QUEIROZ, L. P.; et al. Biodiversity and conservation of plants in Brazil. *Conservation Biology* 19: 632-639. 2005.

IBGE 2004. Mapa da vegetação do Brasil e Mapa de Biomas do Brasil. IBGE. (acessado em junho de 2012), <http://www.ibge.gov.br>

IBGE 2006. Censo agropecuário 1995-1996. IBGE. (acessado em junho de 2012), <http://www.ibge.gov.br>

KOSTER, H. W.; KAHN, E. J.; BOSSHERT. Programa e resultados preliminares dos estudos de pastagens na região de Paragominas, Pará e Norte de Mato Grosso. SUDAM-IRI, Belém, Brasil. 31p. 1987.

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

LEACH, M. K.; GIVNISH, T. J. Ecological determinants of species loss in remnant prairies. *Science* 273: 1555-1558. 1996.

MENEZES, E. G. Comportamento do florescimento, produção de sementes e de forragem de *Adesmia latifolia* (Spreng.) Vog. em duas regiões fisiográficas do Rio Grande do Sul. 2001. 119f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

MENEZES, F. P. de. Efeito da altura e frequência de corte na produção de matéria seca de *Adesmia latifolia* (Spreng.) Vog. 2002. 32f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal). Universidade Federal de Pelotas.

MIOTTO, S. T. S. O gênero *Adesmia* DC. (Leguminosae - Faiboideae) no Brasil. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1991.307p. Tese (Doutorado em Ciências - Biologia vegetal).

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

MIOTTO, S. T. S.; WAECHTER, J. L. Diversidade florística dos Campos sul-brasileiros: Fabaceae. In: 54 Congresso Nacional de Botânica. Sociedade Botânica do Brasil Belém, 2003. p. 121-124.

MONTEIRO, F. A.; LIMA, S. A.; WERNER, J. C.; MATTOS, H. B. Adubação potássica em leguminosas e em capim colômbio adubado com níveis de nitrogênio ou consorciado com leguminosas. *Bras. Ind. Anim.* 37(1):127-148. 1980.

MORAES, C. O. C.; DALL'AGNOL, M. Estado atual dos trabalhos de melhoramento de leguminosas de clima temperado. Bagé: EMBRAPA-CNPO, 1990. 22p. (Circular Técnica, n.6).

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

NABINGER, C. Manejo de campo nativo na região sul do Brasil e a viabilidade do uso de modelos. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL EM PRODUÇÃO ANIMAL, 2., 2006, Santa Maria, RS. Anais... Santa Maria: Departamento de Zootecnia, 2006.

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

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

PILLAR, V. P., MULLER, S. C., CASTILHOS, Z. M. S. et al. Campos Sulinos - conservação e uso sustentável da biodiversidade. Brasília: MMA, 2009. 403p.

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

RAMBO, B. A fisionomia do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Selbach, 2 ed. 1956. 456p.

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

ROSENGURT, B. Estudios sobre praderas naturales del Uruguay - 3a contribucion. Uruguay, Montevideu, 1943, P.123-281.

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

SCHEFFER-BASSO, S. M.; CARNEIRO, C. M.; VOSS, M. Radical nodulation and biological nitrogen fixation in *Adesmia araujoii* Burk In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM – SUSTAINABLE AGRICULTURE FOR THE TROPICS THE ROLE OF BIOLOGICAL NITROGEN FIXATION, 1995, Angra dos Reis, RJ. Proceedings... Rio de Janeiro: CNPAB/UFRRJ/BAS, 1995. p. 178-179

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

SEBRAE/SENAR/FARSUL. Diagnóstico de sistemas de produção da bovinocultura de corte do estado do Rio Grande do Sul. Relatório de pesquisa. Porto Alegre: IEPE-UFRGS, 2005. 265p.

SPAIN, J. M.; SALINAS, J. G.; PARDOMO, C. E.; ÁVILA, P. Phosphorus efficiency in the establishment and maintenance of tropical legumes-based pastures on oxisoils. Em: XVII International Grassland Congress. The French Grassland Society. October 4-11. Niza. Francia. v.1, p. 47-48. 1989.

TEDESCO, S. B.; DALL'AGNOL, M.; SCHIFINO-WITTMANN, M. T. Observações

sobre o modo de reprodução em *Adesmia latifolia* Spreng. Vog. (Leguminosae). Ciência Rural, Santa Maria, v. 28, p.141-142, 1998.

VALLS, J. F. M. Notas sobre taxonomia, disponibilidade de germoplasma e problemas para utilização forrageira de *Adesmia* spp. no sul do Brasil. Brasília, DF: Embrapa, Cenargen, 1984. (Datilografado).

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

TOXICIDADE RESIDUAL DE AGROTÓXICOS SOBRE ADULTOS DE *Neoseiulus californicus* (McGREGOR) (ACARI: PHYTOSEIIDAE) NA CULTURA DA Videira

Paulo Ricardo Ebert Siqueira¹; Marcos Botton²; Noeli Juarez Ferla³; Anderson Dionei Grützmacher⁴; Liana Johann⁵; Paulo Ricardo Baier Siqueira⁶

¹Eng. Agr. Dr., Prof. do Curso de Agronomia/URCAMP. Bagé, RS, Brasil. E-mail: siqagro@uol.com.br; ²Eng. Agr. Dr. Prof. Depto. de Fitossanidade/FAEM/UFPel. Pelotas, RS, Brasil. Pesquisador do CNPq.; ³Eng. Agr. Dr. Pesquisador Embrapa Uva e Vinho. Bento Gonçalves, RS; ⁴Biol. Dr. Prof. Pesquisador do Laboratório de Acarologia. Museu de Ciência Natural do Centro Universitário UNIVATES. Lajeado, RS; ⁵Biol. M.Sc. Pesquisadora do Laboratório de Acarologia. Museu de Ciência Natural do Centro Universitário UNIVATES. Lajeado, RS; ⁶Acadêmico de Agronomia FAEM/UFPel, Bolsista do CNPq. Pelotas, RS.

RESUMO: *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) é a espécie predominante entre os ácaros predadores nos vinhedos da Região da Campanha do Rio Grande Sul. A escolha de agrotóxicos que apresentem baixo impacto negativo na população de *N. californicus* constitui uma importante medida para a supressão das populações de ácaros fitófagos na cultura da videira. Objetivando avaliar a seletividade de agroquímicos a *N. californicus* em vinhedo foram realizadas pulverizações em vinhedo de abamectina (Vertimec 18 CE), azadiractina (Azamax), cihexatina (Sipcatin 500 SC), enxofre (Kumulus DF) e espirodiclofeno (Envidor), mantendo-se tratamento testemunha sem pulverização. Decorridos um, três e oito dias após o tratamento, folhas foram retiradas das plantas tratadas para confecção de unidades experimentais. Cinco fêmeas adultas foram transferidas de criação-estoque para cada unidade experimental e mantidas em contato com as folhas tratadas por 24h, em condições de laboratório (temperatura de 25±3°C, umidade relativa do ar de 60±10% e fotofase de 14 horas) para a determinação da mortalidade. Um dia após o tratamento, cihexatina causou a maior mortalidade de *N. californicus*, sendo considerado levemente tóxico diferindo significativamente dos demais tratamentos considerados inócuos para fêmeas adultas. A partir do terceiro dia de pulverização a mortalidade entre os tratamentos não diferiu estatisticamente sendo todos os tratamentos considerados inócuos.

Palavras-chave: Agroquímicos, Controle Biológico, Ácaros Predadores.

SELECTIVITY OF PESTICIDES FOR *Neoseiulus californicus* (McGREGOR) (ACARI: PHYTOSEIIDAE) IN VINEYARDS

ABSTRACT: *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) is the predominant species among predatory mites in the vineyards of the countryside of Rio Grande do Sul. The choice of chemicals that represent a low negative impact on the population of *N. californicus* is an important measure for the suppression of populations of phytophagous mites in vineyards. To evaluate the selectivity of pesticides to *N. californicus* were sprayed in a vineyard of abamectin (Vertimec 18 CE), azadirachtin (Azamax), cyhexatin (Sipcatin 500 SC), sulfur (Kumulus DF) and spirodiclofen (Envidor), maintaining control treatment without spraying. After one, three and eight days after treatment, leaves of treated plants were removed for construction of experimental units. Five adult females were transferred breeding-stock for each treatment and kept in contact with leaves treated for 24 hours under laboratory conditions (25 ± 3°C, 60 ± 10% relative humidity and photoperiod of 14 hours) for the determination mortality. One day after

treatment, cyhexatin caused the higher mortality of *N. californicus*, is considered slightly toxic to significantly differ from other treatments considered harmless for adult females. From the third day of spraying mortality among treatments were not statistically different from all the treatments considered harmless.

Keywords: Pesticides, Biological Control, Mite Predators.

INTRODUÇÃO

A atividade frutícola vem buscando práticas de proteção do potencial produtivo dos cultivos de forma segura e, em harmonia com o ambiente, através do emprego do controle biológico realizado por ácaros predadores, principalmente da família Phytoseiidae (RODRIGUES, 2005). As espécies de ácaros predadores podem ser nativas ou exóticas, especialistas ou generalistas, sendo que algumas já apresentam resistência a determinados agrotóxicos como verificado na Austrália, onde liberações de *Galenodromus occidentalis* (Nesbitt) resistente a azinfós-metil, têm sido empregadas com êxito no controle de *Tetranychus urticae* (Koch) em pomares de maçã, pêra e pêssego (BEAULIEU e WEEKS, 2007).

O êxito do controle biológico de ácaros fitófagos por ácaros predadores em sistemas de produção integrada de frutas está vinculado à seletividade dos agrotóxicos empregados. Nesse sentido, pesquisas em diferentes regiões vitícolas australianas, constataram que nos vinhedos sem utilização de inseticidas e com o emprego de enxofre e cobre como alternativas aos fungicidas sintéticos, *Amblyseius victoriensis* (Womersley) e *Thyphlodromus doreenae* Schicha mantiveram as populações de ácaros fitófagos abaixo do nível de controle, enquanto nas regiões com uso frequente de inseticidas e fungicidas sintéticos, os predadores apresentaram menores populações e não evitaram o crescimento populacional das espécies fitófagas, as quais causaram danos econômicos (JAMES e WHITNEY, 1993).

A manutenção das populações nativas de fitoseídeos generalistas através da redução do número de aplicações de agrotóxicos ou pela escolha de produtos seletivos, tem permitido em vinhedos australianos, a supressão satisfatória de populações de Eriophyidae por ação de predadores como *Amblyseius lentiginosus* Denmark, *Euseius victoriensis* (Womersley), *Phytoseius photeringhamiae* Denmark & Muma, *Thyphlodromus dossei* Schicha e *T. doreenae* (BEAULIEU e WEEKS, 2007).

No Canadá, a introdução de folhas de videira com *Typhlodromus*

pyri Scheuten em vinhedos comerciais com infestação do ácaro vermelho europeu *Panonychus ulmi* Koch permitiu o estabelecimento do fitoseídeo no vinhedo e reduziu os níveis populacionais de *P. ulmi* nas safras seguintes, sendo observado que *T. pyri* suportou satisfatoriamente as aplicações de agrotóxicos (MARSHALL e LESTER, 2001).

Levantamentos recentes realizados no Brasil da acarofauna em vinhedos comerciais no Rio Grande do Sul constataram variabilidade da acarofauna de ácaros predadores entre as regiões estudadas. Assim, em Bento Gonçalves, na Serra Gaúcha, as espécies predominantes foram *Neoseiulus californicus* (McGregor) e *Agistemus floridanus* Gonzalez; em Candiota, na Campanha, *N. californicus* e, em Encruzilhada do Sul, na Serra do Sudeste, predominaram *Typhlodromus ornatus* (Denmark & Muma), *Neoseiulus fallacis* (Garman) e *A. floridanus* (JOHANN et al., 2009).

N. californicus pertence à categoria dos ácaros predadores frequentemente associados à tetraniquídeos que produzem teia densa, onde apresentam maiores taxa reprodutiva (MCMURTRY e CROFT, 1997). Segundo Rodrigues (2005), *N. californicus* alimenta-se preferencialmente de tetraniquídeos, e eventualmente de outros artrópodes, seiva vegetal, pólen e “honeydew”, sendo que esta polifagia favorece a permanência nos cultivos onde foi introduzido e limita as possibilidades de interferir negativamente nas comunidades de predadores nativos, conforme verificado na cultura de morango nos Estados Unidos (FRAULO et al., 2008). A atividade predatória de *N. californicus* ocorre em temperaturas a partir de 12,7°C, sendo que, em relação às espécies de ácaros formadores de teias, a maioria das presas é obtida durante seu deslocamento fora das teias (TAKANO LEE e HODDLE, 2002).

O emprego de liberações inundativas de *N. californicus* em pomares de macieira conduzidos no sistema de produção integrada no município de Vacaria-RS permitiu o controle efetivo de *P. ulmi*, dispensando o uso de acaricidas a partir do terceiro ano de liberação do fitoseídeo (MONTEIRO, 2002).

Estudos recentes realizados em pomares de macieira no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina comprovaram que *N. californicus* é a espécie de ácaro predador mais frequente nesta cultura, sendo, além disso, dominante e constante (MEYER et al., 2008). Entre os motivos apontados para esta dominância, são destacadas as introduções inoculativas realizadas nos

pomares de macieira em anos anteriores, a possibilidade desta espécie ser autóctone e, a razoável tolerância adquirida aos agrotóxicos usualmente empregados na cultura (MEYER et al., 2009).

De acordo com Sato et al. (2002), *N. californicus* apresentou em trabalhos de laboratório maior tolerância que *T. urticae* para vários acaricidas, sendo que liberações daquele fitoseídeo, visando o manejo integrado de pragas, podem ser efetuadas com êxito, respeitado o período de maior toxicidade residual de determinados produtos e, feitas a qualquer momento quando de emprego de produtos inócuos.

Objetivando a manutenção das populações de ácaros predadores em sistemas agrícolas, a supressão de ácaros fitófagos, como *T. urticae* pode ser obtida com o emprego de extratos vegetais (CASTIGLIONI et al., 2002), como óleo de nim, o qual se mostra seletivo para várias espécies de fitoseídeos (BRITO et al., 2006a e b).

No Brasil não foram realizados trabalhos de seletividade a ácaros predadores na cultura da videira. No presente experimento buscou-se avaliar o efeito residual de diferentes agrotóxicos pulverizados em vinhedo sobre fêmeas adultas de *N. californicus*.

METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no Centro de Ciência Rurais da Universidade da Região da Campanha - URCAMP, em Bagé, Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. A área experimental foi implantada em viveiro com seis anos de idade, constituída pelo porta-enxerto SO4 (Teleki 4 seleção Oppenheim), resultante do cruzamento entre *Vitis berlandieri* e *Vitis riparia* (GIOVANNINI, 1999), o qual não foi submetido a tratamentos fitossanitários no ano agrícola 2009/2010. O viveiro apresenta as coordenadas latitude 31°16'35,7"S, longitude 53°59'15,5"W, e altitude de 315 metros, foi implantado em solo classificado como Luvisolo Háptico Órtico típico (STRECK et al., 2008), e conduzido em sistema de espaldeira, com espaçamento de 3,0 metros entre as fileiras e 1,0 metro entre as plantas.

Foram comparados os agrotóxicos abamectina, azadiractina, cihexatina, enxofre e espirodiclofeno (Tabela 1), além do tratamento testemunha, sem aplicação.

Tabela 1. Agrotóxicos avaliados em teste de seletividade residual sobre *Neoseiulus californicus* em videira. Bagé, 2010.

Ingrediente Ativo (i.a.)	Produto Comercial (P.C.)	Grupo Químico	Uso	Concentração (i.a.100L ⁻¹)(P.C. 100L ⁻¹)		Classe Toxicológica
abamectina	Vertimec 18 CE	avermectina	inseticida, acaricida	1,44g	80mL	III
azadiractina	Azamax	tetranortriterpenóide	inseticida	3,6g	300mL	III
cihexatina	Sipcatin 500 SC	organoestânico	acaricida	30g	60mL	I
enxofre	Kumulus DF	inorgânico	acaricida, fungicida	400g	500g	IV
espiroclifofeno	Envidor	cetoenol	acaricida	7,2g	30mL	III

Os agrotóxicos foram aplicados em oito plantas de videira consecutivas, previamente selecionadas, mantendo-se entre os tratamentos 20 plantas nas fileiras e cinco fileiras de plantas sem receberem nenhum tratamento para evitar riscos de deriva. A aplicação foi realizada com pulverizador costal com pressão constante (30lb/pol²), equipado com ponta do tipo jato plano duplo com indução de ar, modelo Magno AD-IA 0.25D, até ser atingido o ponto de escorrimento da calda. A pulverização foi realizada em março de 2010, com condições de 28°C e 61% de umidade relativa do ar. Durante a condução do experimento no vinhedo não houve chuvas.

Os procedimentos de campo para coleta das folhas foram adaptados da metodologia empregada por Ruiz e Moraes (2008), sendo o recolhimento das folhas realizado 1, 3 e 8 dias após o tratamento (DAT), na quantia de uma folha do terço médio por planta tratada. As folhas foram coletadas com auxílio de pinças e acondicionadas primeiramente em sacos de papel, e a seguir em sacos de plástico para serem transportadas em caixas térmicas contendo 2,5dm³ de gelo, até o laboratório.

As unidades experimentais foram confeccionadas com segmentos das folhas com 2,5 x 2,5cm, as quais foram colocadas sobre uma camada de papel filtro, saturada em água destilada e previamente acomodada em placas de Petri com 8cm de diâmetro. Após a colocação das folhas nas placas foram constituídas barreiras de algodão hidrófilo, saturado com água destilada, e colocadas nos bordos das folhas visando evitar a fuga dos ácaros, conforme metodologia empregada por Sato et al. (2002). Cinco fêmeas adultas de *N. californicus* foram transferidas com auxílio de pincel de ponta fina por unidade experimental.

Os ácaros utilizados no experimento foram obtidos junto ao Laboratório de Acarologia do Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, RS, sendo originários de exemplares coletados em vinhedos comerciais e mantidos sobre criação-estoque de *T. urticae* em plantas de feijoeiro por um período de aproximadamente 30 dias. Após a transferência dos ácaros as unidades experimentais foram recobertas por plasti-film e transferidas para sala climatizada no Instituto de Reprodução Vegetal da URCAMP, Bagé, RS, onde foram mantidas por 24 horas a $60 \pm 10\%$ de umidade relativa do ar, temperatura de $25 \pm 3^\circ\text{C}$ e fotofase de 14 horas, conforme metodologia utilizada por Ruiz e Moraes (2008). Na sala de climatização, devido à uniformidade das condições ambientais foi empregado o delineamento inteiramente casualizado, com seis repetições, constituídas, cada uma por uma placa conforme descrição acima.

A avaliação do experimento foi realizada 24 horas após a exposição dos exemplares de *N. californicus* ao efeito residual nas folhas de videira, quando foram registrados os ácaros vivos e os considerados mortos por não reagirem ao toque das cerdas do pincel. A percentagem de ácaros sobreviventes por repetição foi transformada segundo $\sqrt{x+1,0}$ e submetida à análise de variância e aos testes e Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Para determinar a mortalidade corrigida em relação à testemunha foi empregada a fórmula de Abbott (1925). Para a determinação das classes de seletividade dos agrotóxicos foram adotados os critérios propostos por Hassan et al. (1994), com as classes da IOBC/WPRS, sendo: 1- inócuo (mortalidade < 30%); 2- levemente nocivo (mortalidade entre 30 e 79%); 3- moderadamente nocivo (mortalidade entre 80 e 99%); e 4- nocivo (mortalidade > 99%).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação realizada 1 DAT no vinhedo o acaricida cihexatina apresentou a maior toxicidade, sendo considerado, levemente nocivo (classe 2) pelos padrões propostos pela IOBC/WPRS, diferindo significativamente dos demais tratamentos, os quais foram estatisticamente equivalentes e mostraram-se inócuos (classe 1) (Tabela 2).

Aos 3 e 8 DAT não foram verificadas diferenças significativas na mortalidade de *N. californicus* entre a testemunha e os demais tratamentos,

os quais foram considerados todos inócuos (classe 1) (Tabela 2).

Tabela 2. Efeito de agrotóxicos sobre fêmeas adultas de *Neoseiulus californicus* em teste de toxicidade residual, em diferentes períodos após o tratamento no vinhedo (DAT: dias após o tratamento). Bagé, 2010.

Tratamento	Dosagem (g.a.100L ⁻¹)	DAT: 1			DAT: 3			DAT: 8		
		M±EP ¹ (%)	MC ² (%)	CT ³	M±EP ¹ (%)	MC ² (%)	CT ³	Média (%)	MC ² (%)	CT ³
abamectina	1,44 g	23,3 ± 8,0b	17,9	1	26,7 ± 8,4a	20,3	1	10,0 ± 6,8a	2,2	1
azadiractina	3,6 g	16,7 ± 8,0b	10,7	1	6,7 ± 6,7a	0,0	1	13,3 ± 8,4a	5,8	1
cihexatina	30 g	66,7 ± 6,7a	64,3	2	26,7 ± 4,2a	20,3	1	0,0 ± 0,0a	0,0	1
enxofre	400 g	16,7 ± 9,5b	10,7	1	16,7 ± 8,0a	9,4	1	6,7 ± 6,7a	0,0	1
espirodiclofeno	7,2 g	3,3 ± 3,3b	0,0	1	10,0 ± 6,8a	2,2	1	3,3 ± 3,3a	0,0	1
testemunha	-	6,7 ± 4,2b	-	-	6,7 ± 4,2a	-	-	10,0a	-	-

1 Média de mortalidade e erro padrão após exposição por 24 horas em laboratório. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05). 2 Mortalidade corrigida pela fórmula de Abbott (1925).

3 Classes de toxicidade da IOBC-WPRS: 1- inócuo (mortalidade < 30%); 2- levemente nocivo (mortalidade entre 30 e 79%); 3- moderadamente nocivo (mortalidade entre 80 e 99%); e 4- nocivo (mortalidade > 99%).

As fêmeas adultas de *N. californicus* expostas aos resíduos de cihexatina aplicado no campo 24 horas antes, apresentaram mortalidade corrigida de 64,3%, um efeito levemente nocivo, e mesmo nível de seletividade encontrado por Silva e Oliveira (2006) que em citros registraram mortalidade corrigida de 41% de *N. californicus*. Por sua vez, Ruiz e Moraes (2008), empregando 50% da dosagem utilizada neste experimento, encontraram na cultura da macieira para cihexatina mortalidade de 90% de *N. californicus* 1 DAT, neste caso um efeito moderadamente nocivo. Esta diferença entre os experimentos pode ser creditada às características das populações de *N. californicus* empregadas nos testes; enquanto que no experimento de Ruiz e Moraes (2008) a criação em laboratório teve origem em exemplares obtidos em pomares de macieira com histórico de dois anos sem uso de agrotóxicos, no presente trabalho, a criação foi originada de indivíduos obtidos em vinhedos comerciais com aplicações de agrotóxicos, conferindo a estes indivíduos, provavelmente, melhor adaptação ao uso de agrotóxicos. Este aspecto ganha reforço no trabalho de Sato et al. (2002) os quais observaram que fêmeas de *N. californicus* originárias de plantações de morangueiro com frequente uso de agrotóxicos apresentaram para cihexatina mortalidade corrigida de 25,6%, quando expostas às folhas pulverizadas 24 horas antes.

A baixa mortalidade observada pelo ácaro predador no experimento (Tabela 2), encontra respaldo nos testes de seletividade realizados por Poletti et al. (2008), os quais compararam 21 agrotóxicos e observaram que, para todos os produtos testados, o percentual de mortalidade de fêmeas adultas de *N. californicus* foi menor do que aquele verificado em

Phytoseiulus macropilis (Banks). Além disso, dos produtos testados, 18 apresentaram níveis de mortalidade de *N. californicus* inferior a 20%, sendo que 12 produtos foram inócuos, enquanto os inseticida-acaricidas piridabem, cloridrato de formetanato e endossulfano foram os mais tóxicos causando mortalidade de 95, 56 e 44%, respectivamente.

A mortalidade corrigida de abamectina, avaliado neste trabalho na concentração de 14,4ppm de i.a., foi de 17,9, 20,3 e 2,2%, respectivamente ao 1, 3 e 8 DAT, ligeiramente maior que aquelas encontradas por Sato et al. (2002) que na concentração de 13,5ppm de i.a., verificaram a 1, 3 e 7 DAT, mortalidades corrigidas de 2,6, 2,7 e 0%, sendo que, em ambos os experimentos, abamectina, nestas dosagens e intervalos de aplicação, mostrou-se inócuo (classe 1) (Tabela 2).

A mortalidade causada por abamectina no experimento, ao 1 DAT foi de 23,3% e encontra similaridade com os resultados obtidos por Meyer et al. (2009), que empregando em testes de laboratório dosagem 25% maior, encontraram, para um período de exposição de *N. californicus* de 24 horas, mortalidade de 11,6%, o que enquadra, para este período de exposição, o produto como inócuo em ambos os trabalhos.

O efeito residual de azadiractina mostrou-se inócuo para *N. californicus*, causando mortalidade das fêmeas, menor ou igual a 16,7%. Estes resultados encontram semelhança com a avaliação dos produtos comerciais Nemseto e Natuneem, nas concentrações de 0,25, 0,50 e 1,00% sobre fitoseídeos, onde, na máxima concentração, Nemseto causou mortalidade de 15% a *Euseius alatus* De Leon e 25% a *P. macropilis* (BRITO et al., 2006a), enquanto Natuneem, na concentração de 1%, causou 10% de mortalidade a *E. alatus* e 11% a *P. macropilis* (BRITO et al., 2006b).

Enxofre apresentou mortalidade corrigida de no máximo 10,7% e mostrou-se inócuo a *N. californicus*, semelhante ao observado por Sato et al. (2002), os quais não registraram mortalidade à concentração de 2.400ppm de i.a., sendo que no presente trabalho empregou-se a concentração de 4.000ppm de i.a., destacando a adaptação da população testada ao tratamento.

O baixo efeito letal de enxofre no presente experimento concorda também com Silva e Oliveira (2006), os quais registraram mortalidade de apenas 3,1% de adultos, sendo que, em ambos os experimentos foi empregada a dosagem de 400g.i.a. 100L⁻¹ de água.

O baixo percentual de mortalidade corrigida de *N. californicus* causado por espiroclifeno (menor ou igual a 2,2%), encontra semelhança com os níveis encontrados por Reis et al. (2005) para *Euseius citrifolius* Denmark & Muma e para *E. alatus* DeLeon, cuja mortalidade corrigida foi de 3,3 e 17,9%, respectivamente. Por sua vez, na cultura da macieira em Portugal, este acaricida apresentou valores de seletividade variados conforme a região e predominância das espécies de predadores sendo moderadamente tóxico a *Euseius stipulans* (Athias-Henriot), seletivo a *T. pyri* e muito tóxico a *Typhlodromus phialatus* Athias-Henriot (RODRIGUES, 2005). No Brasil, espiroclifeno foi seletivo a várias espécies de insetos importantes no manejo integrado de pragas, como ao parasitóide de ovos *Trichogramma pretiosum* Riley (MANZONI et al., 2006) e aos predadores *Chrysoperla externa* (Hagen) e *Ceraeochrysa cubana* (Hagen) (GODOY et al., 2010), além de ser largamente empregado em outros países.

Devido à ausência de trabalhos de seletividade a inimigos naturais realizados na cultura da videira na Região da Campanha do RS, o presente experimento representa uma contribuição para a adoção do sistema de produção integrada ao testar diversos grupos de agrotóxicos quanto à seletividade ao predador *N. californicus*, encontrado frequentemente nos vinhedos quando surgem altas populações de *P. ulmi*. É importante a realização de mais experimentos com agrotóxicos de novos grupos químicos.

No caso dos agrotóxicos avaliados não é necessário seguir nos testes de seletividade conforme preconizado pela IOBC/WPRS, o que se faz necessário somente para agroquímicos que obtenham as classes 3 e 4.

CONCLUSÕES

Abamectina (1,44g i.a. 100L⁻¹), azadiractina (3,6g i.a. 100L⁻¹), enxofre (400g i.a. 100L⁻¹) e espiroclifeno (7,2g i.a. 100L⁻¹), são inócuos para fêmeas adultas de *N. californicus*, causando mortalidade inferior a 30% (classe 1) a partir de 24 horas de aplicação no vinhedo.

Cihexatina (30g i.a. 100L⁻¹), é levemente nocivo (classe 2) para fêmeas adultas de *N. californicus* 24 horas após a aplicação no vinhedo e inócuo (classe 1) 72 horas da aplicação.

REFERÊNCIAS

ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, Lanhan, v.18, n.1, p.265-267, 1925.

BEAULIEU, F.; WEEKS, A.R. Free-living mesostigmatic mites in biological control and bioindication. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, Queensland, v.47, p.460-478, 2007.

BRITO, H. M.; GONDIM JÚNIOR, M. G. C.; OLIVEIRA, J. V. et al. Toxicidade de formulações de Nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) ao ácaro rajado e a *Euseius alatus* De Leon e *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae). *Neotropical Entomology*, Piracicaba, v.35, n.4, p.500-505, 2006a.

BRITO, H. M.; GONDIM JÚNIOR, M. G. C.; OLIVEIRA, J. V. et al. Toxicidade de Natuneem sobre *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) e ácaros predadores da família Phytoseiidae. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.30, n.4, p.685-691, 2006b.

CASTIGLIONI, E.; VENDRAMIM, J. D.; TAMAI, M. A. Evaluación del efecto tóxico de extractos acuosos y derivados de meliáceas sobre *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari, Tetranychidae). *Agrociencia*, Montevideo, v.6, n.2, p.75-82, 2002.

FRAULO, A. B.; MCSORLEY, R.; LIBURD, A. O. Effect of the biological control agent *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) on arthropod community structure in North Florida strawberry fields. *Florida Entomologist*, Gainesville, v.91, n.3, p.436-445, 2008.

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

GODOY, M. S.; CARVALHO, G. A.; CARVALHO, B. F. et al. Seletividade fisiológica de inseticidas em duas espécies de crisopídeos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.45, n.11, p.1253-1258, 2010.

HASSAN, S. A.; BIGLER, F.; BOGENSCHÜTZ, H. et al. Results of the sixth joint pesticide testing programme of the IOBC-WPRS: working group "Pesticides and Beneficial Organisms". *Entomophaga*, Paris, v.39, n.1, p.107-119, 1994.

JAMES, D. G.; WHITNEY, J. Mite populations on grapevines in south-eastern Australia: implications for biological control of grapevines mites (Acarina: Tenuipalpidae, Eriophyidae). *Experimental and Applied Acarology*, Amsterdam, v.17, p.259-270, 1993.

JOHANN, L.; CLOCK, C. L.; FERLA, N. J. et al. Acarofauna (Acari) associada à videira (*Vitis vinifera* L.) no Estado do Rio Grande do Sul. *Biociências*, Porto Alegre, v.17, n.1, p.1-19, 2009.

MANZONI, C.G.; GRÜTZMACHER, A.D.; GIOLO, F.P. et al. Seletividade de agrotó-

- xicos usados na produção integrada de maçã para adultos de *Trichogramma pretiosum*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.41, n.10, p.1461-1467, 2006.
- MARSHALL, D. B.; LESTER, P. J. The transfer of *Typhlodromus pyri* on grape leaves for biological control of *Panonychus ulmi* (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae) in vineyards in Ontario, Canada. Biological Control, Orlando, v.20, p.228-235, 2001.
- MCMURTRY, J. A.; CROFT, B. A. Life-styles of phytoseiidae mites and their roles in biological control. Annual Review Entomology, Palo Alto, v.42, p.291-321, 1997.
- MEYER, G. de A.; KOVALESKI, A.; SANHUEZA, R. M. V. *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae, McGregor) o ácaro predador dominante em pomares comerciais de macieira conduzidos nos Sistemas Convencional e Produção Integrada. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 12p., 2008. (Comunicado Técnico, n.92)
- MEYER, G. de A.; KOVALESKI, A.; SANHUEZA, R. M. V. Seletividade de agrotóxicos usados na cultura da macieira a *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae). Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.31, n.2, p.381-387, 2009.
- MONTEIRO, L. Manejo integrado de pragas em macieira no Rio Grande do Sul II. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.24, n.2, p.395-405, 2002.
- POLETTI, M.; COLLETTE, L. de P.; OMOTO, C. Compatibilidade de agrotóxicos com os ácaros predadores *Neoseiulus californicus* (McGregor) e *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae). BioAssay, Piracicaba, v.3, n.3, p.1-14, 2008.
- REIS, P. R.; NETO, M. P.; FRANCO, R. A. Controle de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) e *Oligonychus ilicis* (McGregor, 1917) (Acari: Tenuipalpidae, Tetranychidae) em cafeeiro e o impacto sobre ácaros benéficos. II – Spirodiclofen e Azocyclotin. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v.29, n.3, p.528-537, 2005.
- RODRIGUES, J. R. (Ed.) Os ácaros fitoseídeos na limitação natural do aranhaço-vermelho em fruteiras e vinha. Viana do Castelo: Instituto Politécnico de Viana do Castelo, 2005. 179p.
- RUIZ, M. G.; MORAES, G. J. de. Mortalidade do ácaro predador *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) em testes de toxicidade residual de inseticidas e acaricidas usuais em pomáceas. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.30, n.4, p.919-924, 2008.
- SATO, M.; SILVA, M. da; GONÇALVES, L. R. et al. Toxicidade diferencial de agroquímicos a *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) e *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) em morangueiro. Neotropical Entomology, Piracicaba, v.31, n.3, p.449-456, 2002.
- SILVA, M. Z.; OLIVEIRA, C. A. L. de. Seletividade de alguns agrotóxicos em uso na citricultura ao ácaro predador *Neoseiulus californicus* (McGregor). Revista Brasileira de

TOXICIDADE RESIDUAL DE AGROTÓXICOS SOBRE ADULTOS DE *Neoseiulus californicus* (Mc GREGOR) (ACARI: PHYTOSEIIDAE) NA CULTURA DA VIDEIRA | SIQUEIRA et al.

Fruticultura, Jaboticabal, v.28, n.2, p.205-208, 2006.

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D. et al. Solos do Rio Grande do Sul. 2.ed. Porto Alegre: EMATER/RS, 2008. 220p.

TAKANO LEE, M.; HODDLE, M. Predatory behaviors of *Neoseiulus californicus* and *Galendromus helveolus* (Acari: Phytoseiidae) attacking *Oligonychus perseae* (Acari: Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology*, Amsterdam, v.26, n.1-2, p.13-26, 2002.

ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO-CAUPI QUANTO À PRODUÇÃO DE GRÃOS FRESCOS, EM TERESINA-PI

Maurisrael de Moura Rocha¹; Fabrício Napoleão Andrade²; Regina Lucia Ferreira Gomes²; Francisco Rodrigues Freire Filho¹; Semíramis Rabelo Ramalho Ramos³; Valdenir Queiroz Ribeiro¹

¹Embrapa Meio-Norte, Av. Duque de Caxias, 5650, B. Buenos Aires, Teresina, PI. E-mail: mmrocha@cpamn.embrapa.br; ²Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências Agrárias, Campus Agrícola da Socopo, CEP 64049-550, Teresina, PI; ³Embrapa Tabuleiros Costeiros, Av. Beira Mar, 3250, Praia 13 de Julho, Aracaju, SE.

RESUMO: Com o intuito de estudar a adaptabilidade e estabilidade de genótipos de feijão-caupi, para a produção de feijão fresco, segundo as metodologias de Eberhart e Russell (1966) e Wricke (1965), foram conduzidos três experimentos, dois sob irrigação (2004 e 2005) e um em condições de sequeiro (2005), no campo experimental da Embrapa Meio-Norte, em Teresina, Piauí. O delineamento experimental utilizado foi de blocos completos casualizados, com quatro repetições e 14 tratamentos. Os tratamentos foram constituídos pelos seguintes genótipos: TE96-290-12G, MNC99-541F-15, MNC99-541F-18, MNC99-541F-21, MNC99-542F-5, MNC99-542F-7, BRS Paraguaçu, Vagem Roxa-Ter-2, Olho de Pomba-10, Vagem Roxa-Tim-1, BRS Guariba, Vagem Roxa-JF, Vagem Roxa-Tim-2 e BRS Milênio. Foram estudadas as seguintes características: produtividade de vagens frescas, produtividade de grãos frescos e índice de grãos frescos. Para as produtividades de vagens e grãos frescos, os genótipos MNC99-541F-15, MNC99-541F-18, MNC99-542F-7 e Olho de Pomba-10 apresentaram adaptação específica a ambientes favoráveis, já os genótipos Vagem Roxa-Ter-2, Vagem Roxa-Tim-1 e Vagem Roxa-Tim-2 adaptam-se melhor a ambientes desfavoráveis. O índice de grãos frescos apresentou comportamento diferente em termos de adaptabilidade e estabilidade de comportamento, relativamente às produtividades de vagens e grãos frescos. Os genótipos TE96-290-12G, MNC99-541F-21, MNC99-542F-5, BRS Paraguaçu e BRS Milênio reuniram genes favoráveis para adaptabilidade e estabilidade da produção de feijão fresco e podem ser recomendados para todos os ambientes e agricultores do município de Teresina, Piauí.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata*, feijão fresco, interação genótipo x ambiente.

ADAPTABILITY AND STABILITY OF COWPEA GENOTYPES ON THE FRESH SEED YIELD IN TERESINA MUNICIPALITY, PIAUÍ, BRAZIL

ABSTRACT: In order to study the adaptability and stability of cowpea genotypes for the production of fresh pea, according to the methods of Eberhart & Russell (1966) and Wricke (1965), three trials were carried out, two under irrigation (2004 and 2005) and one in dry conditions (2005), at the experimental field of the Embrapa Mid-North, in Teresina, Piauí, Brazil. A randomized complete block design, with four replications and 14 treatments, was utilized. The treatments consisted of the following genotypes: TE96-290-12G, MNC99-541F-15, MNC99-541F-18, MNC99-541F-21, MNC99-542F-5, MNC99-542F-7, BRS Paraguaçu, Vagem Roxa-Ter-2, Olho de Pomba-10, Vagem Roxa-Tim-1, BRS Guariba, Vagem Roxa-JF, Vagem Roxa-Tim-2 and BRS Milênio. Fresh pod yield, fresh seed yield and fresh seed index traits were evaluated. For the fresh pod and seed yields, MNC99-541F-15, MNC99-541F-18, MNC99-542F-7 and Olho de

Pomba-10 genotypes had specific adaptation to favorable environment, since the Vagem Roxa-Ter-2, Vagem Roxa-Tim-1 and Vagem Roxa-Tim-2 genotypes adapt itself better to unfavorable environments. The fresh seed index showed different behavior in terms of adaptability and stability, compared to fresh pod and seed yield. TE96-290-12, MN-C99-541F-21, MNC99-542F-5 and BRS Paraguaçu genotypes met favorable genes for adaptability and stability for the production of fresh pea and can recommended for all environments and farmers of the Teresina municipality, Piauí, Brazil.

Keywords: *Vigna unguiculata*, fresh pea, genotype x environment interaction.

INTRODUÇÃO

O feijão-caupi, feijão-de-corda ou feijão-macassar é a principal fonte de proteína para os agricultores familiares das regiões Norte e Nordeste do Brasil. É uma cultura bastante versátil em termos de mercado, podendo ser comercializado na forma de grãos secos, grãos verdes ou vagens verdes, farinha e sementes (ROCHA et al., 2006).

Vagens e grãos frescos correspondem a vagens e grãos em torno da maturidade, ou seja, um pouco antes ou um pouco depois do estágio em que param de acumular fotossintatos e iniciam o processo de desidratação natural. Nesse estágio, as vagens começam a sofrer uma leve mudança de tonalidade, quer seja de cor verde, quer seja de cor roxa. Nesse ponto as vagens são colhidas e comercializadas na forma de vagem ou de grãos frescos debulhados (FREIRE FILHO et al., 2005a). Segundo Silva e Montenegro (1997), os grãos são colhidos quando apresentam 60 a 70% de umidade.

Nos Estados Unidos, o feijão-caupi ou “Southern pea”, como é conhecido por lá, quando produzido e comercializado como feijão fresco, contribui significativamente para o agronegócio dos pequenos agricultores (OKIROR et al., 2008). No Brasil, o mercado do feijão fresco é uma tradição no Nordeste, fazendo parte de vários pratos típicos (baião-de-dois, mugunzá, etc.). Em decorrência disso, é uma importante fonte de emprego e renda em torno das cidades de médio e grande porte nessa região (FREIRE FILHO et al., 2005a). O mercado de grãos frescos congelados e enlatados é bastante promissor e representa uma alternativa à comercialização do feijão-caupi no Brasil e em outros países tradicionalmente consumidores. Estudos têm sido conduzidos sobre formas alternativas de comercialização, tais como sobre refrigeração e congelamento (LIMA et al., 2000) e conserva (LIMA et al., 2003), e visando o consumo in natura

em relação à produtividade de vagens e grãos frescos (SERPA e LEAL, 1999; CARDOSO et al., 2001a,b; MIRANDA e ANUNCIACÃO FILHO, 2001; OLIVEIRA et al., 2002; ANDRADE et al., 2005; ROCHA et al., 2007 a,b; OKIROR et al., 2008).

A identificação e seleção de genótipos altamente produtivos e estáveis aos vários ambientes representam um dos principais objetivos dos programas de melhoramento. Um genótipo é considerado adaptado e estável quando aproveita vantajosamente os efeitos ambientais e quando se comporta de forma previsível frente a estes.

A regressão linear (EBERHART e RUSSEL, 1966) tem sido a metodologia mais utilizada para avaliar a adaptabilidade e a estabilidade em feijão-caupi, sendo encontrados vários trabalhos na literatura (FREIRE FILHO et al., 2001 e 2002). Contudo, os estudos têm se concentrado na produtividade de grãos secos, sendo raros os estudos com a produtividade de vagens e grãos frescos (ROCHA et al., 2007a). Além disso, o mercado atual é caracterizado pela ausência de cultivares desenvolvidas com a finalidade específica para a produção e comércio de vagens e grãos frescos.

O método da ecovalência (WRICKE, 1965) é um método de estudo da estabilidade que pode ser usado quando o objetivo for apenas selecionar para estabilidade, sem o interesse de obter informações adicionais da qualidade dos ambientes nem sobre recomendações de genótipos, além de ser bastante prático e indicado, principalmente, na rotina de seleção de progênes superiores em etapas finais de um programa de melhoramento.

Também é indicado nos casos em que a avaliação engloba poucos genótipos e ambientes, principalmente visando-se avaliar a estabilidade temporal em uma determinada localidade (ROCHA et al., 2003).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a adaptabilidade e estabilidade de 14 genótipos de feijão-caupi para produção de feijão-verde, em Teresina-PI.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos três experimentos, dois sob irrigação (2004 e 2005) e um em condições de sequeiro (2005), no campo experimental da Embrapa Meio-Norte, no município de Teresina-PI, localizado a 5° 05' de latitude sul, 42° 49' de longitude oeste e altitude de 72m.

Os ensaios foram delineados em blocos completos casualizados com quatro repetições e 14 tratamentos. Os tratamentos foram constituídos pelos genótipos: TE96-290-12G, MNC99-541F-15, MNC99-541F-18, MNC99-541F-21, MNC99-542F-5, MNC99-542F-7, BRS Paraguaçu, Vagem Roxa-Ter-2, Olho de Pomba-10, Vagem Roxa-Tim-1, BRS Guariba, Vagem Roxa-JF, Vagem Roxa-Tim-2 e BRS Milênio. A parcela experimental foi representada por quatro fileiras de 5m, com espaçamento entre fileiras de 0,75m e de 0,25m entre plantas dentro da fileira. A útil da parcela foi representada pelas duas fileiras centrais.

O plantio dos ensaios ocorreu entre a primeira semana de março (ensaio em condições de sequeiro) e última semana de julho (ensaios em condições irrigadas), de forma que neste período, a colheita ocorresse sempre no final das chuvas. O índice pluviométrico registrado no período de condução do ensaio de sequeiro, no ano de 2005, foi de 816,6mm (Tabela 1).

A adubação foi realizada atendendo às recomendações para o solo de cada área experimental, geralmente com a aplicação de 40 a 80 de P_2O_5 kg ha⁻¹ e de 20 a 40 de K_2O kg ha⁻¹. O uso de adubação nitrogenada não foi muito frequente, tendo em vista que o feijão-caupi é uma leguminosa que se beneficia da associação simbiótica com bactérias do gênero *Rhizobium*. Os tratos culturais consistiram do uso de herbicida (S-Metolachlor) e capina complementar para o controle de ervas daninhas, via pulverizador costal manual. Foram aplicados inseticidas (Thiamethoxam e Dimetoato) para o controle de insetos mastigadores (vaquinhas e lagartas) e sugadores (pulgões, percevejos e trips), quando necessário, via pulverizador tratorizado de barras. No plantio irrigado, a irrigação suplementar foi realizada à medida que se fez necessário.

A adubação foi realizada atendendo às recomendações para o solo de cada área experimental, geralmente com a aplicação de 40 a 80 de P_2O_5 kg ha⁻¹ e de 20 a 40 de K_2O kg ha⁻¹. O uso de adubação nitrogenada não foi muito frequente, tendo em vista que o feijão-caupi é uma leguminosa que se beneficia da associação simbiótica com bactérias do gênero *Rhizobium*. Os tratos culturais consistiram do uso de herbicida (S-Metolachlor) e capina complementar para o controle de ervas daninhas, via pulverizador costal manual. Foram aplicados inseticidas (Thiamethoxam e Dimetoato) para o controle de insetos mastigadores (vaquinhas e

lagartas) e sugadores (pulgões, percevejos e trips), quando necessário, via pulverizador tratorizado de barras.

As análises de adaptabilidade e estabilidade foram realizadas segundo metodologias propostas por Eberhart e Russell (1966) e Wricke (1965), para as seguintes características: produtividades de vagens frescas (PVF), produtividade de grãos frescos (PGF) e índice de grãos frescos (IGF). O índice de grãos frescos mede a razão peso de grão fresco/peso da vagem fresca; trata-se de uma avaliação indireta da relação peso de grão fresco/peso de casca fresca, que mede a eficiência do genótipo na alocação de fotossintatos para os grãos (FREIRE FILHO et al., 2005).

O método de Wricke (1965) se baseia na ecovalência, estimada através da partição da soma de quadrados da IGE. Assim, para cada genótipo, foi estimada sua contribuição para a IGE total, através da soma de quadrados da interação envolvendo todos os ambientes onde ele foi avaliado. A partição da soma de quadrados da IGE foi estimada de acordo com

a equação: $\omega_i = \sum_{j=1}^m (g_{ij})^2$ sendo g_i estimado de acordo com a equação:

$(g_{ij}) = Y_{ij} - \bar{Y}_i - \bar{Y}_j - \bar{Y}$, em que: Y_{ij} : é a média do genótipo “i” no ambiente “j”; \bar{Y}_i : é a média do genótipo “i” em todos os ambientes; \bar{Y}_j : é a média do ambiente “j” para todos os genótipos; \bar{Y} : é a média geral. O somatório dos i corresponde ao valor da soma de quadrados da IGE. Dessa forma, é possível calcular a porcentagem da IGE devida a cada genótipo (ω_i %), dada pela equação: $\omega_i \% = (\omega_i / \sum_i \omega_i) \times 100$. Quanto menores os valores de ω_i e ω_i %, mais estáveis serão os genótipos.

O método de Eberhart e Russell (1966) se baseia em regressão linear simples. O modelo de regressão adotado foi:

$Y_{ij} = m_i + b_i I_j + \sigma_{ij} + e_{ij}$, em que: Y_{ij} é a média do genótipo i no ambiente j ; m_i é a média geral do genótipo i ; b_i é o coeficiente de regressão linear associado a I_j ; I_j é o índice ambiental do ambiente j ; σ_{ij} é a variância do desvio da regressão do genótipo i no ambiente j ; e e_{ij} é o erro experimental médio.

O somatório de quadrados de ambiente dentro de genótipos (QMA/G) foi decomposto em ambiente linear (QMAL), interação genótipos x ambientes linear (QMGxAL) e desvios combinados (QMDc), possi-

bilitando a obtenção da estimativa do coeficiente de regressão linear (b_i), da variância dos desvios de regressão $\sigma^2 d_i$ e do coeficiente de determinação (R^2). Este foi utilizado como uma medida auxiliar de estabilidade.

Cada genótipo foi caracterizado por b_i e $\sigma^2 d_i$. Um valor de $b_i = 1,0$ indica que os genótipos modificam seu comportamento de modo regular, conforme as mudanças de qualidade do ambiente. Se b_i for maior que 1,0, os genótipos serão mais adequados para ambientes favoráveis e responderá bem à melhoria dos ambientes, mas poderá desapontar em ambientes menos favoráveis. Se b_i for menor do que 1,0, os genótipos serão menos responsivos e menos exigentes, podendo adequar-se melhor a ambientes de qualidade inferior. Um valor de $\sigma^2 d_i = 0$ ou próximo de zero indica que os genótipos modificaram-se com as variações ambientais de modo previsível, obedecendo a uma linha de regressão perfeita; com $\sigma^2 d_i$ alto o comportamento será imprevisível (CRUZ et al., 2004).

As análises de adaptabilidade e estabilidade foram realizadas utilizando-se o programa Genes (CRUZ, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância conjunta, segundo a metodologia de Eberhart e Russell (1966) são apresentados na Tabela 2. Foram observadas diferenças significativas pelo teste F para os efeitos de genótipos ($P < 0,01$), ambientes ($P < 0,01$) e interação GxA ($P < 0,01$ para PVF e PGF e $P < 0,05$ para IGF). Isto sugere que os genótipos e os ambientes apresentaram diferenças e que os genótipos comportaram-se diferencialmente com os ambientes. Segundo Oliveira (2008), a significância para a interação GxA justifica um estudo mais aprofundado sobre a adaptabilidade e estabilidade dos genótipos no sentido de identificar suas magnitudes de interação com os ambientes.

O efeito de ambientes dentro de genótipos (A/G) e dos efeitos advindos de sua decomposição (A linear, GxA linear e desvio combinado) foram significativos, exceto para o desvio combinado. O efeito de E linear foi importante, indicando que os ambientes apresentam variações significativas nas médias dos genótipos. Segundo Oliveira (2008), a significância para GxA linear indica a existência de diferenças entre os coeficientes de regressão e que uma grande parte da interação GxA pode ser explicada

pela relação linear entre os genótipos e os ambientes. A não significância para os desvios da regressão sugere que somente os componentes lineares da estabilidade encontram-se envolvidos no desempenho dos genótipos nos ambientes.

As estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade dos genótipos de feijão-caupi para os caracteres PVF, PGF e IGF, avaliadas pelos métodos de Wricke (1965) e Eberhart e Russell (1966) são apresentadas na Tabela 3.

Analisando a estabilidade pelas estimativas de ecovalências de Wricke (1965), para o caráter PVF, os genótipos mais estáveis, ou seja, aqueles que menos contribuíram para a interação foram: MNC99-542F-5, BRS Milênio, Vagem Roxa-JF, TE96-290-12G e BRS Paraguaçu (Tabela 3). Dentre estes, apenas MNC99-542F-5 (2.256kg ha^{-1}), TE96-290-12G (2.188kg ha^{-1}) e BRS Paraguaçu (2.556kg ha^{-1}) apresentaram produção acima da média geral (adaptabilidade alta) (Tabela 3). Os genótipos menos estáveis, ou seja, os que mais interagiram com os ambientes foram: Vagem Roxa-Ter-2, Vagem Roxa-Tim-1, Vagem Roxa Tim-2, Olho de Pomba-10 e MNC99-541F-18, sendo estes dois últimos altamente produtivos (2.975kg ha^{-1} e 2.691kg ha^{-1} , respectivamente). As médias dos genótipos para PVF (2.109kg ha^{-1}) foram inferiores àquelas obtidas por Silva e Montenegro (1997), Cardoso et al. (2001a,b), Oliveira et al. (2003) e Rocha et al. (2007a), similares às encontradas por Okiror et al. (2008) e superiores àquelas encontradas por Serpa e Leal (1999), Miranda e Anunciação Filho (2001) e Rocha et al. (2007b), provavelmente em virtude de diferenças genotípicas e ambientais.

Para o caráter PGF, os genótipos Olho de Pomba-0 (2.818kg ha^{-1}), BRS Guariba (2.700kg ha^{-1}), BRS Paraguaçu (2.298kg ha^{-1}), MNC99-541F-18 (2.299kg ha^{-1}), MNC99-541F-15 (2.189kg ha^{-1}) e TE96-290-12G (2.039kg ha^{-1}) foram os mais produtivos (Tabela 3). Destes, Olho de Pomba -10, MNC99-541F-18 e MNC99-541F-15 foram instáveis e BRS Guariba, BRS Paraguaçu e TE96-290-12G foram considerados estáveis. Para a grande maioria dos genótipos, houve concordância em termos de médias e estabilidade para as características PVF e PGF. A média dos genótipos para PGF (1.846kg ha^{-1}), foi inferior àquelas obtidas por Silva e Montenegro (1997), Cardoso et al. (2001a,b), Oliveira et al. (2003) e Rocha et al. (2007a), similares às encontradas por Okiror et al. (2008) e supe-

riores àquelas obtidas por Rocha et al. (2007b).

Para o caráter IGF, os genótipos mais estáveis (BRS Guariba, Vagem Roxa-Ter-2, BRS Milênio, MNC99-542F-5, MNC99-542F-21 e MNC99-541F-15) também apresentaram um menor IGF (Tabela 3), excetuando-se MNC99-541F-15 que mostrou um alto IGF (58,27%). Segundo Freire Filho et al. (2005a), a relação peso de grão verde/peso de vagem verde é uma característica muito observada pelos produtores de feijão-verde e que o ideal é acima de 60%.

Os genótipos que mais interagiram com os ambientes (baixa estabilidade) foram: BRS Paraguaçu, Vagem Roxa-Tim-1, MNC99-542F-7, Vagem Roxa-Tim-2, Vagem Roxa-JF e TEG96-290-12G. Destes, MNC99-542F-7 e TEG96-290-12G foram os mais produtivos. A média dos genótipos para IGF foi de 52,64%, que é inferior àquelas obtidas por Silva, K. e Silva, P. (1991), Silva e Oliveira (1993), Cardoso et al. (2001a) e Rocha et al. (2007a,b), mas superior àquela encontrada por Miranda e Anunciação Filho (2001), face às diferenças genótípicas, ambientais e da interação entre os caracteres PVF e PGF.

As estimativas para os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade, segundo o modelo de Eberhart e Russell (1966) são apresentadas na Tabela 3. Para os caracteres PVF e PGF, pode-se verificar que os genótipos MNC99-541-15, MNC99-541F-18, MNC99-542F-7, Olho de Pomba-10 e BRS Guariba apresentaram coeficiente de regressão (b_i) significativo e superior a 1 e coeficiente de determinação (R^2) acima de 80%, sugerindo que estes possuem grande capacidade de explorar vantajosamente os estímulos ambientais, apresentando adaptação específica a ambientes favoráveis, no entanto, com alta estabilidade, já que apresentaram a s^2d_i não significativa, exceto para o genótipo MNC99-542F-7, em relação ao caráter PVF, que apresentou instabilidade. Esses genótipos podem ser indicados para os agricultores que utilizam alta tecnologia no manejo da cultura.

Para o caráter PVF, os genótipos BRS Paraguaçu, TE96-290-12G, MNC99-542F-5 e BRS Milênio), comportaram-se como ideais, pois apresentaram média alta, adaptabilidade geral ($b_i=1$) e estabilidade alta ($S^2d_i=0$); para PGF, além dos genótipos acima, a cultivar BRS Guariba também mostrou-se como genótipo ideal. O comportamento de genótipo ideal para TE96-290-12G é concordante com aquele encontrado por Oliveira et al. (2008), no qual encontraram alta produtividade de grãos secos, adaptabili-

dade geral e alta estabilidade para esse genótipo em um estudo conduzido no semi-árido piauiense.

Os genótipos Vagem Roxa-Ter-2 e Vagem Roxa-Tim-1 e Vagem Roxa-Tim-2 apresentaram $b_i < 1$ e $S^2d_i = 0$, portanto, mostraram-se adaptados a ambientes desfavoráveis e altamente estáveis, no entanto, os dois primeiros genótipos apresentam baixa confiabilidade de resposta ($R^2 < 80\%$). Oliveira et al. (2008) também encontrou genótipos adaptados a ambientes desfavoráveis e com pouca confiabilidade de resposta para a produtividade de grãos secos, em um estudo envolvendo a avaliação de um grupo de genótipos de feijão-caupi no semi-árido piauiense.

Para o IGF, os genótipos Vagem Roxa-Ter-2 e BRS Milênio apresentaram coeficientes de regressão (b_i) significativos e superiores a um e coeficientes de determinação (R^2) acima de 80%, mostrando que estes possuem grande capacidade de aproveitar vantajosamente os estímulos ambientais, apresentando adaptação específica a ambientes favoráveis, no entanto, com alta estabilidade, já que apresentam variância dos desvios da regressão não significativos. Esses genótipos podem ser recomendados para grandes produtores que utilizam alta tecnologia no manejo da cultura. O genótipo BRS Guariba apresentou b_i significativo e maior que 1, mostrando que este é mais indicado para ambientes de baixa qualidade ou desfavoráveis. Como genótipos ideais, com média alta, $b_i = 1$ e $s^2d_i = 0$, enquadraram-se TE96-290-12G, BRS Paraguaçu e MNC99-541F-15, no entanto, os dois primeiros genótipos apresentam baixa confiabilidade de resposta ($R^2 < 80\%$).

Considerando apenas os três genótipos que mais se destacaram para PVV, PGF e IGF; para PVF, os três genótipos apresentaram comportamentos similares em termos de adaptação a ambientes desfavoráveis, sendo que Olho de Pomba-10 comportou-se mais como genótipo geral (adaptação aos três ambientes), respondendo positivamente também a ambientes favoráveis (Figura 1). Para PGV, a cultivar Paraguaçu adaptou-se melhor a ambientes desfavoráveis, enquanto Olho de Pomba-10, respondeu melhor aos ambientes favoráveis (Figura 2). Para o IGF, o genótipo MNC99-541F-15 apresentou melhor adaptação a ambientes desfavoráveis, enquanto MNC99-541F-18 teve melhor resposta aos ambientes favoráveis (Figura 3).

Os resultados indicaram que o comportamento dos genótipos

quanto à adaptabilidade e estabilidade para PVF e PGF foi diferente do IGF, fato esse explicado pela influência diferencial que este sofre do PVF e PGV. Comportamento diferencial da PVF e PGF, relativamente ao IGF, também foi encontrado por Rocha et al. (2007a,b).

As metodologias de Wricke (1965) e Eberhart e Russell (1966) foram similares quanto à classificação dos genótipos para estabilidade, no entanto, a metodologia de Eberhart e Russell (1966) foi mais informativa quanto à adaptabilidade e recomendações dos genótipos.

CONCLUSÕES

Os genótipos MNC99-541F-15, MNC99-541F-18, MNC99-542F-7 e Olho de Pomba-10 apresentaram adaptação específica a ambientes favoráveis para as produtividades de vagens e grãos frescos e podem ser recomendados para agricultores que utilizam alta tecnologia.

Os genótipos Vagem Roxa-Ter-2, Vagem Roxa-Timr-1 e Vagem Roxa-Tim-2 apresentaram adaptação a ambientes desfavoráveis para as produtividades de vagens e grãos frescos e são os mais indicados para o cultivo pelos pequenos produtores que fazem baixo uso de insumos na lavoura.

O índice de grãos frescos apresentou comportamento diferente em termos de adaptabilidade e estabilidade de comportamento, relativamente às produtividades de vagens e grãos frescos.

Os genótipos TE96-290-12G, MNC99-541F-21, MNC99-542F-5, BRS Paraguaçu e BRS Milênio reuniram genes favoráveis para adaptabilidade e estabilidade da produção de feijão fresco e podem ser recomendados para todos os tipos de ambientes e agricultores do município de Teresina, Piauí.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, F. N.; ROCHA, M. M.; FREIRE FILHO, F.R.; et al. Potencial genético de linhagens e cultivares de feijão-caupi para produção de feijão-verde. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA FAPEPI, Teresina, 2005. Anais...Teresina: FAPEPI, 2005. 1 CD-ROM.

CARDOSO; J. M.; RIBEIRO, V. Q.; BASTOS, E. A. Rendimento de grãos verdes em variedades melhoradas e tradicionais de feijão caupi na microrregião do litoral piauiense. In: REUNIÃO NACIONAL DE CAUPI, 5., Teresina, 2001. Anais... Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2001. p. 72-75.

CARDOSO; J. M.; RIBEIRO, V. Q.; BASTOS, E. A. Produtividade de grãos verdes, com-

ponentes de produção e eficiência de uso da água em cultivares de feijão caupi. In: REUNIÃO NACIONAL DE CAUPI, 5., Teresina, 2001. Anais... Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2001. p. 69-71.

CRUZ, C. D. Programa genes: aplicativo computacional em genética e estatística (software). Viçosa, MG: Imprensa Universitária, 1997, 442p.

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

FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. Feijão-caupi: avanços tecnológicos. Embrapa Informação Tecnológica: Brasília, DF. 2005a. 519p.

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

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. M.; et al. Adaptabilidade e estabilidade de rendimento de grãos de genótipos de caupi de porte semi-ereto. *Revista Científica Rural*, Bagé, v. 6, n. 2, p. 31-39, 2001.

FREIRE FILHO, F. R.; ROCHA, M. M.; RIBEIRO, V. Q.; et al. Adaptabilidade e estabilidade da produtividade de grãos de caupi enramador de tegumento mulato. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 38, n. 5, p. 591-598, 2003.

FREIRE FILHO, F. R.; ROCHA, M. M.; RIBEIRO, V. Q.; et al. Adaptabilidade e estabilidade produtiva de feijão-caupi. *Ciência Rural*, Bagé, v. 35, n. 1, p. 24-30, 2005b.

LIMA, E. D. P. A.; JERÔNIMO, E. S.; LIMA, C. A. A.; et al. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.7, n.1, p.129-134, 2003.

LIMA, N. L.; EMANUELLE, C.; SILVA, C. L.; et al. Estudo sobre conservação de quatro variedades de feijão macassar verde (*Vigna unguiculata* L. Walp.): submetidos a temperaturas de refrigeração e congelamento. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v. 2, n. 2, p. 57-69, 2000.

MIRANDA, P.; ANUNCIACÃO FILHO, C. J. Competição de linhagens de caupi de grãos verdes. In: REUNIÃO NACIONAL DE CAUPI, 5., Teresina, 2001. Anais... Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2001. p. 195-198.

OKIROR, S. O.; ONYLAGHA, J. C.; DUNBAR, T.; NJUE, O. Investigating the potentials of four cowpea (Southern pea) cultivars for fresh seed production. *International Journal of Applied Agricultural Research*, v.3, n.1, p.67-74, 2008.

OLIVEIRA, A.P.; SILVA, V.R.F.; ARRUDA, F.P.; NASCIMENTO, I.S.; ALVES, A.U. Rendimento de feijão-caupi em função de doses e formas de aplicação de doses e formas de

aplicação de nitrogênio. *Horticultura Brasileira*, Brasília, DF, v. 21, n. 1, p. 77-80, 2003.

OLIVEIRA, A. P.; TAVARES SOBRINHO, J.; NASCIMENTO, J. T.; et al. Avaliação de linhagens e cultivares de feijão-caupi, em Areia, PB. *Horticultura Brasileira*, Brasília, DF, v. 20, n. 2, p.180-182, 2002.

OLIVEIRA, T. S. Seleção de genótipos tradicionais e melhorados de feijão-caupi adaptados à região semi-árida piauiense. Teresina, 2008. 62p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Piauí, Teresina.

ROCHA, M. M.; FREIRE FILHO, F. R.; RAMOS, S. R. R.; et al. Avaliação agronômica de genótipos feijão-caupi para produção de grãos verdes. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2006. 16p. (Boletim de Pesquisa & Desenvolvimento, 67).

ROCHA, M. M.; RODRIGUES, E. V.; ANDRADE, F. N.; et al. Adaptabilidade e estabilidade da produtividade de vagens e grãos verdes em genótipos de feijão-caupi. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 4., 2007, São Lourenço. Anais... São Lourenço: SBMP, 2007a. 1 CD-ROM.

ROCHA, M. M.; SOARES, M. C.; FREIRE FILHO, F. R.; et al. Avaliação preliminar de genótipos de feijão-caupi para feijão-verde. *Revista Científica Rural*, v.12, n.1, p.153-156, 2007b.

ROCHA, M. M.; VELLO, N. A.; LOPES, A. C. A.; et al. Comportamento produtivo de genótipos de soja no município de Piracicaba, São Paulo. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2003. 19p. (Embrapa Meio-Norte. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 48).

SERPA, J. E. S.; LEAL, M. L. S. Produtividades de vagens verdes e de grãos secos de linhagens de caupi, em áreas dos tabuleiros costeiros de Sergipe. *Revista Científica Rural*, v. 4, n. 1, p. 92-101, 1999.

SILVA, K. M. B. E.; SILVA, P. S. L. Produtividade de grãos verdes e secos de milho e de caupi. *Horticultura Brasileira*, Brasília, DF, v. 9, n. 2, p. 87-89, 1991.

SILVA, P. S. L.; MONTENEGRO, E. E.; OLIVEIRA, F. Efeito da remoção de flores e vagens sobre as características do caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.). *Revista Ceres*, Viços, MG, v. 40, n. 231, p. 502-512, 1997.

SILVA, P. S. L.; OLIVEIRA, C. N. Rendimento de “feijão verde” e maduro de cultivares de caupi. *Horticultura Brasileira*, Brasília, DF, v. 11, n. 2, p. 133-153, 1993.

WRICKE, G. Zur berechnung der okovalenz bei someerweizen und hafer. *Zeitschrift fuer Pflanzenzuechtung*, Berlim, v. 52, p. 127-138, 1965.

Tabela 1. Índices pluviométricos ocorridos durante o período experimental. Teresina, PI, 2004/05.

Mês	Índice pluviométrico (mm)
Fevereiro	236,4
Março	300,4
Abril	161,2
Maio	118,6
Total	816,6

Tabela 2. Análise de variância para os caracteres produtividade de vagens frescas (PGF), produtividade de grãos frescos (PGF) e índice de grãos frescos (IGF), segundo a metodologia de Eberhart e Russell (1966), obtida a partir da avaliação de 14 genótipos de feijão-caupi em três ambientes no município de Teresina, PI, no período de 2004 a 2005.

Causas de variação	GL	Quadrado Médio		
		PVV	PGV	IGV
Genótipos (G)	13	2961983,17**	1299064,52**	0,0253**
Ambientes (A)	2	94442575,72**	42859494,64**	0,0960**
GxA	26	1345508,86**	548666,81**	0,0026*
A/G	28	7995299,35**	3570868,79**	0,0092**
A Linear	1	188885151,44**	85718989,28**	0,1920**
GxA Linear	13	2381679,54**	990679,36**	0,0030*
Desvio combinado	14	87242,61 ^{ns}	99036,08 ^{ns}	0,0019 ^{ns}
Resíduo	117	229230,50	107505,90	0,0014

*,** Significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste F;
^{ns} Não significativo.

Tabela 3. Médias (m_1), ecoalências (ω_1), coeficientes de regressão (b_1), variâncias dos desvios da regressão (s^2d_1) e coeficientes de determinação (R^2) para os caracteres produtividade de vagens frescas (PVF), produtividade de grãos frescos (PGF) e índice de grãos frescos (IGF) obtidas a partir da avaliação de 14 genótipos de feijão-caupi em três ambientes no município de Teresina, PI, no período de 2004 a 2005.

Cultivar/Linhagem	PVF					PGF					IGF				
	m_1 (kg ha ⁻¹)	ω_1 (%)	b_1	s^2d_1 x/1000	R^2 (%)	m_1 (kg ha ⁻¹)	ω_1 (%)	b_1	s^2d_1 x/1000	R^2 (%)	m_1 (%)	ω_1 (%)	b_1	s^2d_1 x/1000	R^2 (%)
TE96-290-12G	2.188	1,36	0,82 ^{ns}	-49,7 ^{ns}	99	2.039	1,24	0,94 ^{ns}	-16,2 ^{ns}	99	58,84	8,03	0,93 ^{ns}	0,0010 ^{ns}	69
MNC99-541F-15	2.433	3,76	1,31*	-50,6 ^{ns}	99	2.189	8,49	1,43**	-20,1 ^{ns}	99	58,27	2,88	1,03 ^{ns}	0,0005 ^{ns}	82
MNC99-541F-18	2.691	7,66	1,43**	-32,2 ^{ns}	99	2.299	7,34	1,40**	-17,5 ^{ns}	99	52,25	7,20	0,97 ^{ns}	-0,0002 ^{ns}	94
MNC99-541F-21	2.032	2,40	1,14 ^{ns}	22,55 ^{ns}	98	1.685	1,12	1,08 ^{ns}	-8,4 ^{ns}	98	51,31	1,65	0,59 ^{ns}	-0,0001 ^{ns}	82
MNC99-542F-5	2.256	0,37	0,87 ^{ns}	-55,7 ^{ns}	99	1.831	0,91	0,85 ^{ns}	-25,7 ^{ns}	99	51,56	1,19	0,88 ^{ns}	-0,0003 ^{ns}	98
MNC99-542F-7	2.202	6,34	1,30*	214,8*	95	1.817	9,48	1,37**	71,9 ^{ns}	96	55,39	10,88	1,04 ^{ns}	-0,0004 ^{ns}	100
BRS Paraguaçu	2.556	1,38	1,05 ^{ns}	19,7 ^{ns}	97	2.298	2,95	1,15 ^{ns}	28,4 ^{ns}	97	58,55	31,76	0,63 ^{ns}	0,0000 ^{ns}	79
Vagem Roxa-Ter-2	826	24,08	0,25**	119,7 ^{ns}	54	601	21,97	0,27**	23,4 ^{ns}	69	49,55	0,28	2,06**	0,0004 ^{ns}	95
Olho de Pomba-10	2.975	17,67	1,76**	106,1 ^{ns}	98	2.818	13,44	1,57**	10,3 ^{ns}	99	50,20	3,91	0,63 ^{ns}	-0,0004 ^{ns}	100
Vagem Roxa-Tim-1	1.008	19,32	0,34**	58,7 ^{ns}	76	738	19,27	0,31**	8,7 ^{ns}	80	46,98	12,60	1,27 ^{ns}	0,0000 ^{ns}	94
BRS Guariba	2.618	4,21	1,30*	-56,5 ^{ns}	99	2.270	1,36	1,16 ^{ns}	-26,8 ^{ns}	99	51,04	0,21	0,24*	-0,0002 ^{ns}	52
Vagem Roxa-JF	1.878	1,29	0,78 ^{ns}	-45,3 ^{ns}	99	1.482	1,81	0,78 ^{ns}	-24,6 ^{ns}	99	50,79	9,27	1,07 ^{ns}	-0,0003 ^{ns}	97
Vagem Roxa-Tim-2	1.725	9,42	0,64**	-51,0 ^{ns}	99	1.350	9,83	0,60**	-19,4 ^{ns}	98	49,19	9,83	0,84 ^{ns}	0,0018*	52
BRS Milênio	2.124	0,70	0,99 ^{ns}	2,1 ^{ns}	98	1.925	0,75	1,07 ^{ns}	-13,4 ^{ns}	99	52,99	0,75	1,76*	-0,0003 ^{ns}	99
Média geral	2.109					1.816					52,64				

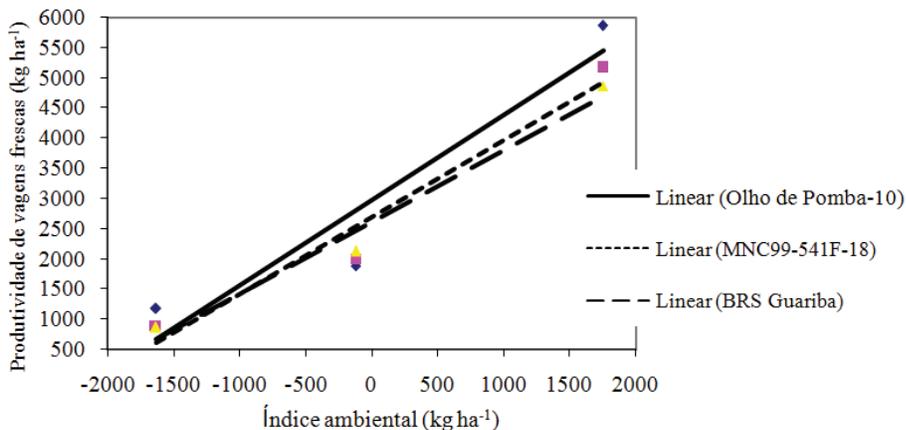


Figura 1. Regressão da produtividade de vagens frescas em função da qualidade ambiental dos três genótipos mais produtivos. Teresina, PI, 2004-2005.

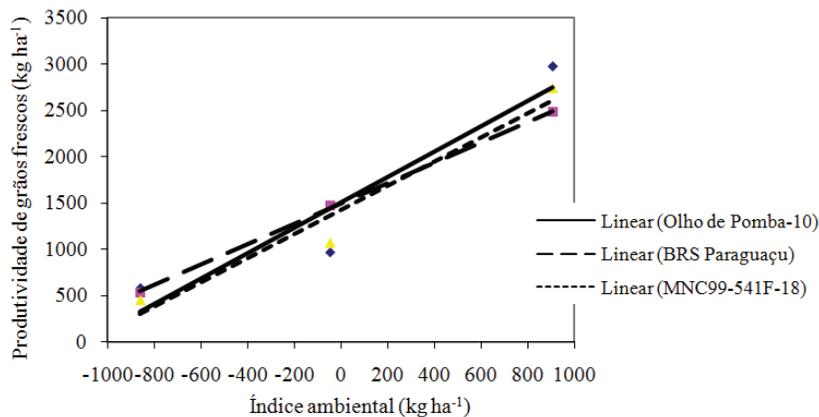


Figura 2. Regressão da produtividade de grãos frescos em função da qualidade ambiental dos três genótipos mais produtivos. Teresina, PI, 2004-2005.

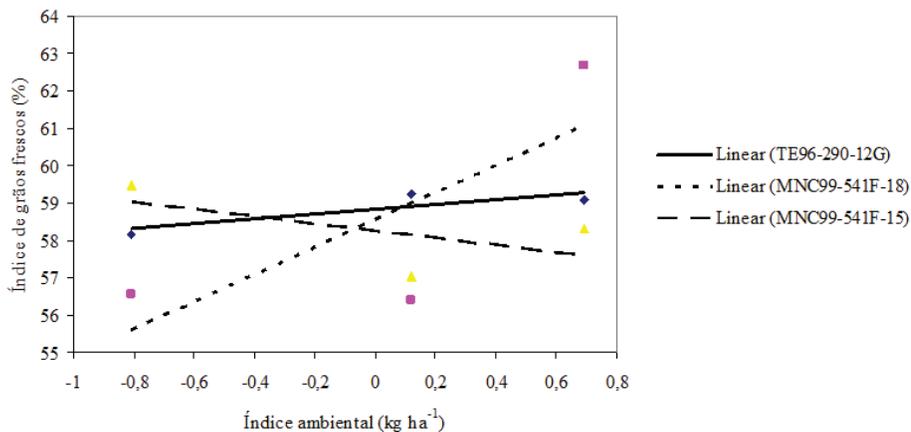


Figura 3. Regressão do índice de grãos frescos em função da qualidade ambiental dos três genótipos mais produtivos. Teresina, PI, 2004-2005.

AGRICULTURA FAMILIAR E SEGURANÇA ALIMENTAR NO NORDESTE: O CASO DE LAGOA SECA EM SERGIPE

Dalva Maria da Mota¹; Heribert Schmitz²; Raquel Fernandes de Araújo Rodrigues³

¹Doutora em Sociologia; Pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental, Vice-coordenadora do Mestrado em Agriculturas Familiares/UFPa. Bolsista de Produtividade do CNPq; Trav. Dr. Enéas Pinheiro s/nº, Caixa Postal, 48 Belém, PA, Brasil, CEP 66095-100, E-mail: dalva@cpatu.embrapa.br; ²Doutor em Ciências Agrárias; Professor de Sociologia, Universidade Federal do Pará (UFPa); Bolsista de Produtividade do CNPq; ³Mestre em Agroecossistemas pela Universidade Federal de Sergipe, Analista da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju,

SE

RESUMO: O artigo analisa a influência do Programa Fome Zero nas condições de reprodução social de um grupo de agricultores pela ótica das transformações e permanências no consumo e na produção de alimentos nos seus estabelecimentos num povoado situado no semi-árido sergipano. A hipótese central é que as principais mudanças se referem à ampliação da aquisição de alimentos e melhoria das condições de produção sem alteração da qualidade de nenhuma dessas práticas. A pesquisa foi realizada através de entrevistas e questionários com um grupo de 48 agricultores, dos quais 20 recebem o Bolsa Família, no decorrer do ano de 2005. Os principais resultados confirmam parcialmente a hipótese levantada e mostram que as transformações provocadas pelo Programa Fome Zero se restringem ao aumento da disponibilidade de alimentos para os mais pobres e acesso a outros bens para os demais.

Palavras-chave: Segurança alimentar, Agricultura familiar, Hábitos alimentares, Programa Fome Zero, Semi-árido.

FAMILY AGRICULTURE AND FOOD SAFETY IN NORTHEASTERN BRAZIL: THE LAGOA SECA CASE IN THE STATE OF SERGIPE

ABSTRACT: This article analyses the influence of the Federal Government Social Welfare Program “Fome Zero” over the social reproduction of a group of farmers through their transformations and maintenance in consume and food production in their establishments situated in a community in the Sergipe’s semi-arid zone. The central hypothesis is that the main changes refer to the increase in food access and the improvement in production conditions without altering the quality in any of these practices. The research was done through interviews and questionnaires with a group of 48 farmers, 20 of which were registered to receive another Federal Government Social Welfare called “Bolsa Família” during the year of 2005. The main results partially confirmed the hypothesis and show that the transformations due to the Federal Government Social Welfare Program “Fome Zero” are limited themselves to the increase of food access to the poorest, and to others, the opportunity to consume other non-basic products.

Keywords: Food Safety, Family Agriculture, Food Habits, Federal Government Social Welfare Program “Fome Zero”, Semi-arid.

INTRODUÇÃO

Estudos sobre a segurança alimentar no espaço rural apontam a crescente importância desse tema no Brasil e no mundo (GUZMÁN, 2005). O debate extrapola a academia e se evidencia em políticas públicas, movimentos de consumidores e de produtores que reagem ao exagero da artificialização do uso dos recursos naturais na sociedade contemporânea. Em paralelo, no entanto, coexiste a tendência de substituição dos produtos fornecidos diretamente pela agricultura por produtos industrializados circulando em cadeias agroalimentares pouco transparentes, o que levou a vários escândalos associados à péssima qualidade de produtos, além da ampliação do uso de produtos geneticamente modificados por iniciativa da agroindústria (MONTEIRO et al., 2000).

No Brasil, nos últimos anos, existe uma política pública específica para promover a segurança alimentar dos mais pobres nos espaços rurais e urbanos, o Programa Fome Zero (PFZ). O PFZ foi a iniciativa mais discutida no início do Governo Lula sendo, para alguns, política assistencialista e, para outros, estratégia fundamental de melhoria das condições de vida de segmentos pauperizados da sociedade brasileira (FREI BETTO, 2004; NEUMANN, 2004).

O PFZ é uma proposta de política de segurança alimentar para o Brasil, cujas idéias centrais foram elaboradas nos interstícios do Instituto da Cidadania e apresentadas à sociedade brasileira no dia 16 de outubro de 2001, dia mundial da alimentação. Fundamentado nessas proposições, o Governo Federal criou o Ministério Extraordinário de Segurança Alimentar (MESA), através do qual lançou o PFZ, no início do ano de 2003 como a sua principal política de inclusão social, englobando programas e ações anteriores e envolvendo diferentes ministérios e secretarias. Como diferencial de programas anteriores, o PFZ era composto por ações emergenciais e estruturantes, sendo as primeiras de caráter imediatista para assistir, a curto e médio prazo, à população mais carente através da disponibilidade de uma quantia em dinheiro para a aquisição de alimentos. Já as ações estruturantes visavam à geração de empregos e dinamização das economias locais (INSTITUTO DA CIDADANIA, 2001; MALUF, 2007; WEISSHEIMER, 2006; FREI BETTO, 2003).

O PFZ se integra hoje no programa federal Bolsa Família, que foi implementado em outubro de 2003 e que prevê a transferência direta de renda a famílias em situação de pobreza (renda mensal por pessoa de R\$ 60,00 a 120,00) e de extrema pobreza (renda mensal por pessoa de até R\$ 60,00). Um passo importante foi a unificação de todos os programas existentes (Bolsa Escola, Bolsa Alimentação, Cartão Alimentação e Auxílio Gás) em um único programa gerenciado pelo Ministério de Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS) (WEISSHEIMER, 2006:25) .

Passados seis anos de implementação do PFZ, dados recentes mostram uma tendência de melhoria das condições de consumo dos habitantes do espaço rural, dentre outros, os agricultores familiares. No caso dos agricultores, o PFZ apresentou efeitos virtuosos, quer seja pela ampliação da capacidade de compra, quer seja pelo aumento da produção incentivada pela compra antecipada da mesma para a merenda escolar. Essa ampliação de possibilidades, no entanto, não deve ser automaticamente associada à melhoria da segurança alimentar, considerando que o debate vem mostrando que a relação entre produção e consumo passou por significativas transformações nas últimas décadas com tendência à especialização da produção (GAZOLLA; SCHNEIDER, 2007), quer dizer, à diminuição da diversidade das culturas no interior dos estabelecimentos familiares. Essa constatação põe em evidência a complexidade da segurança alimentar para os agricultores familiares.

Considerando essa problemática, o artigo analisa a influência do Programa Fome Zero nas condições de reprodução social de um grupo de agricultores, particularmente, pela ótica das transformações e permanências no consumo e na produção de alimentos nos seus estabelecimentos num povoado situado no semi-árido sergipano. A hipótese central é que as principais mudanças se referem à ampliação da aquisição de alimentos e melhoria das condições de produção sem alteração da qualidade de nenhuma dessas práticas.

O artigo está estruturado em três partes. Na primeira é discutida a noção de segurança alimentar para além da problemática da fome, destacando-se as mudanças recentes nos hábitos alimentares nos espaços rurais e urbanos. Na segunda parte, analisa-se a relação entre agricultura familiar e segurança alimentar, valorizando o papel desse segmento social na pro-

dução de alimentos para o mercado e para o auto-consumo, assim como a problemática da sua reprodução social num contexto de acirrada competitividade. Um estudo de caso é apresentado na terceira parte para demonstrar os efeitos da operacionalização do PFZ para um grupo de agricultores numa situação concreta.

METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida em três etapas, constituídas de revisão de literatura, pesquisa de campo e sistematização e análise dos dados e informações. Na primeira, foram revisados estudos sobre segurança alimentar, agricultura familiar, PFZ, etc.

Para a pesquisa de campo foi selecionado o Município de Simão Dias-SE pelo fato de ali se concentrar em diferentes iniciativas do PFZ (minibibliotecas, compra antecipada da produção e escola digital). Preliminarmente, foram realizadas visitas exploratórias para o reconhecimento espacial e sensorial do campo de pesquisa e a seleção do povoado a ser pesquisado posteriormente. Os dados levantados durante essas visitas subsidiaram a escolha do povoado Lagoa Seca para a realização de um estudo de caso que permitisse visibilizar o desenvolvimento do PFZ através do programa Bolsa Família. A seleção desse povoado se deu também pelo fato da atividade agrícola ser caracterizada tanto por sistemas de produção diversificados como especializados (fumo). Isso significa que coexistem no mesmo povoado duas situações diferentes em relação à produção de alimentos.

A pesquisa de campo foi realizada através da aplicação de entrevistas estruturadas com 48 agricultores, dos quais 42% recebiam o Bolsa Família. Com estes últimos, foram também realizadas entrevistas semi-estruturadas. As entrevistas estruturadas levantaram dados sobre a composição da família, características do estabelecimento, tipos de renda, formas de utilização de mão-de-obra, acesso e consumo dos alimentos, acesso a serviços, relação com o PFZ e outras políticas públicas, organização associativa e lazer. Através das entrevistas semi-estruturadas foram levantados os significados atribuídos pelas pessoas ao PFZ.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Segurança Alimentar

Segundo DWHH/AAA (2004:10), “a segurança alimentar é alcançada nacional, regional e domesticamente se for garantido o acesso físico, social e econômico a alimentos quantitativa e qualitativamente adequados e seguros para todos os homens em qualquer momento, a fim de permitir uma vida saudável e ativa. Para isso, é necessário que alimentos suficientes sejam disponibilizados, que todos os homens tenham acesso aos mesmos (segurança alimentar) e que o seu uso e aproveitamento adequados sejam garantidos (segurança nutricional)” (ver FAO, 1999, 2000). Neste sentido, o acesso pode ser garantido: 1) pela produção própria e o auto-consumo, 2) pela compra; ou 3) pela ajuda alimentar. SEN (2000) usa para este “...conjunto de pacotes alternativos de bens que podem ser adquiridos mediante o uso dos vários canais legais de aquisição ...” a expressão entitlement de uma pessoa. “Uma pessoa passa fome quando seu entitlement não inclui ... nenhum pacote de bens que contenha uma quantidade adequada de alimento” (SEN, 2000:54). É útil distinguir ainda entre segurança alimentar (food [supply and consumption] security) e segurança nutricional (nutrition security), pois o último termo destaca que as necessidades fisiológicas dos indivíduos são atendidas, não só pela “... quantidade, a qualidade e a higiene dos alimentos (inclusive da água para beber), a sua preparação, armazenamento e composição ...”, mas também que “... os alimentos podem ser bem aproveitados pelo corpo.” Isso quer dizer “...que a situação de saúde seja garantida, porque, principalmente, doenças infecciosas podem prejudicar significativamente a alimentação e o aproveitamento das substâncias nutritivas.” (DWHH/AAA, 2004:16). Assim, pretende-se evitar a fome, que pode ser entendida como insegurança alimentar e subnutrição através da segurança nutricional.

O Brasil encontra-se no grupo de países no qual o problema da insegurança alimentar e da subnutrição aparece apenas moderadamente e é mais ligado a determinados grupos e regiões. O problema não tem uma única causa e uma única solução. Pode-se mencionar uma série de possíveis causas como: “... baixo poder aquisitivo, deficiência de meios

de produção para uma produção agrícola suficiente, falta de acesso a serviços básicos (extensão rural, saúde, educação), alta densidade populacional, gestão não sustentável dos recursos naturais devido a necessidades de curto prazo e a falta de participação nas decisões políticas” (DWHH/AAA, 2004:24). Insegurança alimentar e pobreza podem resultar em uso prejudicial dos recursos naturais.

Apesar de ser um tema que consta nas pautas das discussões internacionais há mais de 50 anos, a problemática da segurança alimentar emerge timidamente no Brasil somente nos anos 80, tendo como conteúdo central a falta de produção agrícola (GAZOLLA; SCHNEIDER, 2000). Ainda nos anos 90, segundo os autores, o debate sofreu mudanças substantivas e outras variáveis foram incorporadas, como acesso aos alimentos, renda, poder aquisitivo, qualidade nutricional, sanidade, dentre outros temas. Na prática, políticas específicas para esse fim se implantaram no Brasil somente a partir de 2003, quando o Governo Lula criou um Ministério Extraordinário de Combate a Fome e Segurança Alimentar (MESA) que abrigava o Programa Fome Zero, com o objetivo central de promover a segurança alimentar e nutricional de todos os brasileiros em situação de insegurança alimentar. A priori, em caráter emergencial, tratava-se de uma iniciativa de disponibilização de uma quantia em dinheiro para combater a fome, um dos requisitos essenciais a uma política de segurança alimentar, mas não suficiente como mostra o debate, no qual a disponibilidade contínua aos alimentos (autoprodução ou importação nos diferentes momentos e devida estocagem ou armazenamento pelo estado) e acessibilidade (acesso aos diferentes tipos de alimentos, seja pela produção ou compra) são imprescindíveis numa política dessa natureza. Nesse sentido, concordamos com Abramovay (2008) que “o mais importante é criar condições para que os que vivem em situação de pobreza absoluta conquistem o direito de produzir a sua própria alimentação”, imperativo que se coloca para os produtores de base familiar no espaço rural.

Outras condições essenciais para a garantia de segurança alimentar têm sido incorporadas mais recentemente ao debate, tais como a qualidade dos alimentos e sua sanidade (alimentos de boa qualidade, isentos de produtos químicos ou nocivos à saúde e em condições de maturação adequadas); o respeito aos hábitos e à cultura alimentar (as preferências

alimentares constituídas historicamente em harmonia com as condições ambientais e sociais devem ser consideradas sem descuidar dos hábitos alimentares saudáveis); a adequação da utilização (preparação e consumo em refeições equilibradas de modo que o aproveitamento biológico seja total); a disponibilidade e qualidade da água para beber e utilizar no preparo de alimentos; e a sustentabilidade do sistema alimentar (preocupação para que as condições presentes de produção sejam garantidas no futuro).

O principal expoente deste debate no Brasil, Maluf (2007), chama a atenção para os aspectos culturais construídos e manifestados no ato de se alimentar enquanto “ingrediente” a ser considerado na pauta de discussões e de políticas sobre a segurança alimentar e nutricional. Corroborando com essa compreensão, Mintz (2001) afirma que as “nossas atitudes em relação à comida são normalmente aprendidas cedo e são, em geral, inculcadas por adultos afetivamente poderosos, o que confere ao nosso comportamento um poder sentimental duradouro” influenciado por valores e símbolos que são, muitas vezes, atualizados em contextos externos àqueles nos quais foram gerados.

Mintz (2001) já havia indicado que os hábitos alimentares podem mudar inteiramente, quando as pessoas crescem, mas a memória e o peso do primeiro aprendizado alimentar e algumas das formas sociais aprendidas através dela permanecem, talvez para sempre, nas suas consciências. Mesmo que concordemos com o autor, tem havido uma difusão sem precedentes de alimentos, transformação e aquisição de hábitos de consumo pelo mundo, tanto pela maior oferta como pela facilidade de aquisição (disseminação de supermercados e lanchonetes, por exemplo) em atendimento aos apelos da publicidade que de forma persuasiva incute com muita rapidez novas sugestões de consumo independentes da qualidade dos alimentos.

Assim, novos conceitos de refeição estão sendo experimentados, a exemplo dos hambúrgueres em todos os continentes, dos alimentos industrializados de fácil preparo (disponíveis nos supermercados, nas pequenas mercearias e nas feiras) e da substituição da refeição por lanches (refrigerante e um salgadinho ou sanduíche). O crescimento do mercado de refeições prontas tem trazido mudanças nas relações entre produtores e consumidores, cada vez mais intermediadas pelos diferentes tipos de for-

necedores que buscam inovar continuamente para atrair pela novidade e pela rapidez dos processos, inclusive, encurtando o tempo entre a preparação e a ingestão das refeições (“só esquentar no forno microondas”), ideal para o número crescente de pessoas que vivem sozinhas e não querem “perder tempo” numa vida dominada pelas exigências do mercado de trabalho. Em geral, a bebida, como água, é substituída pelos refrigerantes, a exemplo da difusão global da Coca Cola, o que significa a ingerência de grandes quantidades de açúcar (apesar de uma parte do segmento seja hoje de tipo diet). Tudo isso tem conseqüências diretas na segurança alimentar, seja pela transformação das dietas e dos hábitos, seja pelas transformações da sociabilidade com conseqüências no ato de comer enquanto um evento social.

Essas mudanças de hábitos alimentares são fruto da diversificação da oferta e dos efeitos da propaganda em função da mercantilização dos alimentos, da agroindustrialização e da predominância dos interesses das grandes companhias capitalistas do setor de alimentos e bebidas.

Em se tratando de segurança alimentar ter acesso aos alimentos, quer seja pela compra ou pela auto-produção ou por outros mecanismos de distribuição, por exemplo, ajuda alimentar, não significa consumir os alimentos corretos, nem adequados. Apesar da existência, no Brasil, de segmentos da população em que o acesso a alimentos não é contínuo e não tem como padrão regular de pelo menos três refeições (MONTEIRO et al., 2004), cada dia fica mais patente que a causa do problema não é a falta de alimentos no mercado (HOFFMAN, 1995). Aliás, Guzmán (2005) afirma que a essência do problema está na desigual distribuição da riqueza.

Mesmo que o acesso aos alimentos seja garantido, isso nem sempre significa segurança alimentar e nutricional, uma vez que a qualidade dos alimentos atende muito mais aos requisitos da produtividade, do lucro e da utilização de tecnologias, cujos efeitos, muitas vezes, são desconhecidos no tocante à saúde humana. A rastreabilidade dos produtos, introduzida em atendimento à pressão dos consumidores depois de acontecimentos como a “vaca louca”, não tem evitado contaminações posteriores de rações na Europa. A separação entre os diversos elos das cadeias agroalimentares (p.ex., produção da alimentação para animais em países diferentes daqueles em que os animais são criados) dificulta a ação organizada dos con-

sumidores e o controle do Estado, pondo em risco a segurança alimentar. Recentemente, no entanto, inúmeras tentativas de controle e melhoria da produção estão em prática, a exemplo da Produção Integrada de Frutas (PIF) no Brasil (MOTA; FONTES, 2004).

Agricultura familiar e segurança alimentar

Segundo WANDERLEY (1997:10), “a agricultura familiar é um conceito genérico, que incorpora uma diversidade de situações específicas e particulares”. O agricultor familiar é, ao mesmo tempo, proprietário dos meios de produção e assume o trabalho no estabelecimento produtivo. O fato de uma estrutura produtiva associar família-produção-trabalho tem conseqüências fundamentais para a forma como ela age econômica e socialmente. Com intuito operacional, Guanzioli et al. (2001:50), após vários anos de debate, afirmam que a agricultura familiar pode ser caracterizada da seguinte forma: a direção dos trabalhos do estabelecimento é exercida pelo produtor; o trabalho familiar é superior ao trabalho contratado. No âmbito da agricultura familiar pode ser incorporada toda a população agrária que administra um estabelecimento agrícola e nele trabalha juntamente com a sua família, como os assentados, agricultores de subsistência, agricultores integrados, arrendatários, posseiros, meeiros, colonos.

Devido à ausência de dados atuais tratados de maneira que mostre a evolução da agricultura familiar, a análise baseia-se nos dados apresentados por Guanzioli et al. (2001) a partir do levantamento no Censo 1995/96 (SCHMITZ; MOTA, 2007). A agricultura familiar no Brasil, com 4.139.369 estabelecimentos (85,2% de todos os estabelecimentos rurais), tem papel de destaque na produção de produtos fundamentais na composição da dieta dos brasileiros, como demonstra o Quadro 1.

Quadro 1. Participação da agricultura familiar na produção de alimentos.

Produto	Participação no total produzido	
	Brasil (%)	Nordeste (%)
Arroz	30,0	70,3
Feijão	67,2	79,9
Mandioca	83,9	82,4
Milho	48,6	65,5

Fonte: GUANZIROLI et al. (2001:70-71)

Destaca-se ainda na produção de aves, suínos, frutas, hortaliças e produtos lácteos que circulam dos mercados locais aos internacionais.

“A agricultura familiar é a principal fonte de ocupação de força de trabalho no meio rural brasileiro” (GUANZIROLI et al., 2001:63). Os 13,8 milhões de pessoas ocupadas na agricultura familiar representam 76,9% dos empregados na agricultura brasileira ou 18,8% da população economicamente ativa. Na região Nordeste, 82,9% da força de trabalho na agricultura está ocupada na agricultura familiar (GUANZIROLI et al., 2001:63).

Estes dados demonstram que a agricultura familiar é a principal fonte de ocupação não apenas no meio rural, mas também no conjunto da economia nacional. Apesar da sua importância econômica, entre outros, para a produção de alimentos e produtos básicos para o setor de transformação, os valores da renda são baixos e descontínuos, especialmente na região Nordeste.

A renda média total por estabelecimento familiar no Brasil é de R\$ 2.717 por ano (estabelecimentos patronais R\$ 19.085), resultando em uma média de R\$ 104 por ha (estabelecimentos patronais R\$ 44 / ha). Neste cálculo é incluído o consumo da família. Na região Nordeste, a renda total por estabelecimento familiar é de R\$ 1.159, sendo a renda monetária de R\$ 696. A renda mensal total per capita (sob a suposição de três unidades de trabalho familiar por estabelecimento) é R\$ 32. Calculando de maneira favorável à agricultura familiar considerando um mês de 21 dias de trabalho de um diarista, chegamos à conclusão que a renda mensal fica muito a baixo dos custos de oportunidade de aproximadamente a R\$ 100 (diária média nos Estados do Nordeste era de R\$ 4,73 na época do estudo, equivalente a 4,73 US \$).

Não obstante a crescente atenção do governo e das Organizações Não Governamentais (ONGs) à agricultura familiar no Brasil, a heterogeneidade das condições de reprodução social dos agricultores é profunda, com a pobreza marcando o cotidiano de muitas destas famílias em decorrência, dentre outros, da transferência de renda para setores não-agrícolas (HAYAMI; RUTTAN, 1985; ABRAMOVAY, 1992), da atomização da categoria como ator no mercado e das dificuldades de organizar a ação coletiva. Por outro lado, é imperceptível a dimensão da produção para autoconsumo (MALUF, s.d.), reconhecidamente, um importante instrumento

de proteção frente às incertezas e oscilações da produção mercantil, muitas vezes tratada como sinônimo de atraso pelos adeptos da modernização fundada na especialização produtiva.

Maluf et al. (s.d.) afirmam que não é somente pela oferta de bens (produtos agrícolas, artesanato), serviços (turismo, assalariamento) e venda de trabalho que se constitui a relação dos agricultores familiares com a sociedade, pois ela abrange um conjunto de outras funções como a preservação da paisagem, a diversidade agrobiológica, a herança cultural e a própria segurança alimentar.

Mesmo com todo o reconhecimento da importância da agricultura familiar para o debate da segurança alimentar, duas questões sobressaem: 1) a situação de insegurança alimentar persiste e, paradoxalmente, 2) as atividades produtivas têm novo impulso juntamente com o acesso a serviços no espaço rural com a possibilidade de diversificação das atividades e das ocupações.

Em relação à primeira questão, cada vez mais, o espaço rural é lugar de múltiplas atividades e intercâmbios em que diferentes iniciativas agrícolas e não-agrícolas se desenvolvem. Paralelamente, aumentaram as possibilidades de membros da família se dividirem entre o estabelecimento, prestação de serviços e migração para espaços urbanos e rurais para trabalhar, estudar ou mesmo ter lazer. Por outro lado, proliferam arranjos e parcerias que incidem diretamente na menor diversificação das culturas e, conseqüentemente, na redução da produção para o autoconsumo.

Quanto à segunda questão, a intensificação do trânsito entre os espaços rurais e urbanos implica na adoção de hábitos alimentares novos que terminam por influenciar a família. A novidade de uma nova receita de massa ou de um alimento pronto é muito atrativa e simbólica. A literatura tem chamado a atenção para o fato das migrações serem consideradas umas das principais formas de difusão de hábitos alimentares com conseqüência na segurança alimentar (MINTZ, 2001).

Observando os dados quanto à participação da agricultura familiar na produção de alimentos, três aspectos chamam a atenção: o primeiro é o reconhecimento de que a disponibilidade de renda é um fator relevante para a segurança alimentar, porque através dela pode se dar o acesso adequado aos alimentos considerando que “a capacidade de adquirir alimentos, por sua vez, impactaria a produção e o consumo” (MALUF et al.,

s.d.).

O segundo é que a produção para o auto-consumo é também de extrema relevância, tanto por aproveitar o potencial de trabalho da família, quanto pela garantia de produção de alimentos saudáveis em processos dominados pela família, em que referências culturais e de trabalho são socializadas, assim como, internalizados papéis. O terceiro é o acesso a condições de produção como uma das importantes premissas para a conservação dos recursos naturais, porque da insegurança alimentar e da pobreza resultam, em muitos lugares, um uso depredador dos recursos naturais que visa à satisfação de necessidades a curto prazo. Assim, a destruição das próprias bases de produção a médio e longo prazo, muitas vezes, se dá por falta de alternativas e também de conhecimentos das consequências.

No espaço rural, quer seja nos espaços de assalariamento, quer seja nos estabelecimentos familiares, as mulheres têm um papel importante na produção de alimentos, na gestão de recursos naturais, na geração de renda e na assistência a suas famílias. Porém, freqüentemente, as mulheres têm um acesso e um controle limitados sobre terra, educação, crédito, informação, tecnologia e fóruns de decisão. Assim, por um lado, podem mobilizar seu potencial para a segurança alimentar apenas de maneira insuficiente e, muitas vezes, são também atingidas pela insegurança alimentar, isso é, por diferentes formas de desnutrição, especialmente, deficiência de ferro, aumento insuficiente de peso durante a gestação e subnutrição durante o aleitamento.

Mas se a ocupação assalariada condiciona as mulheres a práticas de preparação dos alimentos específicas, a falta de acesso aos recursos para a produção de alguns itens do consumo as tornam dependentes da compra e da oferta local num mercado caracterizado por um maior dinamismo nos dias próximos ao recebimento dos salários, aposentadorias e Bolsa Família. Isso evidencia um acesso irregular aos alimentos ao longo do mês, denotando que mudanças estão em curso também naquele espaço, mesmo que as refeições sejam preparadas em casa. Segundo dados do IBGE (2007), o grupo alimentos preparados alcança na área urbana um percentual de uso 359% maior que na rural. Mesmo assim, mudanças estão acontecendo naquele espaço. A diversificação das atividades e o trânsito dos que continuamente vão e voltam em busca de trabalho, lazer ou visitas familiares têm provocado uma reconfiguração ocupacional com consequências nos

papéis ocupados pelas pessoas no grupo familiar, redefinindo relações que, de alguma forma, interferem nos hábitos alimentares e estilos de vida das famílias e no acesso aos recursos. Exemplo disso pode ser visto em Sergipe, onde as mulheres que trabalham irregularmente num grande projeto de irrigação, ao saírem de casa, às seis horas da manhã, deixam preparado o almoço das crianças, em muitos casos, sem feijão, pela falta de tempo para preparar (MOTA, 2005); o macarrão e o arroz predominam. Elas afirmam que, quando passam o dia todo em casa, preparam feijão, mas as crianças já começam a preferir as massas pela força do hábito.

Para aqueles que possuem acesso à terra, no entanto, é mais frequente a disponibilidade de algum tipo de alimento, particularmente, nos quintais sob a responsabilidade das mulheres (frutas, verduras, legumes).

Mesmo que centrada na produção e consumo de um grupo específico, a nossa análise parte do pressuposto de que a renda é apenas um dos aspectos a ser considerado numa reflexão sobre segurança alimentar. As possibilidades de acesso aos meios de produção e insumos (HOFFMAN, 1995) e o papel que cumpre a produção para o auto-consumo, também devem ser considerados. É importante superar a noção de segurança alimentar como associada exclusivamente à fome, mas sem considerar as doenças causadas pela devastação ambiental, uso indiscriminado de agroquímicos, má qualidade da água e dos alimentos, além de mudanças no consumo alimentar com aumento do fornecimento de energia pela dieta e redução da atividade física conformando um “estilo de vida ocidental contemporâneo” (MONTEIRO et al., 2004).

ESTUDO DE CASO: PFZ EM LAGOA SECA

O Município de Simão Dias se localiza no Sudoeste sergipano a 100km de Aracaju, capital do Estado. Tem uma população de aproximadamente 35 mil habitantes (CINFORM, 2002). Desde o processo de ocupação, a agricultura e a pecuária são as atividades predominantes (MOTA; GOMES, 2005; ANDRADE, 1986). Autores afirmam que “o gado ia, onde a roça não tinha condições de chegar” (SANTOS; ANDRADE, 1992). Na última década, o município tem se destacado como um dos principais produtores de milho da região.

No povoado Lagoa Seca não foi diferente, muito embora no decor-

rer dos anos tenha havido um importante processo de fragmentação das propriedades. Inicialmente, por herança e venda, já que herdeiros situados em outros contextos vendiam as parcelas que herdaram (RODRIGUES, 2007). Não obstante a fragmentação dos estabelecimentos, cujo tamanho médio é de 4ha, prevalecem ali dois tipos de sistemas de produção: 1) diversificados para 40% dos entrevistados que cultivam em consórcio fumo e culturas alimentares (milho, feijão e mandioca) e 2) monocultivo de fumo por 60%. Analisando os sistemas de produção em uso, observa-se que a noção do autoconsumo influencia a matriz produtiva de 40% dos estabelecimentos, particularmente daqueles cujos recursos naturais são mais restritivos (relevo ondulado). Todas as culturas alimentares desse primeiro grupo se destinam ao consumo, sendo que o milho (grãos) e a mandioca (farinha) atendem às necessidades das famílias, enquanto o feijão supre apenas parte destas necessidades.

Os entrevistados afirmam que, até os anos 70, a policultura era mais exercitada, sendo a sua diminuição diretamente associada à especialização pela expansão da cultura do fumo na região. Em se tratando da produção exclusivamente para o mercado, o fumo ocupa lugar de destaque por ser lucrativo em pequenas áreas, por empregar expressivo número de pessoas e por ter mercado estruturado. Ali são gerados 84% dos postos de trabalho temporários em processos completamente manuais. Entretanto, apenas 37% dos produtores dispõem de capital suficiente para contratação temporária de mão-de-obra e alguns utilizam o trabalho solidário (dias de trabalho intercambiados entre um estabelecimento e outro) entre parentes e vizinhos. Essa prática reforça laços de coesão social e a transmissão de saberes por partilhar de uma mesma experiência pessoas de idades e gerações diferenciadas segundo uma divisão social do trabalho construída ao longo dos anos mas sob atualização permanente.

Em se tratando do autoconsumo, os entrevistados afirmam que há um investimento desproporcional em termos de trabalho e insumos entre a cultura comercial (fumo) e as culturas alimentares (milho, feijão e mandioca). Nos estabelecimentos menores, as melhores áreas têm sido exploradas intensivamente com a primeira, ficando as áreas marginais para as culturas alimentares. Se por um lado, o fumo tem mercado garantido, por outro, a autonomia possibilitada pela produção para autoconsumo frente às variações de mercado arrefece. A dependência do mercado de alimen-

tos aumenta, inclusive, com a subordinação às condições de troca impostas por um número limitado de atores no mercado local. Na esteira dessa transformação, se desestruturam práticas de trocas de serviços, se perdem experiências advindas da policultura e se consomem produtos de origem desconhecida segundo a disponibilidade de dinheiro.

Como vantagens, os agricultores destacam a flexibilidade proporcionada pelo dinheiro para atender parte das necessidades da família, que não se resume ao consumo de alimentos. Afirmam também que a grande demanda de trabalho do fumo dificulta a dedicação a outros cultivos.

Nesse contexto, os rendimentos médios mensais por família são de aproximadamente R\$ 240,00, já incluindo atividades não-agrícolas (assalariamento). Para 73,68% dos entrevistados acrescenta-se o Bolsa Família (cerca de R\$ 64,00 reais por família). Ou seja, um quarto dos rendimentos daí provém. Segundo 73% dos entrevistados, os recursos provenientes do Bolsa Família são utilizados para a aquisição de alimentos, dentre os quais, arroz, massa de milho, e macarrão. Os demais o usam para a compra de roupas, material escolar e remédios, antes adquiridos mais parcamente com a renda proveniente de outras fontes. Influencia na decisão quanto ao uso do recurso a facilidade do acesso aos meios de produção, a serviços e aos recursos de aposentadoria por membros da família. Segundo os entrevistados, a maior utilização desse recurso na alimentação é indicador de uma situação de extrema pobreza, onde as famílias não têm autonomia para, pelo menos, assegurarem uma quantidade suficiente de alimentos em suas mesas.

Quanto ao consumo de frutas, os entrevistados reconhecem que não houve mudanças porque o consumo se limita àquelas que são produzidas nos quintais das residências como goiaba, banana, manga, jaca, caju, dentre outras, sendo as mesmas consumidas sazonalmente. Ao analisar os produtos alimentares mais citados, constata-se que a dieta básica das famílias pesquisadas aparece farta em carboidratos (arroz, massa de milho, macarrão) e frutas e pobre em proteínas (ovos, carne, leite) que são os itens mais caros e nem sempre disponíveis.

Mesmo que reconhecidos como essenciais para a melhoria da disponibilidade de alimentos dos mais pobres, a maior parte dos entrevistados (73%) afirma que os recursos do Bolsa Família não garantem o acesso regular aos alimentos por causa de atrasos no pagamento. Quanto à

qualidade, os entrevistados afirmam não haver mudanças pois continuam comendo os mesmos alimentos. Em se tratando da produção, as culturas alimentares continuam a ser produzidas da mesma forma, enquanto a principal cultura de mercado (fumo) segue sendo produzida sem nenhum tipo de preocupação com a saúde dos agricultores (sem uso de equipamentos de proteção individual para a aplicação de pesticidas) ou ambiental (eliminação da biodiversidade através do monocultivo permanente na maior parte da área).

Nestes termos, consideramos o PFZ naquele contexto como uma política essencialmente emergencial, já que nenhum dos entrevistados está sendo beneficiado por outra política que não seja o Bolsa Família.

Em síntese, nenhuma ação estruturante foi desenvolvida em Lagoa Seca pelo PFZ. Não se registram também iniciativas afetas aos outros aspectos da segurança alimentar discutidos na segunda parte deste artigo. Pelo contrário, os recursos naturais persistem intensivamente utilizados, a vegetação original totalmente alterada e a utilização indiscriminada de pesticidas se verificam no cultivo do fumo. Os entrevistados também não identificam iniciativas visando à melhoria, nem da infra-estrutura dos estabelecimentos nem da recuperação de recursos naturais. Mesmo assim, reconhecem que a economia local foi dinamizada pela maior disponibilidade de recursos com repercussão nas suas mesas.

Por último, constatou-se que 100% dos cartões que dão acesso ao Bolsa Família têm como titulares as mulheres no povoado Lagoa Seca. Muito antes do PFZ, Deere e León (2002) já haviam registrado que famílias, cujas rendas são administradas exclusivamente pelo homem, chefe-da-família, apresentam níveis de qualidade de vida inferiores àquelas que têm participação das mulheres na geração e controle das receitas e despesas domésticas. As mulheres tendem a distribuir de forma igualitária os recursos entre os familiares e a priorizar as necessidades básicas dos filhos. Já os homens possuem uma probabilidade maior de destinar parte da renda familiar em prol de interesses pessoais (relacionamentos extraconjugais, bebidas alcóolicas, jogos, fumo). Soma-se a isso que as exigências ou condicionalidades a serem cumpridas pelas famílias beneficiárias (controle da matrícula e frequência escolar e do cartão de vacinação dos filhos, acompanhamento do pré-natal no caso das grávidas) estão sob o controle das mulheres. Assim, pode-se concluir que o PFZ estimulou iniciativas de

equidade de gênero pela valorização explícita das mulheres na administração de parte da renda familiar.

Como principais conclusões desse estudo de caso pode-se afirmar que:

1- Sob a ótica dos agricultores entrevistados beneficiários, as ações do PFZ se limitam ao Bolsa Família sem conexão com quaisquer outras ações estruturantes ou de educação alimentar. A frequência à escola e o acompanhamento das vacinações não são necessariamente associados ao programa, mas vistos como resultantes da expansão dos serviços de saúde;

2- A produção de alimentos segue da mesma forma sem nenhum tipo de transformação ou melhoria no que se refere ao uso de pesticidas e de conservação do meio ambiente;

3- Aumenta a valorização das mulheres como principais responsáveis pelo uso dos recursos destinados à segurança alimentar;

4- A nossa hipótese foi parcialmente confirmada considerando que houve uma ampliação da aquisição de alimentos, mas sem nenhum tipo de melhoria das condições de produção. Ou seja, sem alteração da qualidade de nenhuma dessas práticas;

5- Mesmo que o PFZ seja um programa de segurança alimentar, para esse grupo não assegurou essa condição, porque se concentrou no fornecimento de uma quantidade de dinheiro sem nenhum tipo de estímulo à mudança de atitude diante do que é desejável e saudável consumir. A fome continuou sendo o objeto de preocupação.

6- Mesmo que as ações tenham se limitado ao aspecto emergencial de combate à fome, os entrevistados reconhecem o PFZ como uma das iniciativas mais importantes no espaço rural nos últimos anos.

REFLEXÕES FINAIS

As principais conclusões da nossa pesquisa em Lagoa Seca coincidem com os resultados de um levantamento realizado recentemente pelo Instituto Brasileiro de Análises Sociais e Econômicas (IBASE) com 5000 favorecidos do PFZ em todo o Brasil (GOIS, 2008). Em ambos os casos, destacam-se dois aspectos positivos: 1) o aumento do consumo de alimentos e 2) a maior valorização das mulheres que recebem o benefício, tanto pela independência, quanto pelo poder de decisão que conquistaram nas

suas famílias com reflexo nas relações de gênero.

Outras constatações similares são: a falta de orientação quanto à escolha dos alimentos segundo uma noção de segurança alimentar; a inexistência de iniciativas que contribuam para superar a situação de pobreza e diminuir a dependência dos recursos; e a baixa integração dos titulares a outros programas ou serviços.

Da mesma forma que outros entrevistados no Brasil, os de Lagoa Seca percebem e reivindicam as ações estruturantes, quer seja para melhorar as condições objetivas de funcionamento do estabelecimento, quer seja para a qualificação de membros da família com o intuito de trabalhar em outros setores da economia dado o limite físico dos estabelecimentos. Eles compreendem que os recursos advindos do PFZ complementam a renda familiar, mas que não invalidam nenhuma das estratégias usualmente praticadas pelos diferentes membros da família.

É importante frisar, no entanto, o aumento da complexidade do tema da segurança alimentar no espaço rural dada a expansão das áreas dedicadas à produção de biocombustíveis (p.ex., através da cana-de-açúcar). A repercussão deste fato no aumento dos preços dos alimentos consta na pauta de muitos debates recentes tanto pela possível diminuição de áreas destinadas a culturas alimentares, como pela diminuição da diversidade no interior do estabelecimento. O perigo de ampliação da dependência do mercado de alimentos persiste.

Tendo em conta a relação agricultura familiar e segurança alimentar, acreditamos que um dos maiores desafios é como garantir que o acesso aos alimentos continue melhorando. Importante observar a seguinte sugestão destacada recentemente por Abramovay (2008): “Aumentar a produção agropecuária é fundamental, como bem sublinhou o secretário-geral da ONU, mas o mais importante é criar condições para que os que vivem em situação de pobreza absoluta conquistem o direito de produzir a própria alimentação”.

REFERÊNCIAS

ABRAMOVAY, R. (2008). Alimentação e desenvolvimento. Folha de São Paulo, São Paulo, 7 jun. Opinião. <www.econ.fea.usp.br/abramovay; Acesso 7.6.2008>.

ALMANAQUE. Brasil (1998). ano 24. Ed. Abril. São Paulo, 705p.

- ANDRADE, M. C. O. ; ANDRADE, M. C. (1986) A terra e o homem no Nordeste. 5. Ed. Atlas. São Paulo.
- CINFORM. (2002). História dos municípios. Cinform. Aracaju, 270p.
- DEERE, C. D.; LEON, M. (2002). O empoderamento da mulher: direitos à terra e direitos de propriedade na América Latina. Ed. UFRGS. Porto Alegre.
- DWHH/AAA. (2004). Referencial técnico segurança alimentar: guia de orientações para a promoção e a execução de projetos de segurança alimentar da Ação Agrária Alemã. Trad. H. Schmitz. Ed. Deutsche Welthungerhilfe/Ação Agrária Alemã, Bonn,, 71p.
- FAO. (1999). The state of food insecurity in the world. Rome.
- FAO. (2000). The state of food insecurity in the world. Rome.
- GOIS, A. (2008). Bolsa Família aplaca a fome, mas não acaba com a miséria. Folha de São Paulo, São Paulo, 7 jun. Brasil, p.5.
- FREI BETTO. (2003). Programa Fome Zero: como participar. Ed. MESA, UNESCO. Brasília, 55p.
- FREI BETTO (org.). (2004). Fome Zero: Textos fundamentais. Ed. Garamond. Rio de Janeiro, 154p.
- GAZOLLA, M.; SCHNEIDER, S. (2007). A produção da autonomia: os “papéis” do auconsumo na reprodução social dos agricultores familiares. Estudos Sociais Agrícolas. vol.5, no.1, p.89-122.
- GUZMÁN, E. S. (2005). Agroecología y agricultura ecológica: hacia una “re” construcción de la soberanía alimentaria. Ed. PNUMA/Mundi-Prensa/Universidad de Cordoba. Córdoba, 2005.
- GUANZIROLI, C.; ROMEIRO, A.; BUAINAIN, A. M.; et al. (2001). Agricultura Familiar e Reforma Agrária no século XXI. Ed. Garamond. Rio de Janeiro, 284p.
- HAYAMI, Y.; RUTTAN, V. W. (1985). Agricultural development: an international perspective. Ed. The John Hopkins University Press. Baltimore, 506p.
- HOFFMANN, R. (1995). Pobreza, insegurança alimentar e desnutrição no Brasil. Estudos Avançados, vol.9, no.24. São Paulo, p.159-172.
- IBGE. (2004). Em 30 anos, importantes mudanças nos hábitos de consumo dos brasileiros. (Comunicação Social, 19 de maio de 2004) <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=171&id_pagina=1. Acesso em 22/01/2007>.
- INSTITUTO DA CIDADANIA. (2001). Projeto Fome Zero: uma proposta de política de segurança alimentar para o Brasil (versão 3). São Paulo, 118p.
- MALUF, R. S. (s.d.). Consumo de alimentos no Brasil: traços gerais e ações públicas de segurança alimentar. <<http://polis.org.br/publicações/papers/20006.html>. Acesso em 11/07/2004>.
- MALUF, R. S.; MENEZES, F.; MARQUES, S. B. (s.d.). Caderno segurança alimentar. <<http://www.dhnet.org.br/direitos/sos/alimentação/Conferências.html>. Acesso em 07/07/2004>.

- MALUF, R. S. J. (2007). Segurança alimentar e nutricional. Ed. Vozes. Petrópolis, 174p.
- MINTZ, S.W. (2001). Comida e antropologia. Revista Brasileira de Ciências Sociais, vol.16, no.47, p. 29-41.
- MONTEIRO, C. A., MONDINI, L.; COSTA, R. B. L. (2000). Mudanças na composição e adequação nutricional da dieta familiar nas áreas metropolitanas do Brasil (1988-1996). Revista de Saúde Pública, vol.34, no.3, p.251-258.
- MOTA, D. M.; FONTES, H. R. (2005). Desafios globais, estratégias locais na produção integrada de coco anão no Brasil. In: Congresso Brasileiro de Sociologia e Economia Rural, 43, Ribeirão Preto, 2005, Anais. Ed. SOBER. Brasília, p.279-279.
- MOTA D. M. (2005). Trabalho e sociabilidade em espaços rurais. Ed. BNB, Embrapa Tabuleiros Costeiros. Fortaleza, 256p.
- MOTA D. M.; GOMES, J. B. V. (2005). Desenvolvimento territorial no Sudoeste sergipano. In: Mota, D.M.; Schmitz, H.; Vasconcelos, H.E.M. (Orgs.). Agricultura familiar e abordagem sistêmica. Ed. SBSP. Aracaju, p.283-302.
- NEUMANN, Z. A. (2004). O governo não chega aos bolsões da miséria. O Globo, Rio de Janeiro, 5 jan. 2004. (Entrevista concedida a Soraya Aggege).
- RODRIGUES, R. F. A. (2007). Programa Fome Zero: continuidade e mudanças no espaço rural sergipano. Ed. Embrapa Tabuleiros Costeiros, Banese. Aracaju, 137p.
- SANTOS A. F.; ANDRADE, J. A. (1992). Delimitação e regionalização do Brasil Semi-árido. Ed. UFS; CNPq/SUDENE/UFS. Aracaju, 232p.
- SCHMITZ, H. D. (2002). Partnerschaft zwischen Bauern, Forschern, Beratern und ihren Organisationen: Reflexionen über das Landwirtschaftliche Wissenssystem im Bundesstaat Pará / Brasilien. Humboldt-Universität zu Berlin. Berlin. (Tese de doutorado) <<http://dochost.rz.hu-berlin.de/dissertationen/schmitz-heribert-2002-11-19/PDF>>.
- SCHMITZ, H.; MOTA, D. M. (2007). Agricultura familiar: elementos teóricos e empíricos. Revista Agrotropica, vol.19. Itabuna, p.21-30.
- SEN, A. (2000). Desenvolvimento com liberdade. Trad. L.T. Mota; Rev.Téc. R.D. Mendes. Ed. Companhia das Letras. São Paulo, 409p.
- TEPICHT, J. (1973). Marxisme et agriculture: Le paysan polonais. Ed. Armand Colin. Paris, 1973. 251p.
- WANDERLEY, M. de N. B.. (1997). Raízes históricas do campesinato brasileiro. In: TAVARES, E.D., MOTA, D.M.; IVO, W.M.P.M. (Eds.). Encontro de pesquisa sobre a questão agrária no tabuleiros costeiros de Sergipe, 2, 1997, Aracaju-SE. Agricultura familiar em debate - Anais. Ed. Embrapa-CPATC. Aracaju, p.9-40.
- WEISSHEIMER, M. A. (2006). Bolsa Família: Avanços, limites e possibilidades do programa que está transformando a vida de milhões de famílias no Brasil. Ed. Fundação Perseu Abramo. São Paulo, 160p.

EFEITO ANTIPROLIFERATIVO DE *Waltheria douradinha* Saint Hilaire (STERCULIACEAE) SOBRE O CICLO CELULAR DE *Allium cepa*

Denise Olkoski¹; Solange Bosio Tedesco^{2*}

¹Acadêmica do Curso de Ciências Biológicas, Departamento de Biologia da Universidade Federal de Santa Maria, Avenida Roraima, nº 1000, Cidade Universitária, Bairro Camobi, CEP- 97105900, Santa Maria – RS. E-mail: deniseolkoski@yahoo.com.br; ²Bióloga, Dr^a, Departamento de Biologia, Universidade Federal de Santa Maria, Avenida Roraima, nº 1000, Cidade Universitária, Bairro Camobi, CEP- 97105900, Santa Maria – RS.

*Autor para correspondência: E-mail: stedesco@smail.ufsm.br

RESUMO: O uso de plantas medicinais para o tratamento de doenças que afetam seres humanos tem sido uma prática secular, visto como recurso terapêutico, em comunidades e grupos étnicos, especialmente em países em desenvolvimento, como o Brasil. *Waltheria douradinha* é medicinal e nativa da América do Sul. O estudo foi realizado para avaliar o efeito antiproliferativo das infusões dessa espécie sobre o ciclo celular de *Allium cepa*. Folhas in natura de duas populações foram utilizadas no preparo das infusões em duas concentrações: 2mg mL⁻¹ (Tratamento 1) e 8mg mL⁻¹ (Tratamento 2). Após, foram usados três grupos de seis bulbos de cebola para cada população. Todos os bulbos foram imersos em água para enraizar e posteriormente transferidos para as infusões por 24 horas (os bulbos controle permaneceram em água). As pontas de raízes foram coletadas e fixadas em álcool: ácido acético (3:1) por 24 horas e conservadas em álcool 70%. As lâminas foram feitas de todos os bulbos através da técnica de esmagamento. Foram analisadas 6.000 células para cada tratamento. O índice mitótico (IM) foi calculado, e feita análise estatística pelo teste Qui-quadrado (χ^2) a 5% de probabilidade pelo uso do programa Bioestat 4.0. Na população 1, houve diferença significativa entre o controle (IM=3,84%) e o T1 (IM=0,60%) e T2 (0,10%). Para a População 2, também houve diferença significativa entre o controle (IM=3,84%) e T1 (IM=0,69%) e T2 (0,05%). Os resultados mostraram que as infusões de *W. douradinha* possuem atividade antiproliferativa em altas concentrações. Palavras-chave: divisão celular, índice mitótico, planta medicinal

ANTIPROLIFERATIVE EFFECT OF *Waltheria douradinha* SAINT HILAIRE (STERCULACEAE) ON THE *Allium cepa* CELL CYCLE

ABSTRACT: The use of medicinal plants for the treatment of diseases which attack human beings has been a practice for centuries and it is seen as the main therapeutic resource in many communities and ethnical groups, especially in developing countries as Brazil. The medicinal species *Waltheria douradinha*, native from South America, is used as infusions (tea) for bronchial secretion, pulmonary problems and cystitis in popular medicine. This study aimed to evaluate the potential antiproliferative effect of these infusions on the cell cycle of *Allium cepa*. In natura leaves of two populations of this species were used in preparing infusions at two concentrations: 2mg/mL (Treatment 1) e 8mg/mL (Treatment 2). After, we used three groups of six onion bulbs for each population. All bulbs were immersed in water to root and after they were transferred to infusions for 24 hours (the control bulbs remained under water). The root tips were collected and fixed in acetic ethanol: acetic acid (3:1) for 24 hours and kept under ethanol 70%. Slides were made with all bulbs through smashing technique. The cells were analyzed in all

cell cycles of *Allium cepa*. The total number of analyzed cells for each group was 6000. The mitotic index (MI) was calculated, and the statistical analysis through the χ^2 test was carried out at 5% probability by using BioEstat 4.0 software. On population 1, there was a significant difference between the control (MI= 3,84%) and the T1 (MI= 0,60%) and T2 (MI= 0,10%). For the population 2, there was a significant difference between the control (MI= 3,84%) and the T1 (MI=0,69%) and T2 (MI= 0,05 %). The results showed that the infusions of *W. douradinha* have an antiproliferative activity at high concentrations.
Keywords: cell division, mitotic index, medicinal plant.

INTRODUÇÃO

A diversidade genética vegetal mundial é bastante expressiva, mas somente 15% a 17% das plantas conhecidas no mundo foram estudadas em seus aspectos medicinais (SIMÕES et al., 2001). As plantas medicinais são utilizadas na indústria farmacêutica e também na medicina popular sob forma de infusões (chás) para o tratamento de doenças. Para Teixeira et al. (2003), a utilização das próprias plantas como medicamentos é uma prática particularmente usual em países em desenvolvimento.

A família Malvaceae é bastante conhecida e estudada por apresentar diversas classes de compostos naturais bioativos de elevada importância na medicina. Uma espécie bastante representativa dessa família é a *Waltheria douradinha* Saint Hilaire (BARROSO, 1978), a qual é encontrada principalmente no sul do Brasil, Argentina e Paraguai (CORRÊA, 1978).

Essa espécie, também conhecida como douradinha-do-campo, é utilizada popularmente para tratar catarro-brônquico, afecções pulmonares e cistite. Já suas folhas em infusão são utilizadas externamente como depurativas e emolientes, sendo assim usadas para lavar feridas de origem sifilítica (HOEHNE, 1939).

A avaliação de seu potencial citotóxico e mutagênico é necessária para garantir um uso relativamente seguro de plantas medicinais. Vicentini et al. (2001), relataram que as plantas medicinais podem conter substâncias tóxicas ou que provocam efeitos mutagênicos, ou então, sob outro ponto de vista, o consumo de chás pode suprimir os efeitos de agentes mutagênicos que estejam atuando sobre o organismo humano.

Atualmente há uma tendência geral, no campo das investigações farmacológicas, de investigar o efeito genotóxico, carcinogênico, embriotóxico e ou teratogênico das plantas utilizadas como medicinais (SAN-

CHES-LAMAR e FLORES, 1999). Essa avaliação do potencial citotóxico e mutagênico se faz necessária para incrementar a segurança do uso das plantas medicinais (TEIXEIRA et al., 2003).

Os testes de citotoxicidade utilizando sistema teste vegetal in vivo, como o de *Allium cepa*, foram validados por vários pesquisadores que realizaram de forma conjunta teste animal in vitro. E os resultados obtidos foram similares (VICENTINI et al., 2001; TEIXEIRA et al., 2003), propiciando informações importantes para a saúde humana. Fikejo (1994) afirmou que, mesmo o metabolismo vegetal sendo diferente, esse teste é um excelente parâmetro de análise citotóxica.

Esse estudo visou avaliar o efeito antiproliferativo de infusões de *W. douradinha* sobre o ciclo celular de *A. cepa*.

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Citogenética Vegetal da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria/RS (UFSM), e as plantas foram coletadas em seu habitat natural, sendo que, um exemplar de cada população foi depositado no Herbário SMDB da Universidade Federal de Santa Maria.

Foram realizadas coletas no mês de abril de duas populações de *W. douradinha*: Faixa de São Pedro (população 1) registrada como nº 10669; Boca do Monte/Santa Maria (população 2) registrada como nº 10668.

Folhas in natura de *W. douradinha* foram utilizadas para o preparo das infusões. As folhas foram pesadas in natura e então colocadas em água destilada fervente, permanecendo em infusão por cinco minutos. As infusões foram filtradas, esfriadas em temperatura ambiente e preparadas em duas concentrações: uma na mesma concentração que usualmente é utilizada pelas pessoas para tomar como chá medicinal e outra quatro vezes mais concentrada, ou seja: Tratamento 1=2mg mL⁻¹ e Tratamento 2=8,0mg mL⁻¹.

Utilizaram-se dois grupos de seis bulbos de cebola por população, cada grupo equivalendo a um dos tratamentos mais um grupo de seis bulbos, correspondente ao grupo controle. Todos os bulbos foram colocados em água destilada para enraizarem, após o enraizamento, os mesmos foram transferidos para os extratos que estavam em temperatura ambiente por 24 horas (os bulbos controle permaneceram em água). A seguir, foram coletadas as radículas com aproximadamente 5-10mm de comprimento e fixadas em etanol-ácido acético (3:1) por 24h. Posteriormente foram reti-

radas do fixador, mantidas em álcool 70% e conservadas no refrigerador até seu uso.

Foram feitas em média cinco lâminas por bulbo para cada concentração e para os bulbos controle das duas populações de *W. douradinha*. No preparo das lâminas, utilizaram-se cinco radículas por bulbo e seguiu-se a técnica de esmagamento (GUERRA e SOUZA, 2002).

Realizou-se a contagem das células em cinco campos visuais de cada uma das cinco lâminas feitas por bulbo/população. As lâminas foram examinadas observando-se as células em interfase, prófase, metáfase, anáfase e telófase, com auxílio de microscópio ótico com a objetiva de 40X. O número total de células analisadas por controle e para cada um dos tratamentos foi de 6.000 células. Foram calculados os valores médios do número de células de cada uma das fases do ciclo celular estudadas: interfase e divisão (prófase, metáfase, anáfase e telófase). Após calculou-se os índices mitóticos. Fez-se análise estatística dos dados pelo teste c2 (Qui-quadrado), com probabilidade de 5%, com auxílio do programa estatístico Bioestat 4.0 (AYRES et al., 2005).

As tabelas 1 e 2 apresentam os resultados obtidos através da análise das células em divisão de *A. cepa* sobre efeito de infusões de *W. douradinha*.

Tabela 1. Número de células no ciclo celular (interfase, prófase, metáfase, anáfase e telófase) em pontas de raízes de cebola tratadas com infusões de *Waltheria douradinha*.

Populações	Tratamentos	Número de células nas fases do ciclo celular				
		Interfase	Prófase	Metáfase	Anáfase	Telófase
1	Controle	5778	68	70	58	26
	[2mg/mL]	5964	9	12	7	8
	[8mg/mL]	5994	3	2	1	0
2	Controle	5778	68	70	58	26
	[2mg/mL]	5959	13	12	9	7
	[8mg/mL]	5997	2	1	0	0

Tempo de tratamento: Controle = 0h, tratamentos 1 e 2 = 24h

A tabela 1 apresenta o número de células presentes em cada fase do ciclo celular (interfase, prófase, metáfase, anáfase e telófase) nos diferentes tratamentos estudados. Pode-se observar que o Tratamento 2 [8mg

mL⁻¹] apresentou menores valores em prófase, metáfase, anáfase e telófase, sendo que dessa última fase nenhuma célula foi observada em ambas as populações e a população 2 também não apresentou nenhuma célula em anáfase.

A tabela 2 mostra o número de células analisadas, o número de células em divisão, em interfase e o Índice Mitótico.

Tabela 2. Índice mitótico de células de pontas de raízes de *Allium cepa* tratadas com os extratos de *Waltheria douradinha*.

Populações	Tratamentos	Número Total de Células	Células em Interfase	Células em Divisão	Índice Mitótico %
1	Controle	6000	5778	222	3,84 ^a
	[2mg/mL]	6000	5964	36	0,60 ^b
	[8mg/mL]	6000	5994	6	0,10 ^c
2	Controle	6000	5778	222	3,84 ^a
	[2mg/mL]	6000	5959	41	0,69 ^b
	[8mg/mL]	6000	5997	3	0,05 ^c

Tempo de tratamento: Controle = 0h, tratamento 1 e 2 = 24h.

Médias seguidas de letras distintas diferem significativamente ao nível de 5%, pelo teste χ^2 .

Na população 1 o Índice Mitótico diminuiu significativamente quando comparados ao grupo controle (Tratamento 1: $\chi^2 = 147.299$; Tratamento 2: $\chi^2 = 203.004$). Essa redução no índice mitótico também ficou evidente quando comparado Tratamento 1 com Tratamento 2 ($\chi^2 = 21.504$).

De forma semelhante houve uma redução do Índice Mitótico na população 2. Quando comparados ao grupo controle (Tratamento 1: $\chi^2 = 127.358$; Tratamento 2: $\chi^2 = 217.233$) e também quando comparados os dois tratamentos ($\chi^2 = 32.939$).

O controle diferiu significativamente de todos os tratamentos e o Índice Mitótico decresceu com o aumento da concentração das infusões nas duas populações estudadas.

O sistema teste vegetal de *A. cepa* foi utilizado para avaliar os efeitos das infusões de *W. douradinha*, através da análise do seu ciclo celular, cujo estudo serve como indicativo para a prevenção de danos que possam ser causados à saúde da população.

É possível que a alta concentração de alguns compostos químicos tenha um efeito sobre o ciclo celular, seja ele inibitório ou estimulatório, como observado em extratos de *Alpinia mutans* e *Pogostemon heyneanus* nas raízes de *A. cepa* (DIAS e TAKAHASHI, 1994).

Alcalóides são encontrados em aproximadamente 20% de espécies de plantas com flores, principalmente da família Malvaceae (MENEZES et al., 1995). Em *W. douradinha* já foram encontrados vários, entre eles os ciclopeptídeos Waltherina – C, A e B, Scutianina – B, adoutina – Y e as quinolonas Waltheriona – A e B (MOREL et al., 1999).

Esta classe de compostos recebe atenção especial devido às atividades biológicas diferentes exibidas por muitas delas, como a atividade antifúngica e antibiótica (PRAKASH et al., 1981; MENEZES et al., 1995). As plantas em que estes alcalóides foram isolados têm grande aplicação na medicina popular em muitas partes do mundo (MENEZES et al., 1995), sendo essa aplicação dada principalmente à presença desses alcalóides. Morel et al. (2002), comprovaram a atividade antibiótica desses alcalóides em *Condolia buxifolia* e Hoelzel et al. (2005) em *W. douradinha*.

No presente trabalho, observou-se que houve inibição da divisão celular de *A. cepa*, conforme o aumento da concentração das infusões. Todas as populações estudadas apresentaram o menor valor do IM para o tratamento com a maior concentração da infusão. Esses resultados são indicativos da alta capacidade inibitória das infusões de *W. douradinha*.

Considerando que as análises foram realizadas com populações distintas, pode-se relatar que não há nenhum resultado que propicie a indicação de variabilidade intra ou interpopulacional nessa espécie quanto aos efeitos citotóxicos de seus componentes, já que não houve diferenças significativas entre as duas populações.

Outros estudos, utilizando o mesmo sistema teste em plantas medicinais, já foram realizados por Camparoto et al. (2002), no qual pesquisaram a respeito dos efeitos de duas espécies medicinais (*Maytenus ilicifolia* e *Bauhinia candicans*) sobre células meristemáticas de cebola e células da medula óssea de ratos, demonstrando que as infusões causaram declínio do número de células em divisão em relação aos controles, o mesmo que ocorreu no presente estudo. Além disso, efeito antiproliferativo de infusões também foi encontrado para *Achyrocline satureioides* (FACHINETTO et al., 2006), *Pterocaulon polystachyum* (KNOLL et al., 2006)

e *Averrhoa carambola* (VICENTINI et al., 2001) utilizando-se o sistema teste vegetal de *A. cepa*.

CONCLUSÃO

Conclui-se que a partir desses resultados os extratos das folhas de *W. douradinha* possuem alta atividade antiproliferativa, baseando-se em um sistema teste vegetal in vivo.

REFERÊNCIAS

- AYRES, M.; AYRES, M. J.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. S. BioEstat 4.0: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas. Belém: Sociedade Civil Mamirauá; Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia; Belém: Imprensa Oficial do Estado do Pará, 324p., 2005.
- BARROSO, G. Sistemática de Angiospermas do Brasil. Livros Técnicos e Científicos. Universidade de São Paulo, Rio de Janeiro/ São Paulo, v. 1, 1978.
- CAMPAROTO, M. L.; TEIXEIRA R. O.; MANTOVANI, M. S.; VICENTINI, V.E.P. Effects of *Maytenus ilicifolia* Mart. And *Bauhinia candicans* Benth infusions on onion root-tip and rat bone-marrow cells. Genetic Molecular Biology, n.25, p. 85-89, 2002.
- CORREA, M. P. Dicionário das plantas úteis do Brasil. Rio de Janeiro: IBDF, v.5, 687p., 1978.
- DIAS, F. L.; TAKAHASHI, C. S. Cytogenetic evolution of the effect of aqueous extracts of the medicinal plants *Alpinia nutans* Rose (Zingiberaceae) and *Pogostemon heyneanus* Benth (Labiatae) on wistar rats and *Allium cepa* Linn. (Liliaceae) root tip cells. Revista Brasileira de Genética, n.17, p. 175-180, 1994.
- FACHINETTO, J. M.; BAGATINI, M. D.; DURIGON, J.; SILVA, A. C. F.; TEDESCO, S. B. Efeito anti-proliferativo das infusões de *Achyrocline satureioides* DC (Asteraceae) sobre o ciclo celular de *Allium cepa*. Revista Brasileira de Farmacognosia, n. 1, v. 17, p. 49-54, 2007.
- FIKEJO, G. *Allium* test II: Assessment of chemical's genotoxic potential by recording aberrations in chromosomes and cell divisions in root tips of *Allium cepa* L. Environmental Toxicology and Water Quality, n. 9, p. 235-241, 1994.
- GUERRA, M; SOUZA, M. J. Como observar cromossomos – Um guia de técnicas em citogenética vegetal, animal e humana. 1ª Edição. Ed. FUNPEC, Ribeirão Preto, 131p., 2002.

HOEHNE, F.C. Plantas e Substâncias Vegetais Tóxicas e Medicinais. São Paulo-Rio, Graphicars, p.355, 1939.

HOELZEL, S. C.; VIEIRA, E. R.; GIACOMELLI, S. R.; DALCOL, I. I.; ZANATTA, N.; MOREL, A. F. An unusual quinolinone alkaloid from *Waltheria douradinha*. Phytochemistry, n.10, v. 66, p. 1163-1170, 2005.

KNOLL, M. F.; SILVA, A. C. F.; CANTO-DOROW, T. S.; TEDESCO, S. B. Effects of *Pterocaulon polystachyum* DC. (Asteraceae) on onion (*Allium cepa*) root-tip cells. Genetics and Molecular Biology, n. 3, v. 29, p. 539-542, 2006.

MENEZES, A. S.; MOSTARDEIRO, M. A.; ZANATTA, N.; MOREL, A. F. (2004). Scutianine – J, a cyclopeptidic alkaloid isolated from *Scutia buxifolia*. Phytochemistry, v. 38, n. 3, p. 783-786, 1995.

MOREL, A. F.; GEHRKE, I. T. S.; MOSTARDEIRO, M. A.; ETHUR, E. M.; ZANATTA, N.; MACHADO, E. C. S. Cyclopeptide alkaloids from the bark of *Waltheria douradinha*. Phytochemistry, n. 3, v.51, p. 473-477, 1999.

MOREL, A. F.; ARAUJO, C. A.; DA SILVA, U. F.; HOELZEL, S. C.; ZÁCHIA, R.; BASTOS, N. R. Antibacterial cyclopeptide alkaloids from the bark of *Condalia buxifolia*. Phytochemistry, n. 5, v. 61, p. 561-566, 2002.

PETROVICK, P. R. Farmacognosia: Da planta ao medicamento. 3ª Edição. Ed. da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 821p., 2001.

PRAKASH, A.; VARMA, R. K.; GHOSAL, S. Alkaloid Constituents of *Sida acutai*, *S. humilis*, *S. rhombifolia* and *S. spinosa*. Planta Med, n. 43, p. 384-388, 1981.

SANCHES-LAMAR, A.; FLORES, M. Genotoxicidad de *Phyllanthus orbicularis* evaluada el ensayo de micronúcleos em células de ovario de hámster chino. Rev. Cubana Invest. Biomed, n. 1, v. 18, p. 22-23, 1999.

SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. Farmacognosia da planta ao medicamento. 4. ed., Porto Alegre: Ed. da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.

TEIXEIRA, R. O.; CAMPAROTO, M. L.; MANTOVANI, M. S.; VICENTINI, V. E. P. Assessment of two medicinal plants, *Psidium guajava* L. and *Achillea millefolium* L., in vitro and in vivo assays. Genetics and Molecular Biology, n. 4, v. 26, p. 551-555, 2003.

VICENTINI, V. E. P.; CAMPAROTO, M. L.; TEIXEIRA, R. O.; MANTOVANI, M. S. *Averrhoa carambola* L., *Syzygium cumini* (L.) Skeels and *Cissus sicyoides* L.: medicinal herbal tea effects on vegetal and test systems. Acta Scientiarum, n. 23, p. 593-598, 2001.

ESTABILIDADE DA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DE CULTIVARES DE MILHO NAS REGIÕES SUDOESTE PIAUIENSE, SUL E LESTE MARANHENSE

Milton José Cardoso¹; Hélio Wilson Lemos de Carvalho²; Paulo Evaristo de Oliveira Guimarães³; Evanildes Menezes de Souza⁴

¹Eng. Agr., D.Sc.; Pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Av. Duque de Caxias, 5650 CEP 64.006-220 Teresina, PI. E-mail: miltoncardoso@cpamn.embrapa.br; ²Eng. Agr., M.Sc., Pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Av. Beira Mar, 3250, CEP 49.025-040 Aracaju, SE; ³Eng. Agr., Ph.D., Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Rodovia MG 424, km 65 CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG; ⁴Estagiária da Embrapa Tabuleiros Costeiros

RESUMO: Foram avaliados 33 cultivares de milho (22 híbridos e 11 variedades) em 13 ambientes das regiões Sudoeste Piauiense, Sul e Leste Maranhense nas safras 2001/2002, 2002/2003 e 2003/2004 objetivando estudar a adaptabilidade e a estabilidade desses materiais para fins de recomendação. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com três repetições. Os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade foram estimados utilizando-se a metodologia proposta por Cruz et al. (1989). A análise de variância conjunta mostrou inconsistência no comportamento das cultivares diante das oscilações ambientais. Os híbridos apresentaram melhor adaptação que as variedades, consolidando-se como alternativas importantes para os agricultores que investem em tecnologias modernas de produção. Sobressaíram-se, nas condições favoráveis, os híbridos DAS 766, Pioneer 3021 e Pioneer 30 K 75. Entre as variedades, algumas expressaram adaptabilidade ampla, tais como Sertanejo, Asa Branca, AL 30, Al 34 e São Francisco, as quais podem tornar-se importantes nos sistemas de produção dos agricultores familiares da Região. Palavras-chave: Zea mays, previsibilidade, interação genótipo x ambiente.

GRAIN YIELD STABILITY OF CORN CULTIVAR IN THE SOUTH-WEST OF PIAUI STATE, SOUTH AND EAST OF MARANHÃO STATE

ABSTRACT: Thirty-three corn cultivar (22 hybrid and 11 varieties) were evaluated in thirteen environments of the South-West OF Piaui State, South and East of Maranhão State in the harvests years of the, 2001/2002, 2002/2003 and 2003/2004, aiming to know the adaptability and the stability of those materials for recommendation ends. The experiments were carried out in a randomized completely blocks design with three replications. The adaptability parameters and stability were made according to Cruz et al. (1989). In the joint analysis of variance, showed inconsistency in the behavior of the cultivar due to the environmental oscillations. The hybrid showed better adaptation than varieties, consolidating in important alternative for the farmers that invest in modern technologies of production. They stood out, in the favorable conditions, the hybrid DAS 766, Pioneer 3021 and Pioneer 30 K 75. Among the varieties, the ones that expressed wide adaptability, such as, Sertanejo, Asa Branca, AL 30, Al 34 and São Francisco are important to in the systems of the family farmers of the Region.

Keywords: Zea mays, previsibility, genotype x environments interaction.

INTRODUÇÃO

O milho consubstancia-se, entre as culturas anuais plantadas nos

estados do Piauí e Maranhão (Região Meio-Norte brasileira), em alternativa importante para exploração comercial em áreas das regiões Sudoeste Piauiense, Sul e Leste Maranhense. Nesses ambientes, predominam sistemas de produção que procuram explorar todo o potencial da cultura, mediante a utilização de tecnologias modernas de produção, onde a produtividade de grãos tem ultrapassado os 6.500kg ha⁻¹. Produtividades semelhantes têm sido freqüentemente registradas em ensaios de competição de cultivares realizados nesses ambientes, conforme Cardoso et al. (2000, 2001, 2003, 2004 e 2005).

Em razão do expressivo crescimento e da importância econômica do cultivo do milho nestes ambientes, onde estão inseridas grandes áreas de cerrados, diversos materiais genéticos (variedades e híbridos) são lançados anualmente no mercado regional, gerando a necessidade de se proceder à avaliação antes de suas divulgações, visando assessorar aos agricultores na escolha daqueles de melhor adaptação e portadores de atributos agrônômicos desejáveis.

A avaliação dos genótipos sob condições ambientais variadas faz com que a classificação relativa entre eles possa não ser coincidente, o que dificulta a identificação daqueles efetivamente superiores. Dessa forma, a recomendação de cultivares com base unicamente em suas produtividades médias de grãos, nos ensaios finais, podem contribuir para a indicação de genótipos de adaptação específica, que acabam comportando-se mal na amplitude de condições em que o cultivo se verifica (DUARTE e ZIMMERMANN, 1994). A oscilação no comportamento dos genótipos nas mais variadas condições ambientais tem demonstrado a significância da interação genótipo x ambiente e, conseqüentemente, o comportamento diferencial dos genótipos nos ambientes estudados (RAMALHO et al., 1993).

Entre os métodos de estudo da adaptabilidade e estabilidade fenotípica, a proposta de Cruz et al. (1989) tem sido bastante aplicada em razão de sua grande capacidade informativa, uma vez que ela permite estudar separadamente o comportamento individual dos genótipos em condições mais ou menos favoráveis. Diversos trabalhos têm realçado a aplicabilidade prática desse método (ARIAS, 1996; RIBEIRO et al., 2000; CARVALHO et al., 2002 e 2005; CARDOSO et al., 2005).

O presente trabalho teve por objetivo estudar a adaptabilidade e a

estabilidade de variedades e híbridos de milho quando submetidos a diferentes condições ambientais das regiões Sudoeste Piauiense, Sul e Leste Maranhense, para fins de recomendação.

MATERIAL E MÉTODOS

Nas safras de 2001/2002, 2002/2003 e 2003/2004 foram executados 13 ensaios em ambientes diferentes das regiões Sudoeste Piauiense, Sul e Leste Maranhense, distribuídos nos municípios de Baixa Grande do Ribeiro, Piauí e Barra do Corda, Brejo, Colinas, São Raimundo das Mangabeiras, Paraibano e Anapurus, Maranhão, entre as latitudes 03°44' S, no município de Anapurus a 07°32' S, em Baixa Grande do Ribeiro (Tabela 1).

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com três repetições dos 33 tratamentos (22 híbridos e 11 variedades).

Cada parcela constou de quatro fileiras de 5,0m de comprimento,

Tabela 1. Coordenadas geográficas dos municípios onde foram executados os experimentos. Região Meio-Norte do Brasil.

Locais	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (m)
São Rdo. das Mangabeiras/MA	7°22'	45°36'	225
Paraibano/MA	6°18'	43°57'	241
Colinas/MA	6°01'	44°14'	141
Barra do Corda/MA	5°43'	45°18'	84
Brejo/MA	3°41'	42°45'	55
Baixa G. do Ribeiro/PI	7°32'	45°14'	325
Anapurus/MA	3°44'	43°21'	105

espaçadas de 0,80m e 0,25m entre covas, nas fileiras. Foi mantida uma planta por cova, após o desbaste. Foram colhidas as duas fileiras centrais de forma integral. As adubações realizadas nesses ensaios obedeceram aos resultados das análises de solo de cada área experimental.

Os pesos de grãos foram submetidos à análise de variância, pelo modelo em blocos ao acaso. A análise de variância conjunta obedeceu ao critério de homogeneidade dos quadrados médios residuais (GOMES, 1990), e foram realizadas conforme Vencovsky e Barriga (1992), considerando-se como aleatórios os efeitos de blocos e ambientes e, fixo, o efeito de cultivares. As análises foram efetuadas utilizando-se o Statistical Analysis System (SAS, Institute, 1996), para dados balanceados (PROCA/

NOVA).

Os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade foram estimados pelo método de Cruz et al. (1989), baseado na análise de regressão bissegmentada, tendo como parâmetros de adaptabilidade à média (b_0), a resposta linear aos ambientes desfavoráveis (b_1) e aos ambientes favoráveis (b_1+b_2). Foi utilizado o seguinte modelo:

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

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

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises de variância por ambiente mostraram diferenças significativas entre as cultivares, revelando variações entre esses materiais nos vários ambientes (Tabela 2). Os coeficientes de variação obtidos oscilaram de 6% a 17%, conferindo boa precisão aos ensaios (SCAPIM et al., 1995). Na safra de 2001/2002 os municípios de Brejo, Colinas e São Raimundo das Mangabeiras, Maranhão, mostraram produtividades médias de grãos superiores a 6.400kg ha⁻¹. Na safra de 2002/2003, as produtividades médias de grãos nos municípios de Baixa Grande do Ribeiro, Piauí, e Paraibano e São Raimundo das Mangabeiras, Maranhão, superaram os 6.000kg ha⁻¹. Na safra de 2003/2004, os municípios de Baixa Grande do Ribeiro, Paraibano e São Raimundo das Mangabeiras superaram os 6.200kg ha⁻¹. Esses ambientes, que ocupam áreas representativas dos cerrados da Região Meio-Norte do Brasil, apresentaram melhores potencialidades para o desenvolvimento do cultivo do milho. As produtividades médias de grãos registradas nesses ambientes colocam essas áreas em condições de competir com outras áreas tradicionais de cultivo de milho localizadas nos estados do Mato Grosso e Goiás, o que contribuirá para a redução dos custos de importação de grãos de milho de outras partes do país para complementar a necessidade regional.

Tabela 2. Resumo das análises de variância da produtividade de grãos (kg ha⁻¹) por ensaio e ano agrícola. Região Meio-Norte do Brasil, 2004 (1).

Ambientes	Quadrados médios		Média	C. V. (%)
	Cultivares	Resíduo		
Ano agrícola 2001/2002				
Barra do Corda/MA	1552603,5*	502811,1	5015	14
S. Raimundo das Mangabeiras/MA	1415190,0**	269934,1	6474	8
Brejo/MA	1540798,4**	3725888,8	6925	9
Colinas/MA	11909587,4**	226668,1	7678	6
Baixa grande do Ribeiro/PI	1155302,6**	228261,5	4405	11
Ano Agrícola 2002/2003				
Brejo/MA	2773583,6**	735297,8	5034	14
Paraibano/MA	1894854,2**	438466,9	6116	11
S. Raimundo das Mangabeiras/MA	1637638,3**	422193,3	6892	9
Baixa Grande do Ribeiro/PI	2946313,9**	357049,1	7680	8
Ano agrícola 2003/2004				
Anapurus/MA	1857999,2**	246892,4	5896	8
Paraibano/MA	2515748,2**	491696,2	6375	11
S. Raimundo das Mangabeiras/MA	1037874,6**	288242,7	6148	9
Baixa Grande do Ribeiro/PI	2508054,6**	307653,0	6299	9

(1) Graus de liberdade: 32 (cultivares); 64 (resíduo) e ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Houve efeitos significativos ($p < 0,01$) na análise de variância conjunta quanto aos ambientes, cultivares e interação cultivares x ambientes (Tabela 3). A significância da interação cultivares x ambientes sugere a existência de um comportamento diferenciado das cultivares em face dos diferentes ambientes, permitindo-se, assim, o estudo pela análise de adaptabilidade e estabilidade proposta. Considerou-se, também, como cultivar melhor adaptada aquela que expressou rendimento médio de grãos superior à média geral (VENCOVSKY e BARRIGA, 1992).

Tabela 3. Resumo da análise de variância conjunta de rendimento de grãos (kg ha⁻¹) de 33 cultivares de milho em 13 ambientes do Meio-Norte brasileiro. Safras 2001/2002, 2002/2003 e 2003/2004.

Fonte de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios
Ambientes (A)	12	95458855,2**
Cultivres (C)	32	15917925,5**
Interação (AxC)	384	1568968,6**
Resíduo	832	375981,2

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

A produtividade média de grãos das cultivares (b_0), na média dos ambientes, oscilou de 4.876kg ha^{-1} a 7.348kg ha^{-1} , com média geral de 6.226kg ha^{-1} , o que indica o bom comportamento produtivo do conjunto avaliado (Tabela 4). Os materiais com produtividades médias de grãos acima da média geral mostraram melhor adaptação, destacando-se, entre eles, os híbridos DAS 8480, DAS 657 e A 2345. Os híbridos expressaram melhor adaptação que as variedades, produzindo, em média, 6.590kg ha^{-1} , superando em 19,9%, o rendimento médio das variedades (5.497kg ha^{-1}). A superioridade dos híbridos em relação às variedades tem sido destacada em diversos estudos no Nordeste brasileiro, conforme assinalam Souza et al. (2004), Cardoso et al. (2005) e Carvalho et al. (2005).

A estimativa de b_1 , que avalia os desempenhos dos materiais nas condições desfavoráveis, revelou no grupo de materiais de melhor adaptação ($b_0 >$ média geral) que os híbridos DAS 8480, A 2345, DAS 766, Pioneer 3021 e Pioneer 30 K 75 mostraram ser muito exigentes nessas condições de ambiente ($b_1 > 1$) (Tabela 4). A estimativa de $b_1 + b_2$, que avalia as respostas das cultivares nas condições favoráveis, evidenciou nesse grupo de materiais de melhor adaptação, que os híbridos DAS 8480, A 2345, DAS 766, Pioneer 3021, Pioneer 30 K 75, AS 32, Agromen 2012, SHS 5050, SHS 5070, SHS 4040, AS 3466 e Agromen 3150 responderam à melhoria ambiental ($b_1 + b_2 > 1$). Do conjunto avaliado, vinte e oito materiais mostraram os desvios da regressão estatisticamente diferentes de zero, o que implica comportamento imprevisível ou errático desses materiais nos ambientes considerados. A previsibilidade de comportamento pode também ser avaliada pela estimativa de R^2 que segundo Cruz et al. (1989) enfatizam que os materiais com valores acima de 80% não compromete sua previsibilidade. Nesse sentido pode-se inferir que os materiais avaliados apresentaram baixo nível de estabilidade, uma vez que, mais de 70% tiveram os valores de R^2 inferiores a 80%. Nota-se ainda que, dentro de cada grupo, híbridos e variedades encontram-se estimativas de $R^2 < 80\%$, permitindo inferir que a maior ou menor estabilidade das cultivares independe de sua base genética, havendo boa concordância com os resultados relatados por Ribeiro et al. (2000), Souza et al. (2004), Cardoso et al. (2005) e Carvalho et al. (2005).

A cultivar ideal preconizada pelo modelo bissegmentado (b_0 alto, $b_1 < 1$, $b_1 + b_2 > 1$ e desvio da regressão igual a zero) não foi encontrada no

conjunto avaliado. Da mesma forma, não foi encontrada qualquer cultivar que atendessem a todos os requisitos necessários para adaptação nos ambientes desfavoráveis (b_0 alto, $b_1 < 1$, $b_1 + b_2 < 1$ e desvio da regressão igual a zero). Apesar disso, o híbrido DAS 657 apresentou maior produtividade média de grãos nessa condição, o que sugere a possibilidade de recomendação para essas condições desfavoráveis. Apesar de os híbridos DAS 8480 e A 2345 serem exigentes nas condições desfavoráveis ($b_1 > 1$), mostraram também altas produtividades médias de grãos nos ambientes desfavoráveis, sugerindo assim suas recomendações para esse tipo de ambiente. Por outro lado, os híbridos DAS 766, Pioneer 3021 e Pioneer 30 K 75 expressaram os requisitos necessários de adaptação nos ambientes favoráveis (b_0 alto, estimativas de b_1 e $b_1 + b_2 > 1$ e desvios da regressão semelhantes a zero). Os híbridos DAS 8480 e A 2345, que apresentaram estimativas de b_0 alta, de b_1 e $b_1 + b_2 > 1$ também justificaram as suas recomendações para as condições favoráveis. Os demais híbridos pertencentes ao grupo de melhor adaptação ($b_0 >$ média geral) e com estimativas de $b_1 = 1$ evidenciaram adaptabilidade ampla, justificando suas recomendações para as diferentes áreas, principalmente de cerrados, da Região Meio-Norte do Brasil. Dentre esses, destacaram-se os híbridos AS 32, Agromen 2012, SHS 5050, SHS 5070, SHS 4040, AS 3466 e Agromen 3150 por responderem à melhoria ambiental ($b_1 + b_2 > 1$), isto porque mostraram estimativas de $b_2 > 0$.

Considerando-se a média geral das variedades (5.497 kg ha^{-1}), as variedades Sertanejo, AL Bandeirante, Asa Branca, SHS 3031, AL 30, AL 34 e São Francisco revelaram boa adaptação em ambientes de cerrados da Região Meio-Norte do Brasil, concordando com os dados dos trabalhos de competição de cultivares realizados em outros ambientes do Nordeste brasileiro (CARVALHO et al., 2000, 2002 e 2005). Nesse grupo, as variedades AL Bandeirante e SHS 3031 mostraram-se pouco exigente nas condições desfavoráveis ($b_1 < 1$), justificando suas recomendações para essa classe de ambientes. As demais variedades, que mostraram estimativas de $b_0 >$ média geral e de b_1 semelhantes à unidade, expressaram adaptabilidade ampla, constituindo-se em alternativas importantes para exploração comercial nos diferentes sistemas de produção das áreas em estudo.

CONCLUSÕES

1. Os híbridos e variedades avaliados no presente estudo diferem quanto à adaptabilidade e estabilidade de produção.
2. Os híbridos avaliados no presente estudo mostram melhor adaptação que as variedades, com destaque para DAS 7 66, Pioneer 3021 e Pioneer 30 K 75 em ambientes favoráveis.
3. As variedades Sertanejo, Asa Branca, AL 30, AL 34 e São Francisco revelam adaptabilidade ampla e se tornam alternativas importantes para os sistemas de produção dos agricultores familiares.

REFERÊNCIAS

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

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

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

CARDOSO, M. J.; CARVALHO, H. W. L. de.; SANTOS, M. X. dos.; et al. Comportamento fenotípico de cultivares de milho na Região Meio-Norte Brasileira. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v.36, n.2, p.181-188, 2005.

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

CARDOSO, M. J.; CARVALHO, H. W. L. de.; OLIVEIRA, A. C.; et al. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho em diferentes ambientes do Meio-Norte brasileiro. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v.35, n.1, p.68-75, 2004.

CARVALHO, H. W. L. de; LEAL, M. de L. da S.; CARDOSO, M. J.; et al. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no nordeste brasileiro no triênio 1998 a 2000. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, v.37, n.11, p.1581-1588, nov. 2002.

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

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

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

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

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

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

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

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

SCAPIM, C. A.; CARVALHO, C. G. P de.; CRUZ, C. D. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. . Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v30, n.5, p.683-686, 1995.

SOUZA, E. M. de.; CARVALHO, H. W. L. de.; LEAL, M. de L. da S.; et al. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho nos Estados de Sergipe e Alagoas. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 35, n. 1. p. 76-81, 2004.

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

Tabela 4. Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de 33 cultivares de milho em 13 ambientes das regiões Sudoeste Piauiense, Sul e Leste Maranhense. Safras 2001/2002, 2002/2003 e 2003/2004.

Cultivares	Produtividades médias de grãos			b ₁	b ₂	b ₁ +b ₂	s ₂ d	R ²
	Geral*	Desfavorável	Favorável					
DAS 8480 ^H	7348a	6255	8310	1,32**	0,94**	2,26*	6356791,3**	54
DAS 657 ^H	7338a	6737	7853	0,92ns	0,38ns	1,30ns	1322194,2**	71
A 2345 ^d	7303a	6194	8252	1,24*	0,52ns	1,76**	2319404,5**	72
DAS 766 ^H	7086b	5881	8117	1,38**	0,49ns	1,88**	1339525,0**	84
Pioneer 3021 ^H	7037b	5933	7983	1,28*	0,25ns	1,54*	587695,5ns	91
A 2555 ^H	6814c	6019	7495	0,87ns	0,48ns	1,36ns	1911841,8**	62
Pioneer 30 K. 75 ^H	6697c	5675	7572	1,33**	0,22ns	1,56*	1329551,6**	82
AS 32 ^H	6680c	6018	7247	1,07ns	0,55*	1,63*	1391945,0**	77
Agromen 2012 ^H	6653c	5708	7462	1,05ns	1,00**	2,14**	1927175,2**	74
SHS 5050 ^H	6613c	5635	7452	1,16ns	0,56*	1,72**	593602,7ns	90
Agromen 3050 ^H	6561c	5655	7052	0,98ns	-0,98**	0,01	581599,2ns	82
SHS 5070 ^H	6465d	5613	7195	1,00ns	0,59**	1,63*	1577746,9**	73
SHS 4040 ^H	6402d	5639	7056	0,90ns	0,65**	1,55*	1821212,0**	66
Agromen 3180 ^H	6386d	5437	7199	1,17ns	-0,09ns	1,07ns	652071,3ns	87
A 4646 ^H	6351d	5687	6920	0,98ns	0,22ns	1,21ns	2474445,9**	58
AS 3466 ^H	6336d	5696	6884	0,87ns	0,65*	1,52*	1080165,4**	76
Agromen 3100 ^H	6303d	5529	6966	1,03ns	0,24ns	1,28ns	769341,6*	83
Agromen 3150 ^H	6257d	5258	6856	1,11ns	0,56*	1,68**	944988,6**	84
BRS 3150 ^H	6223d	5568	7040	1,11ns	-1,05**	0,06**	1080469,4**	76
Colorado 32 ^H	6112d	5123	6958	1,02ns	0,92**	1,94**	1588974,3**	76
BRS 2110 ^H	6013e	5134	6481	1,10ns	-1,26**	-0,16**	782890,9*	81
BRS 2223 ^H	6006e	5660	6406	0,70*	-0,57*	0,12**	1247664,1**	52
Sertanejo	5907e	5301	6427	0,79ns	0,14ns	0,94ns	987066,4**	69
AL Bandeirante	5646f	5077	6134	0,77**	-0,45ns	0,31**	1324731,6**	56
Asa Branca	5634f	4835	6324	1,10ns	-0,63*	0,47*	485907,6ns	87
SHS 3031	5602f	4975	6138	0,76*	-0,58*	0,18**	1615323,0**	50
AL 30	5602f	5032	6090	0,80ns	-0,11ns	0,69ns	1256161,6**	62
AL 34	5554f	4929	6089	0,82ns	-0,72*	0,10**	1044889,1**	64
São Francisco	5521f	5031	6090	0,96ns	-0,74**	0,12**	666302,2*	76
AL 25	5482f	4888	5991	0,77*	-,63*	0,14**	1252653,1**	57
Sintético Dentado	5362f	4630	5990	0,92ns	-,91**	0,01**	677720,6*	77
BRS 4150	5277f	4639	5823	0,74**	0,28**	1,02ns	2051622,4**	50
BR 106	4876g	4182	5470	0,89ns	-1,06**	-0,16**	1771207,2**	56

As cultivares cujos nomes são seguidos das letras H são híbridos e as demais são variedades. *** significativamente diferente da unidade, para b₁ e b₁+b₂, e de zero, para b₂. Significativamente diferentes de zero, pelo teste F, para s₂². * Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

RIZÓBIOS COMO RIZOBACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO VEGETAL

Bruno Brito Lisboa¹; Luciano Kayser Vargas²; Enilson Luiz Saccol de Sá³

¹ Eng. Agr., M.Sc. em Ciência do Solo, Pesquisador da FEPAGRO. Rua Gonçalves Dias, CEP 90130-060, Porto Alegre-RS. E-mail: bruno@fepagro.rs.gov.br; ² Eng. Agr., Dr. em Ciência do Solo, Pesquisador da FEPAGRO, Porto Alegre-RS; ³ Eng. Agr., Dr. em Ciência do solo; Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia, UFRGS, Porto Alegre-RS

RESUMO: As bactérias do grupo conhecido como rizóbios são amplamente estudadas pela sua capacidade de realizar associações com plantas da família das leguminosas, estabelecendo uma relação simbiótica na qual a fixação do nitrogênio atmosférico é o principal benefício para o vegetal. Por outro lado, sabe-se hoje que estes microrganismos possuem a capacidade de colonizar a rizosfera de plantas não hospedeiras, bem como estabelecerem-se de forma endofítica. Estas propriedades, juntamente com a capacidade de produzir fitormônios, solubilizar e sequestrar nutrientes e provocar reações de defesa vegetal contra organismos patogênicos, tornam os rizóbios organismos com elevado potencial para atuarem como rizobactérias promotoras de crescimento vegetal. Esta revisão busca apresentar resultados recentes de pesquisas quanto ao emprego de rizóbios como rizobactérias promotoras de crescimento vegetal, apresentado seus benefícios, como o aumento de matéria seca, elevação na absorção de nutrientes e proteção contra fitopatógenos, e identificando os mecanismos de ação utilizados para tal. Estes microrganismos, em função da gama de conhecimento existente, bem como da quantidade de isolados em coleções espalhadas pelo mundo, podem configurar-se como um importante recurso para racionalizar a utilização de fertilizantes químicos e de agrotóxicos para o controle de moléstias vegetais.

Palavras-chave: *Rhizobium*, biocontrole, fitormônio.

RHIZOBIA AS PLANT GROWTH PROMOTING RHIZOBACTERIA

ABSTRACT: Bacteria collectively known as rhizobia are widely studied due to their ability to associate to legumes, establishing a symbiotic relation in which the fixation of atmospheric nitrogen is the main benefit to the plant. On other hand, it's known that such microorganisms possess the capacity to colonize the rhizosphere of non-host plants, as well as occur as endophytes. Those traits, along with their ability to produce phytohormones, solubilize and bind nutrients, besides elicit plant defense reactions against pathogens, turn rhizobia into organisms with high potential to act as (plant growth promoting rhizobacteria. This review intend to present recent research results concerning to the application of rhizobia as plant growth promoting rhizobacteria, showing the benefits of this practice, such as the increase of plant dry matter and elevation of nutrient uptake, besides describing the mechanisms used by rhizobia to promote plant growth. These microorganisms, due to the range of existing knowledge, as well as the amount of isolates stored in culture collections around the world, may consist of an important resource to rationalize the use of chemical fertilizers and agrochemicals to control plant diseases.

Keywords: *Rhizobium*, biocontrol, phytohormone.

INTRODUÇÃO

Os rizóbios são bactérias que compreendem um grupo forma-

do por cinco gêneros: *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Sinorhizobium*, *Mesorhizobium* e *Azorhizobium* (SAHGAL e JOHRI, 2003). São largamente reconhecidas pelo importante papel que desempenham na fixação biológica de nitrogênio associadas com leguminosas. Como se sabe, o nitrogênio (N) fixado por estes microrganismos proporciona anualmente uma grande economia de recursos naturais e econômicos para a produção de alimentos, que, em termos de Brasil, tem a soja como o principal exemplo de sucesso da associação (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006). Por outro lado, cada vez mais vêm ocupando espaço nas pesquisas em biotecnologia agrícola os microrganismos conhecidos como rizobactérias promotoras de crescimento vegetal (RPCV), os quais, por meio de determinados mecanismos, incrementam de forma direta ou indireta o desenvolvimento de vegetais em associações menos específicas do que as existentes entre rizóbios e leguminosas (ANTOUN e PRÉVOST, 2005).

Reconhecidamente, os rizóbios, além da capacidade de fixar o N atmosférico, também podem possuir características de promoção de crescimento vegetal, como a produção de hormônios vegetais, sideróforos, solubilização de nutrientes, geração de resistência sistêmica induzida a fitopatógenos, entre outros (CHABOT et al., 1996). O fato desses microrganismos serem importantes por sua capacidade de fixar N fez com que se acumulasse conhecimento a respeito de sua ecologia, fisiologia e genética. E este conhecimento está conduzindo a busca de estirpes destes microrganismos que possuam uma ou mais características de RPCV.

Existem diferentes conceituações para RPCV, sendo que quando se trata de microrganismos fixadores de N associados simbioticamente com vegetais, como rizóbios e actinomicetos do gênero *Frankia*, estes normalmente não são considerados como promotores de crescimento devido a esta habilidade. Isto se credita a grande especificidade das associações simbióticas com o hospedeiro, de forma que muitos autores preferem não agrupar estes organismos como RPCV (SESSITSCH et al., 2002) pela atividade fixadora, mas sim pela manifestação de outros mecanismos.

Deste modo, muitos trabalhos de pesquisas estão demonstrando que os rizóbios, além da fixação de N, também podem ter grande importância no âmbito da promoção de crescimento vegetal por outras vias. Sendo assim, esta revisão tem como meta apresentar resultados relativos à atividade promotora de crescimento vegetal exercida por rizóbios em

espécies vegetais não leguminosas, afóra a fixação biológica de N, em seus diferentes mecanismos de ação (SCHLINDWEIN et al., 2008; VARGAS et al., 2010; VARGAS et al., 2009).

PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO VEGETAL

A maior parte dos organismos que apresentam a capacidade de promover crescimento de plantas são bactérias gram negativas (ARORA et al., 2001), grupo ao qual pertencem os rizóbios.

A definição de rizobactérias promotoras de crescimento vegetal mais utilizada em trabalhos de pesquisa refere-se à capacidade destes organismos ocuparem os nichos rizosfera e raiz em condições competitivas, isto é, em solo não estéril, apresentando efeitos benéficos diretos ou indiretos no desenvolvimento vegetal (KLOEPPER, 2003). Desta forma, para que um microrganismo possa efetivamente ter uma ação de promoção de crescimento, ele deve estar intimamente ligado ao vegetal hospedeiro, o que pode ocorrer por duas formas: pela colonização da rizosfera ou pelo estabelecimento no interior da planta, tornando-se um endofítico (VESSEY, 2003). A interação planta-microrganismo também é importante para a eficiência do processo de promoção de crescimento, pois se por um lado a RPCV tem seu papel definido como produtora de reguladores de crescimento, controle de patógenos ou disponibilização de nutrientes, por outro, o vegetal tem a capacidade de exercer um controle sobre a rizosfera através de diálogo bioquímico, manifestado pela exudação de diversas substâncias químicas, as quais podem corresponder a até 50% do total do carbono que foi fotoassimilado, podendo, assim, estimular ou inibir a microbiota rizosférica (BARRIUSO et al., 2008).

A colonização e a sobrevivência na rizosfera são as primeiras fases para que uma RPCV possa expressar suas características (KLOEPPER e BEAUCHAMP, 1992). Chabot et al. (1996) avaliaram a colonização de raízes de milho (*Zea mays*) por estirpes de *Rhizobium leguminosarum* bv. phaseoli, selecionadas pela capacidade de solubilizar fosfatos, as quais chegaram a uma população de 1,26 x 10⁴ UFC por grama de raiz (peso fresco). Resultado que foi semelhante ao obtido por Schloter et al. (1997) que estudaram a colonização da rizosfera de milho por estirpe de *R. leguminosarum* bv. trifolii, noduladora de trevo vermelho (*Trifolium*

pratense), tendo observado uma grande expressão de lipopolissacarídeos bacterianos, o que, segundo os autores, pode ser indicativo da interação planta-microrganismo.

Existem também relatos a respeito da colonização endofítica de rizóbios em plantas não leguminosas. Sabri et al. (1997) avaliaram a interação entre plantas de trigo e *A. caulinodans*, noduladora da leguminosa *Sesbania rostrata*, e, por microscopia, identificaram a presença do rizóbio entre as células do córtex das plantas. Yanni et al. (1997) também observaram a presença endofítica de *R. leguminosarum* bv. *trifolii* em arroz (*Oryza sativa*), em sucessão com trevo alexandrino (*T. alexandrinum*), resultando no aumento de matéria seca do cereal em plantas que possuíam a bactéria como endofítica. Em sistemas de consórcio entre feijão e milho no México, Zamora e Romero (2001), identificaram a presença de *R. etli*, noduladora de feijão naquela região, de forma endofítica no cereal.

É importante salientar que a presença endofítica de rizóbios em plantas não leguminosas ocorre sem o emprego do aparato genético relativo aos fatores de nodulação, sendo que a penetração das bactérias se dá principalmente por microfendas no sistema radicular (GOUGH et al., 1997). Depois de colonizarem e estabelecerem-se, as RPCV podem empregar um ou mais mecanismos de ação para a promoção de crescimento vegetal, como por exemplo: produção de sideróforos, produção de reguladores de crescimento, redução dos níveis de etileno e solubilização de fosfatos (MELO, 1998).

As características de promoção de crescimento não podem ser consideradas como exceções, pois tanto na forma rizosférica como endofítica, existem muitos relatos a respeito de elevadas percentagens de organismos isolados sendo produtores de fitormônios, sideróforos, entre outros. Percebe-se isto em pesquisa realizada por Hilali et al. (2001), trabalhando com rizóbios, obtidos da rizosfera de trigo (*Triticum aestivum*) cultivado em rotação com trevo vermelho, como promotores de crescimento deste cereal. Cerca de 14% dos isolados foram responsáveis pelo aumento da matéria seca do vegetal em testes de casa de vegetação.

PRODUÇÃO DE REGULADORES DE CRESCIMENTO

Os fitormônios ou reguladores de crescimento são moléculas orgâ-

nicas que em baixas concentrações tem a capacidade de influenciar fisiologicamente o desenvolvimento de plantas (MELO, 1998). A produção de moléculas homólogas ou idênticas a hormônios vegetais por RPCV é o mecanismo de ação mais estudado e, provavelmente, do qual se obtiveram os melhores resultados práticos. Além disso, outro fato que desperta interesse quanto a este mecanismo de ação está associado ao desenvolvimento de rotas metabólicas comuns aos vegetais e bactérias, indicando aspectos de coevolução (SOLANO et al., 2008). Atualmente são conhecidos cinco grupos destas substâncias produzidas por microrganismos: auxinas, giberilinas, citocininas, etileno e ácido abscísico.

Avaliações de populações de bactérias rizosféricas sugerem que mais do que 80% destas são capazes de produzir ácido indol-acético (AIA) (LOPER e SCHROTH, 1986), um hormônio do grupo das auxinas que tem a propriedade de promover a multiplicação e alongação celular em baixas concentrações. Muitos isolados de *Rhizobium* sp. são capazes de produzir AIA e citocininas ou até mesmo ambos (SALAMONE et al., 2005). Basu e Ghosh (2001) observaram a produção de AIA por isolados de *Rhizobium* sp. noduladores da monocotiledônea *Roystonea regia*, em meio de cultura enriquecido com triptofano, aminoácido precursor desta auxina. De forma semelhante, Schlindwein et al. (2008), avaliando a produção de AIA por isolados de *R. leguminosarum* bv. trifolli, constataram que em meio líquido, também enriquecido com triptofano, o isolado TV-13 produziu o fitormônio em concentração de $171,1\mu\text{g mL}^{-1}$. Neste mesmo trabalho, os autores observaram o aumento do vigor de plântulas de alface (*Lactuca sativa*), quando as sementes foram germinadas na presença de culturas de isolados de *Bradyrhizobium* sp. que continham concentrações entre $1,2$ e $3,3\mu\text{g mL}^{-1}$ de AIA. A produção de AIA e citocininas por isolados de *R. leguminosarum* também promoveu a aceleração no processo de germinação da canola (*Brassica campestris*) e da alface em trabalho de Noel et al. (1996).

A resposta positiva de vegetais às auxinas se dá em pequenas concentrações. Portanto, quando esta é produzida em taxas elevadas, o efeito pode ser deletério para as plantas, como observado em trabalho de SCHLINDWEIN et al. (2008), que envolveu teste de germinação de sementes de alface, empregando-se isolados de *R. leguminosarum*, no qual a elevada concentração de AIA produzida pelo isolado TV-13, impediu o

desenvolvimento normal das plântulas, em processo de fitotoxidez .

Pesquisas demonstram que existe a resposta de crescimento vegetal pela produção de hormônios, como constatado em experimento com a inoculação de isolados de *Rhizobium* sp. e *R. leguminosarum* em plantas de arroz, em trabalho realizado por Biswas et al. (2000), no qual houve aumento da produção de grãos e matéria seca, além da elevação dos teores dos nutrientes N, P, K e Fe no tecido das plantas em relação as testemunhas. Segundo os autores, este incremento pode-se dever ao fato de que os isolados aumentaram a concentração de AIA no ambiente rizosférico, gerando modificações fisiológicas no tecido radicular, aumentando a absorção daqueles nutrientes.

REDUÇÃO DO ETILENO

O etileno em vegetais atua como um mensageiro de estresses bióticos e abióticos, atuando como um regulador negativo de crescimento. A biossíntese desta substância no vegetal encerra-se quando o ácido aminociclopropanocarboxílico (ACC) é convertido a etileno pela ação da enzima ACC oxidase.

Algumas bactérias têm a capacidade de reduzir os níveis de etileno no tecido radicular de vegetais. Este processo é explicado pela degradação da ACC pela enzima ACC desaminase produzida pela RPCV que compete com a ACC oxidase vegetal. A enzima bacteriana atua na rizosfera, degradando o ACC exudado pela planta, formando um gradiente do interior da planta para o exterior e favorecendo o processo de exudação (GLICK et al., 2001).

Este mecanismo, aliado à produção de auxina, inclusive pela mesma bactéria, pode conferir importantes modificações morfológicas no tecido radicular, como aumento de pêlos radiculares e massa de raízes favorecendo a absorção de nutrientes. Alguns trabalhos de pesquisa mostram que os rizóbios podem atuar como redutores do nível de etileno em vegetais através da produção da enzima ACC desaminase (CONTESTO et al, 2008; MA et al., 2003), nos quais isolados de *R. leguminosarum* bv. *viciae* e *M. loti* foram capazes de aumentar o número de raízes laterais em *Arabidopsis thaliana* através deste mecanismo. A redução do nível de etileno gerado por rizóbios é o mecanismo menos estudado, porém apresenta um poten-

cial interessante, principalmente quando atua em conjunto com a produção de hormônios de crescimento.

SOLUBILIZAÇÃO DE FOSFATOS

O fósforo é um dos mais importantes nutrientes minerais para os vegetais, sendo que sua deficiência é extremamente limitante na produção vegetal. Esta questão torna-se mais importante quando se trata dos solos tropicais, que devido ao seu elevado grau de intemperismo tornam-se grandes fixadores de fósforo, principalmente ligado a óxidos de ferro, em ligações de grande energia (NOVAIS e SMYTH, 1999).

A utilização de microrganismos que possuam a habilidade de solubilizar fósforo de formas inorgânicas estáveis é um assunto que há muito é tema de pesquisa (RODRIGUEZ e FRAGA, 1999). A solubilização de fosfatos por atividade microbiana pode se dar por ação química de ácidos, bioquímica - através de enzimas (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006) - e por troca de ligantes com ânions de ácidos orgânicos (ANDRADE et al., 2003).

Em trabalho com 446 isolados de rizóbios, Alikhani et al. (2006) avaliaram a capacidade solubilizadora destas bactérias em meio de cultura, utilizando formas orgânicas e inorgânicas de P, e observaram que 44% e 76% dos isolados solubilizaram o fósforo na forma de $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ e inositol hexafosfato, respectivamente. Contudo, os resultados positivos da ação solubilizadora de RPCV em ensaios realizados in vitro não são necessariamente reproduzidos quando os experimentos são realizados com plantas, constituindo-se num fator complicador para o emprego de técnicas de seleção de RPCV em laboratório.

O incremento da nutrição de P para vegetais a partir da disponibilidade do elemento oriundo de formas pouco solúveis, via atividade de rizóbios, foi observada em trabalhos como o de Peix et al. (2001), os quais identificaram, em experimento realizado em câmara de crescimento, que em solo suplementado com forma insolúvel de fósforo e inoculado com isolado de *M. mediterraneum*, os teores de P no tecido de plantas de grão-de-bico (*Cicer arietinum*) e cevada (*Hordeum vulgare*) foram superiores a 100% do tratamento sem a presença da bactéria. Além da disponibilização de P, ocorreu o aumento da matéria seca das plantas, bem como a maior

absorção de cálcio e magnésio, o que deve ser devido a melhor suplementação de fósforo, elemento altamente relacionado com energia química (ATP).

CONTROLE BIOLÓGICO

O controle de moléstias vegetais é um benefício que pode ser proporcionado por bactérias promotoras de crescimento vegetal por um ou mais mecanismos de ação. O biocontrole pode ser obtido principalmente através da produção de sideróforos, substâncias antibióticas e indução de resistência sistêmica.

Na literatura, encontram-se relatos a respeito do potencial de rizóbios como agentes biocontroladores, como a ação de isolados de *Bradyrhizobium* sp. noduladores do amendoim (*Arachis hypogaea*) contra o fungo patogênico *Macrophomina phaseolina*, que foram selecionados para apresentarem simultaneamente a produção de sideróforos, solubilização de fosfato e produção de AIA (DESHWAL et al., 2003). No estudo, os autores ponderam a respeito das vantagens de utilizar um rizóbio como biocontrolador em leguminosas em que nodulam, em relação a outros microrganismos, observando que além de fixar o N atmosférico, eles ainda promovem a sanidade vegetal. De forma similar Özkoç e Delüvelüin (2001) testaram a eficiência in vitro de 23 isolados de *R. leguminosarum* bv. phaseoli contra os fungos fitopatogênicos *Fusarium oxysporum*, *Pythium ultimum* e *Rhizoctonia solani*, observando que a maioria destes isolados foi efetiva para controlar os patógenos.

Além de controlar doenças causadas por microrganismo, o emprego de rizóbios como RPCV também tem potencial para reduzir os danos causados por nematóides, como demonstra Siddiqui et al. (2007) que, avaliando ação de isolados de *Rhizobium* sp. e de outras bactérias sobre galhas provocadas por *Melioidogyne javanica* em lentilha (*Lens culinaris*), observaram o aumento do crescimento das plantas, bem como a redução do número de galhas

O controle biológico envolve variáveis como agente biocontrolador, mecanismo de ação, patógenos, hospedeiro e ambiente. A inter-relação destes fatores vai determinar a eficácia do antagonismo. Na prática, o resultado destas interações leva a uma alta variabilidade no controle de

patógenos, constituindo-se numa das maiores dificuldades no estabelecimento de programas de controle biológico em condições de campo.

PRODUÇÃO DE SIDERÓFOROS

Em geral, os solos de regiões tropicais são caracteristicamente oxidícos, apresentando elevados teores de ferro em sua forma oxidada e insolúvel (Fe^{3+}), indisponíveis para os vegetais (SOLANO et al., 2008). Esta forma precipitada de ferro é também pouco disponível para os microrganismos, os quais demandam o elemento para o seu desenvolvimento, além do fato de que a competição por ferro em termos de rizosfera é superior à do solo não rizosférico. Entretanto, muitas bactérias possuem a capacidade de produzir substâncias que complexam o Fe, disponibilizando-o para a absorção microbiana (BRAUN et al., 1998). Os sideróforos são moléculas orgânicas com alta afinidade com Fe^{3+} , que após formar um complexo estável com o metal, é captado por um receptor específico, situado na membrana externa da bactéria, e, uma vez no interior da célula microbiana, o ferro é disponibilizado para o seu metabolismo (SIDDIQUI, 2005). A produção de sideróforos por bactérias pode promover a sanidade vegetal por aumentar o fornecimento de Fe, inibir crescimento de fitopatógenos através da redução da disponibilidade do elemento e também pela vantagem competitiva na rizosfera em relação aos patógenos (SOLANO et al., 2008).

A deficiência de formas assimiláveis de Fe no ambiente é fundamental para a produção de sideróforos. Patel et al. (2005) observaram que produção de sideróforos do grupo dos fenolatos por *R. leguminosarum* diminuía com o aumento do fornecimento de Fe ao meio de cultura.

Roy e Chakrabarty (2000) avaliando a produção de sideróforos por *Rhizobium* sp., em função da concentração de alumínio, observaram que os sideróforos além de aumentarem a disponibilidade do Fe, também reduzem a toxicidade do Al^{3+} do solo ao microrganismo, onde o metal é complexado à molécula orgânica.

A capacidade de crescer em ambientes com deficiência de formas disponíveis de ferro concretiza-se como um positivo fator de competição para estes microrganismos produtores de sideróforos, o que, de forma indireta, pode acabar beneficiando vegetais. Quando esta vantagem ocorre em

ambiente rizosférico, pode constituir-se numa proteção contra organismos fitopatogênicos que não possuem a mesma capacidade para crescerem em condição de deficiência de Fe (ARORA et al, 2001). Os microrganismos são muito mais sensíveis à deficiência de Fe que os vegetais, tendo em vista que a maioria das plantas pode crescer em concentrações de ferro mil vezes inferiores as que necessitam os microrganismos (SIDDIQUI, 2005).

São diversos os estudos relativos à produção de sideróforos por rizóbios com resultados positivos no controle biológico de doenças radiculares em plantas (CARSON et al., 2000; YEOMAN et al., 2000; DOBBELAERE, et al., 2003). Omar e Abd-Alla (1998), avaliando a ação biocontroladora de 20 isolados de *Bradyrhizobium* e *Rhizobium* contra os fungos fitopatogênicos *Fusarium solani*, *Macrophomina phaseolina* e *Rhizoctonia solani*, verificaram que todos eles tiveram alguma ação inibidora, havendo ou não disponibilidade de ferro no meio de cultura, mostrando neste caso que a produção de sideróforos não foi decisiva no controle dos patógenos. Aparentemente a atuação do sideróforo como um fator biocontrolador de fitopatógenos em ambiente rizosférico, está mais ligada ao fato de esta substância propicia uma maior capacidade para a RPCV em colonizar a rizosfera, em detrimento ao patógeno, do que a ação direta em indisponibilizar Fe ao organismo patogênico.

INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA SISTÊMICA

Todos os vegetais possuem um conjunto de defesas contra agentes patogênicos. Estas defesas são burladas quando um fitopatógeno virulento consegue infectar o vegetal sem que este detecte a invasão dos seus tecidos, ou quando a resposta da defesa não é suficiente para evitar a instalação do patógeno (VAN LOON et al., 1998).

Entende-se a indução de resistência sistêmica (IRS) como a ativação da resistência latente através de um sinalizador, que pode ser uma substância química, patógeno em potencial, organismos não patogênicos e formas não virulentas (VAN LOON, 1997). Atualmente, sabe-se que rizóbios podem deflagrar reações de resistência vegetal contra patógeno, como demonstrado em trabalho de ELBADRY et al. (2006). Os autores constataram a geração de processo de IRS em plantas de fava inoculadas com *R. leguminosarum* bv. viceae, o que acabou por diminuir a percentagem de

incidência do mosaico amarelo do feijão (BYMV), causado por um potyvirus, além da redução da concentração do vírus nas plantas tratadas. Nas plantas inoculadas, foi identificada uma significativa elevação na concentração de ácido salicílico, o qual é um elicitador das reações de IRS.

A IRS depende de uma complexa rede de expressão de genes de defesa, os quais podem ser ativados dependendo do tipo de estímulo (DIXON et al., 1994). Arfoui et al. (2007), avaliando o efeito de rizóbios inoculados em plantas de grão-de-bico, perceberam a ativação de genes de defesa contra murcha provocada por *Fusarium oxysporum*, culminando com a produção de fitoalexinas, explicando a inibição do patógeno em experimentos realizados em casa de vegetação e em condições de campo, em trabalho anterior (ARFOUI et al., 2006). De forma semelhante, Mishra et al. (2006) avaliando a produção de compostos fenólicos em plantas de arroz, os quais indicam a resposta inicial de defesa do vegetal contra um patógeno, observaram que a inoculação das plantas com isolados de *R. leguminosarum* bv. phaseoli provocou as maiores produções destes compostos em comparação com plantas não inoculadas, principalmente em presença do fungo patogênico *R. solani*.

Além da ativação das defesas contra agentes patogênicos microbiológicos, pode haver reação contra a infestação de parasitas vegetais, como a invasora *Orobanche crenata*. Este vegetal não produtor de clorofila, parasita raízes de muitas famílias vegetais, dentre elas as leguminosas. Em trabalhos visando o controle biológico desta planta, Mabrouk et al. (2006, 2007), identificaram que plantas de ervilha (*Pisum sativum*) inoculadas com um isolado de *R. leguminosarum* apresentaram acumulação de toxinas, dentre as quais compostos fenólicos e pisatina, caracterizando uma IRS. Observaram também que as plantas de ervilha inoculadas com rizóbios selecionados inibiram a germinação normal de sementes de *O. crenata*, fazendo com que a taxa de infecção na leguminosa fosse reduzida, indicando um caminho promissor para o manejo desta invasora que ainda não possui registro de ocorrência no Brasil.

A IRS por RPCV pode ser otimizada quando é utilizado como elicitador mais de um microrganismo, como demonstra o trabalho realizado por Dutta et al. (2008), quando avaliaram a ocorrência do fenômeno em feijão guandu (*Cajanus cajan*). No experimento, plantas tiveram seus sistemas

radiculares expostos de forma separada ao patógeno *Fusarium udum* e às RPCV *Bacillus cereus* ou *Pseudomonas aeruginosa*, sendo avaliado a interação com isolado de *Rhizobium* sp. Foi constatado que houve a elevação da resistência nas plantas tratadas, principalmente quando associadas com o rizóbio. A combinação das RPCV com o rizóbio elevou as atividades de enzimas relacionadas com a resistência vegetal em relação aos tratamentos que não empregavam a bactéria fixadora de nitrogênio.

As pesquisas demonstram o potencial que estes microrganismos possuem em termos de amplificar a resistência a fitopatógenos através de vários trabalhos científicos. Entretanto, a utilização deste tipo de princípio, como forma de manejo de moléstias na produção vegetal ainda parece estar distante do emprego em massa, como o controle biológico de forma geral.

CONCLUSÃO

O emprego dos rizóbios na agricultura com a função de fixar nitrogênio em associação com leguminosas já está consolidado. Porém, sua utilização como promotoras de crescimento é potencial para aumentar sua importância agrícola. Os resultados de pesquisas apresentados nesta revisão mostram que a maior parte dos mecanismos de ação de promoção de crescimento atualmente conhecidos são intermediados por rizóbios.

Provavelmente, os rumos dos trabalhos nessa área devem encaminhar-se para a concretização de resultados em condição de campo, ou seja, a obtenção de maiores rendimentos, controle de moléstias vegetais e racionalização do emprego de fertilizantes por meio da inoculação em larga escala com rizóbios nas mais variadas culturas agrícolas.

REFERÊNCIAS

ALIKHANI, H. A.; SALEH-RASTIN, N.; ANTOUN, H. Phosphate solubilization activity of rhizobia native to Iranian soils. *Plant and Soil*, Hague, v.287, p.35–41, 2006.

ANDRADE, F. V. et al. Adição de ácidos orgânicos e húmicos em latossolos e adsorção de fosfato. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.27, n.6, p.1003-1011, 2003.

ANTOUN, H.; PRÉVOST, D. Ecology of plant growth promoting rhizobacteria. In: SIDDIQUI Z.A. (ed) *PGPR: biocontrol and biofertilization*, Dordrecht: Springer, 2005, p. 111–142.

ARFAOUI, A.; SIFI, B.; EL HADRAMI, A.; MABROUK, Y. et al. Treatment of chickpea with *Rhizobium* isolates enhances the expression of phenylpropanoid defense-related genes in response to infection by *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris*. *Plant Physiology and Biochemistry*, Paris, v.45, p.470-479, 2007.

ARFAOUI, A.; SIFI, B.; BOUDABOUS, A.; et al. Identification of *Rhizobium* isolates possessing antagonistic activity against *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceris*, the causal agent of *Fusarium* wilt of chickpea. *Journal of Plant Pathology*, Bari, v.88, n.1, p.67-75, 2006.

ARORA, N. K.; KANG, S. C.; MAHESHWARI, D. K. Isolation of siderophore-producing strains of *Rhizobium melioli* and their biocontrol potential against *Macrophomina phaseolina* that causes charcoal rot of groundnut. *Current Science*, Bangalore, v.81, n.6, 2001.

BARRIUSO, J.; SOLANO, B. R.; LUCAS, J. A.; et al. Ecology, genetic diversity and screening strategies of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) in: AHMAD, I. et al.(eds) *Plant-bacteria Interactions*, Weinheim: Wiley-vch, 2008, p. 01-17.

BASU, P. S.; GHOSH, A. C. Production of indole acetic acid in culture by a *Rhizobium* species from the root nodules of a monocotyledonous tree, *Roystonea regia*. *Acta Biotechnologica*, Berlin, v.21, n.1, p.65-72, 2001.

BISWAS, J. C.; LADHA, J. K., DAZZO, F. B. Rhizobia inoculation improves nutrient uptake of lowland rice. *Soil Science Society of America*, Stanford, v.64, p.1644-1650, 2000.

BRAUN, V. et al. Bacterial iron transport: mechanisms, genetics, and regulation. *Metal Ions in Biological Systems*, New York, v.35, p.67-145, 1998.

CARSON, K. C.; MEYER, J. M. Y.; DILWORTH, M. J. Hydroxamate siderophores of root nodule bacteria. *Soil Biology and Biochemistry*, Elmsford, v.32, n.1, p.11-21, 2000.
CHABOT, R.; ANTOUN, H.; KLOEPPER, J. et al. Root colonization of maize and lettuce by bioluminescent *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli*. *Applied Environmental Microbiology*, Washington, v.62, n.8, p.2767-2772, 1996.

CONTESTO, C.; DESBROSSES, G.; LEFOULON, C. et al. Effects of rhizobacterial ACC deaminase activity on *Arabidopsis* indicate that ethylene mediates local root responses to plant growth-promoting rhizobacteria. *Plant Science*, Limerick, v.175, p.178-189, 2008.

DIXON, R. A.; HARRISON, M. J.; LAMB, C.J. Early events in the activation of plant defense responses. *Annual Review of Phytopathology*, Palo Alto, v.32, p.479-501, 1994.

DESHWAL, V. K.; DUBEY, R. C.; MAHESHWARI, D. K. Isolation of plant growth

-promoting strain of *Bradyrhizobium* (*Arachis*) sp. with biocontrol potencial against *Macrophomina phaseolina* causing charcoal rot of peanut. *Current Science*, Bangalore, v.84, n.3, 2003.

DOBBELAERE, S.; VANDERLEYDEN, J.; OKON, Y. Plant growth-promoting effects of diazotrophs in the rhizosphere. *Critical Reviews in Plant Sciences*, Philadelphia, v.22, n.2, p.107-149, 2003.

DUTTA, S.; MISHRA, A. K.; DILEEP, B. S. Induction of systemic resistance against fusarial wilt in pigeon pea through interaction of plant growth promoting rhizobacteria and rhizobia. *Soil Biology and Biochemistry*, Elmsford, v.40, p.452-461, 2008.

ELBADRY, M.; TAHA, R. M.; ELDOUGDOUG, K. A. et al. Induction of systemic resistance in faba bean (*Vicia faba* L.) to bean yellow mosaic potyvirus (BYMV) via seed bacterization with plant growth promoting rhizobacteria. *Journal of Plant Diseases and Protection*, Braunschweig, v.113, n.6, p.247-251, 2006.

GLICK, B. R.; LIU, C.; GHOSH, S.; DUMBROFF, E. B. A model for the lowering of plant ethylene concentrations by plant growth promoting bacteria. *Journal of Theoretical Biology*, Londres, v.190, p.63-68, 2001.

GOUGH, C., VASSE, J., GALERA, C. et al. Interactions between bacterial diazotrophs and non-legume dicots: *Arabidopsis thaliana* as a model plant. *Plant Soil*, Hague, v.197, p.123-130, 1997.

HILALI, A.; PRÉVOST, D.; BROUGHTON, W.J. et al. Effects of inoculation with strains of *Rhizobium leguminosarum* biovar *trifolii* on the growth of wheat in two Moroccan soils. *Canadian Journal of Microbiology*, Ottawa, v.47, n.6, p.590-593, 2001.

KLOEPPER, J. W. A review of mechanisms for plant growth promotion by PGPR. In: 6TH INTERNATIONAL PGPR WORKSHOP, 2003, Calicut, India. Abstracts... Calicut: Indian Institute of Spices Research, 2003. p.81-92.

KLOEPPER, J. W.; BEAUCHAMP, C. J. A review of issues related to measuring colonization of plant roots by bacteria. *Canadian Journal of Microbiology*, Ottawa, v.38, p.1219-1232, 1996.

LOPER, J. E.; SCHROTH, M. N. Influence of bacterial sources of indole-3-acetic acid on root elongation of sugar beet. *Phytopathology*, Saint Paul, v.76, p.386-389, 1986.

MA, W.; GUINEL, F. C.; GLICK, B. R. *Rhizobium leguminosarum* biovar *viceae* l-aminocyclopropane-1-carboxylate deaminase promotes nodulation of pea plant. *Applied Environmental Microbiology*, Washington, v.69, p. 4396-4969. 2003.

MABROUK, Y.; SIMIER, P.; DELAVAUULT, P. et al. Molecular and biochemical mechanisms of defense induced in pea by *Rhizobium leguminosarum* against *Orobanche*

crenata. *Weed Research*, Oxford v.47, p.452-453, 2007.

MABROUK, Y.; ZOURGUI, L.; SIFI, B. et al. Some compatible *Rhizobium* leguminosarum strains in peas decrease infections when parasitised by *Orobanche crenata*. *Weed Research*, Oxford, v. 47, p.44-53, 2006.

MELO, I.S. Rizobactérias promotoras de crescimento de plantas: descrição e potencial de uso na agricultura. In: MELO, I.S. & AZEVEDO, J.L., (Eds). *Ecologia Microbiana*. Jaguariúna: Embrapa - CNPMA, 1998. 488p.

MISHRA, R. N.; SINGH, R.; JAISWAL, H. et al. *Rhizobium*-mediated induction of phenolics and plant growth promotion in rice (*Oryza sativa* L.) *Current Microbiology*, New York, v.52, p.383-389, 2006.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. *Microbiologia e bioquímica do solo*. Lavras: Editora UFLA, 2006. 729p.

NOEL, T.C.; SHENG, C.; YOST, C. K. et al. *Rhizobium* leguminosarum as a plant growth promoting rhizobacterium: direct growth promotium of canola and lettuce. *Canadian Journal of Microbiology*, Ottawa, v.42, n.3, p.279-283, 1996.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. Fósforo em solo e planta em condições tropicais. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 399p.

OMAR, S. A.; ABD-ALLA, M. H. Biocontrol of fungal root rot diseases of crop plants by the use of rhizobia and bradyrhizobia. *Folia Microbiologica*, Delft, v.43, n.4, p.431-437, 1998.

ÖZKOÇ, I.; DELÜVELÜİN, M. H. In vitro inhibition of the mycelial growth of some root rot fungi by *Rhizobium* leguminosarum biovar phaseoli isolates. *Turkish Journal of Biology*, Ankara, v.25, p. 435-445, 2001.

PATEL, H. N.; CHAKRABORTY, R. N.; DESAI, S. B. Effect of iron on siderophore production and on outer membrane proteins of *Rhizobium* leguminosarum IARI 102. *Current Microbiology*, New York, v.28, n.2, p.119-121, 1994.

PEIX, A.; RIVAS, A. A.; MATEOS, P. F. et al. Growth promotion of chickpea and barley by a phosphate solubilizing strain of *MesoRhizobium mediterraneum* under growth chamber conditions. *Soil Biology & Biochemistry*, Elmsford, v.33, p.103-110, 2001.

RODRIGUEZ, H.; FRAGA, R. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. *Biotechnology Advances*, New York, v.17, p.319-339, 1999.

ROY, N.; CHAKRABARTTY, P. K. Effect of Aluminum on the Production of Siderophore by *Rhizobium* sp. (*Cicer arietinum*). *Current Microbiology*, New York, v.41, p.5-10, 2000.

SABRY, S. R. S.; SALEH, S. A.; BATCHELOR, C. A. et al. Endophytic establishment of *AzoRhizobium* caulino-dans in wheat. Proceedings of the Royal Society, Londres, v. 264, p. 341-346, 1997.

SAHGAL, M.; JOHRI, B. N. The changing face of rhizobial systematics. Current Science, Bangalore, v.84, n.1, p.43-48, 2003.

SALAMONE, I. E. G.; HYNES, R. K.; NELSON, L. M. 2005. Role of cytokinins in plant growth promotion by rhizosphere bacteria in: SIDDIQUI, Z.A. (Ed). Pgpr: biocontrol and biofertilization. 2005.

SCHLOTTER, M.; WIEHE, W.; ASSMUS, B. et al. Root colonization of different plants by plant-growth-promoting *Rhizobium* leguminosarum bv. trifolii R39 studied with monospecific polyclonal antisera. Applied and Environmental Microbiology, Washington, v.63, n.5, p.2038-2046, 1997.

SCHLINDWEIN, G; VARGAS, L. K.; LISBOA, B. B. et al. Influência da inoculação de rizóbios sobre a germinação e o vigor de plântulas de alface. Ciência Rural. Santa Maria, v.38, n. 3, p.658-664, 2008.

SESSITSCH, A; HOWIESON, J. G.; PERRET, X. et al. Advances in *Rhizobium* research. Critical Review in Plant Science, Londres v.21, p.323-378, 2002.

SIDDIQUI, Z. A. PGPR: prospective biocontrol agents of plant pathogens. In: SIDDIQUI Z.A. (ed) PGPR: biocontrol and biofertilization, Dordrecht: Springer , 2005, p. 111–142.

SOLANO, B. R; MAICAS, J. B.; MAÑERO, F. J. G. Physiological and molecular mechanisms of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR). in: AHMAD, I; PICHTEL, J.; HAYAT, S. (ed) Plant-bacteria interactions, Weinheim: Wiley-vch, 2008, p. 41-52.

YANNI, Y. G.; RIZK, R; CORICH, V. et al. Natural endophytic association between *Rhizobium* leguminosarum bv. trifolii and rice roots and assessment of its potential to promote rice growth. Plant and Soil, Hague, v.194, n 99. p.99-114, 1997.

YEOMAN, K.H.; WISNIEWSKI, F.; TIMONY, C. et al. Analysis of the *Rhizobium* leguminosarum siderophore-uptake gene *fhuA*: differential expression in free-living bacteria and nitrogen-fixing bacteroids and distribution of an *fhuA* pseudogene in different strains. Microbiology, New York, v.146, p.829-837, 2000.

VAN LOON, L. C.; BAKKER, P. A. H. M.; PIETERSE, C. M. J. Systemic resistance induced by rhizosphere bacteria. Annual Review of Phytopathology, Palo Alto, v.36, p.453-483, 1998.

VAN LOON, L. C. Induced resistance in plants and the role of pathogenesis-related proteins. European journal of plant pathology, Dordrecht, v.103, p.753–765, 1997.

VARGAS, L. K.; LISBOA, B. B.; GIONGO, A. et al. Potential of Rhizobia as Plant Growth-Promoting Rhizobacteria. In: KHAN, M. S.; MUSARRAT, J.; ZAIDI, A. (ORG.). *Microbes for Legume Improvement*. 1 ed. Viena: Springer, 2010, cap. 7, p. 137-155

VARGAS, L. K., LISBOA, B.; SCHLINDWEIN, G. et al. Occurrence of plant growth-promoting traits in clover nodulating rhizobia strains isolated from different fields of Rio Grande do Sul state. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 33, p. 1227-1235, 2009.

VESSEY, J. K. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant and Soil*, Hague, v.255, p.571–586, 2003.

ZAMORA, M. L. G.; ROMERO, M. E. Natural endophytic association between *Rhizobium etli* and maize (*Zea mays* L.). *Journal of Biotechnology*, Amsterdam, v.91, p.117-126, 2001.

POTENCIAL ALELOPÁTICO DE EXTRATOS AQUOSOS DE CULTURAS DE COBERTURA DE SOLO SOBRE A GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE *Digitaria* spp.

Dirceu Agostinetto¹; Pedro Valério Dutra de Moraes²; Claudia de Oliveira³; Catarine Markus³; Leandro Galon²

¹Eng. Agr., Dr. Professor do Departamento de Fitossanidade/Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/Universidade Federal de Pelotas, Pelotas/RS, CEP 95015-560, Bolsista do CNPQ, E-mail: agostinetto@ig.com.br.;

²Eng. Agr., M.Sc. Aluno do Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade/Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/Universidade Federal de Pelotas, Pelotas/RS; ³Aluno do curso de Agronomia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/Universidade Federal de Pelotas, Pelotas/RS.

RESUMO: Os aleloquímicos afetam as plantas inibindo principalmente a germinação e o desenvolvimento inicial de plântulas. Ensaios para determinar o potencial alelopático de espécies vegetais são amplamente utilizados, onde a germinação e o comprimento da parte aérea e radicular de plântulas podem ser monitorados, assim como o controle. Foram investigados, em diferentes concentrações, os efeitos de extratos da parte aérea, planta inteira e sistema radical de culturas de cobertura sobre a germinação e o desenvolvimento de *Digitaria* spp. (milhã). O delineamento experimental foi completamente casualizado, com quatro repetições e os tratamentos constando de culturas de cobertura, partes da planta e concentrações dos extratos vegetais. Os extratos de nabo-forrageiro, em geral, apresentaram maior potencial alelopático, seguido de extratos de trevo-vesiculososo, afetando a germinação e o desenvolvimento de milhã. A parte aérea das culturas de cobertura foi a que apresentou, em geral, maior atividade alelopática, sobre a germinação e o desenvolvimento de milhã. A atividade alelopática sobre a milhã aumenta com o incremento da concentração dos extratos, das diferentes partes vegetais. A variável índice de velocidade de germinação é o melhor indicador de atividade alelopática de culturas de cobertura sobre milhã.

Palavras-chave: *Brassica napus*; *Raphanus sativus*; *Trifolium vesiculosum*; *Lolium multiflorum*; alelopatia.

ALLELOPATHIC POTENTIAL OF AQUEOUS EXTRACTS OF COVER CROPS ON GERMINATION AND EARLY DEVELOPMENT OF *Digitaria* spp.

ABSTRACT: Allelochemicals affect plants inhibiting seed germination and the initial seedling development. Tests to determine the allelopathic potential of plants species are used thoroughly, where the germination rate and the length of the aerial shoot and root can be monitored, as well as the control. The objective of this study was investigate, in different concentrations, the effects of extracts of the shoot, whole plant and root system of cover crops on the germination and the development of *Digitaria* spp. The experimental design consisted of randomized complete blocks, with 4 replications. The treatments were: cover crop, parts of plant and concentrations of plants extracts. Extracts of *Raphanus sativus*, in general, had more allelopathic potential, following by extracts of *Trifolium vesiculosum*, affecting the germination and development of *Digitaria* spp. The shoot of the cover crops, presented in general, larger allelopathic activity, on *Digitaria* spp the germination and development. The allelopathic activity on *Digitaria* spp increases with the increment of extracts concentration of different plants parts. The variable speed

germination is the best indicator of allelopathic activity of cover crops on *Digitaria* spp. Keywords: *Brassica napus*, *Raphanus sativus*, *Trifolium vesiculosu*, *Lolium multiflorum*, allelopathy.

INTRODUÇÃO

Dentre as plantas daninhas ocorrentes na cultura do milho, as pertencentes ao gênero *Digitaria* (milhã) destacam-se em função da competição por recursos do meio e pela dificuldade de controle, em função de ambas as espécies pertencerem a mesma família botânica. Assim, faz-se necessário a utilização de práticas de manejo que reduzam o efeito negativo da planta daninha sobre a cultura, evitando perdas na produtividade de grãos.

O controle de plantas daninhas pelo uso de alelopatia pode ser importante ferramenta para adoção do manejo integrado. A principal forma pelas quais os aleloquímicos afetam as plantas é inibindo a germinação das sementes (ESPINDOLA et al., 2000). Já, segundo Ferreira e Áquila (2000), o desenvolvimento inicial da plântula é mais sensível aos aleloquímicos, sendo estes efeitos, manifestações secundárias ocorridas inicialmente a nível molecular e celular.

Para verificar o comportamento germinativo de uma espécie vegetal sob a ação de aleloquímicos utilizam-se bioensaios, que servem para avaliar o potencial alelopático das espécies em estudo. Uma vez determinado o potencial alelopático de uma espécie, através de testes de laboratório, os resultados poderão ser levados a campo, servindo como opção a mais no controle racional das plantas daninhas (MEDEIROS e LUCCHESI, 1993).

Estudos têm demonstrado que a resposta a aleloquímicos pode ser dependente de concentração. Aleloquímicos que inibem o crescimento de algumas espécies em determinadas concentrações podem estimular o crescimento das mesmas ou diferentes espécies em diferentes concentrações (NARWAL, 1994). Deste modo, é essencial identificar quais espécies, partes da planta e/ou concentrações em que ocorre cada resposta específica e se ocorrem interações de aleloquímicos.

O objetivo deste estudo foi investigar, em diferentes concentrações, os efeitos de extratos da parte aérea, planta inteira e sistema radical de culturas de cobertura sobre a germinação e o desenvolvimento inicial

de *Digitaria* spp.

MATERIAL E MÉTODOS

As espécies vegetais canola (*Brassica napus*), nabo-forrageiro (*Raphanus sativus*), trevo-vesiculososo (*Trifolium vesiculosum*) e azevém (*Lolium multiflorum*), foram semeadas em casa de vegetação, em vasos com capacidade de 8 litros.

Para o preparo dos extratos, as plantas foram coletadas quando apresentavam-se em estágio de florescimento. Os sistemas radicais das plantas, no momento da coleta, foram lavados, e posteriormente secos a sombra a temperatura ambiente, juntamente com a parte aérea. Quando o material apresentava-se seco, foi moído em moinho tipo martelo, em malha 0,1 a 0,5cm. Após, foi determinado o teor de umidade residual nos tecidos pela secagem de amostras em estufa à 60°C, por período de 120 horas, para se proceder a correção da umidade, tendo como base a matéria seca.

Os extratos foram preparados na concentração de 10% peso/volume, com base no teor de matéria seca, sendo os tecidos deixados imerso em água destilada, em potes plásticos fechados por período de 24 horas e em temperatura ambiente. Após, o extrato bruto foi filtrado em papel filtro para eliminar partículas grosseiras e posteriormente em filtro a vácuo, para em seguida ser diluído em água destilada, conforme os tratamentos.

O experimento foi instalado no laboratório do Centro de Herbologia do Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da UFPEL, em câmara de crescimento (BOD) com fotoperíodo de 12/12 horas luz/escuro e temperatura constante de 25°±1C.

O delineamento experimental utilizado foi completamente casualizado, com quatro repetições. Os tratamentos foram arrançados em esquema fatorial, constituído de: fator A - culturas de cobertura (canola, nabo-forrageiro, trevo-vesiculososo e azevém); fator B - partes da planta (planta inteira, parte aérea ou sistema radical); e, fator C - concentrações (0; 1; 2,5; 5 e 10% peso/volume) dos extratos vegetais.

A germinação das sementes de *Digitaria* spp. (milhã) foi realizada em caixas gerbox sobre duas folhas de papel germiteste. Em cada gerbox, foram dispostas 36 sementes e adicionados 15mL dos extratos ou água

destilada, conforme os tratamentos.

Diariamente, durante sete dias, foi realizada contagem do número de sementes germinadas, para estabelecer o índice de velocidade de germinação (IVG), calculado pela fórmula descrita por Maguire (1962) e modificada por Wardle et al. (1991): $IVG = [N1/1 + N2/2 + N3/3 + \dots + Nn/n]$, onde, N1, N2, N3 e Nn são o número de sementes germinadas e 1, 2, 3 e n são o número de dias após semeadura. Considerou-se como germinada a semente que apresentou radícula com pelo menos dois cm de comprimento.

Ao final do período (sete dias), foram avaliadas a germinação, o comprimento da parte aérea (CPA) e radicular (CR), pela medida de 15 plântulas por unidade experimental e matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca do sistema radical (MSR), após secagem em estufa (60°C).

Os valores de germinação, após avaliação de homocedasticidade, foram transformados por arco seno $\sqrt{x}/100$. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e, em caso de se constatar significância estatística, foi procedida comparação entre médias, para o fator culturas de cobertura ou partes de plantas, utilizando-se o teste de Tukey ($p \leq 0,05$) e para o fator concentração dos extratos utilizou-se análise de regressão, utilizando-se modelo não linear ($p \leq 0,05$), conforme segue:

$$Y = a e^{bx}$$

Onde: a= valor máximo e/ou mínimo estimado para a variável resposta ou parâmetro estimado pelo modelo; b= inclinação da curva; x= concentração de extratos das culturas; e= constante.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

EFEITO SOBRE A GERMINAÇÃO

Os fatores estudados apresentaram interação para a variável índice de velocidade de germinação (IVG) de milhã (*Digitaria* spp.) (Tabela 1). Quando comparando os extratos da planta inteira das culturas de cobertura, verificou-se que extratos de trevo-vesiculososo foram os que apresentaram maior redução no IVG, sendo 56% inferior a média das demais culturas.

Os extratos da parte aérea das culturas utilizadas como cobertura de solo reduziram o IVG, principalmente nas duas maiores concentrações

(Tabela 1). O extrato da parte aérea de nabo-forrageiro apresentou maior redução do IVG, porém não diferindo de trevo-vesiculososo e azevém nas duas maiores concentrações. Resultados semelhantes foram verificados por Wandscheer e Pastorini (2008), onde extratos de nabiça aplicados sobre sementes de alface e tomate reduziram o IVG.

Os extratos do sistema radical de nabo-forrageiro apresentaram maior redução no IVG, em comparação aos extratos das demais culturas de cobertura de solo (Tabela 1). No entanto, o menor potencial alelopático desta parte vegetativa, comparativamente as demais partes da planta, pode ter sido ocasionado pela lavagem para retirada do solo, o que possivelmente removeu substâncias alelopáticas. Estudos com *Lolium rigidum* confirmam que extratos do sistema radical não exibem efeito alelopático sobre o IVG de azevém (*Lolium multiflorum*) ou alfafa (*Medicago sativa*) (EMETERIO et al., 2004).

O potencial alelopático em plantas pode variar entre partes vegetais (KHANH et al., 2005). Neste estudo verificou-se diferenças alelopáticas entre as partes vegetais das plantas de cobertura estudadas, na redução do IVG de milhã (Tabela 1). Os melhores resultados obtidos para todas as culturas e em todas as concentrações testadas, em geral, foram nos extratos da parte aérea, diferindo de extratos da planta inteira e do sistema radical. Segundo Javaid et al. (2006), extratos do sistema radical de trigo (*Triticum aestivum*) apresentam menor atividade alelopática do que outras partes vegetais, sobre a planta daninha losna-branca (*Parthenium hysterophorus*).

O fator concentração dos extratos das partes das culturas de cobertura, para a variável resposta IVG, demonstrou bom ajuste dos dados ao modelo, com exceção do sistema radical de canola e trevo-vesiculososo os quais não se ajustaram ao modelo (Figura 1).

Quando comparadas as concentrações dos extratos das partes vegetais de cada cultura de cobertura, observou-se que a parte aérea de todas as culturas de cobertura apresentou maior redução no IVG, como pode ser constatado pelo menor valor do parâmetro b do modelo (Figura 1). Quando realizada a comparação entre culturas de coberturas, dentro de partes vegetais, pode-se observar pelo parâmetro b do modelo, que nabo-forrageiro apresentou maior redução no IVG para a parte aérea e sistema radical, enquanto que o trevo-vesiculososo apresentou maior redução do IVG para a planta inteira. Os extratos da parte aérea, planta inteira ou sistema

radical das culturas de cobertura apresentaram redução do IVG de modo inversamente proporcional à concentração dos extratos.

Para a variável porcentagem de germinação de milhã ocorreu interação entre os fatores estudados (Tabela 2). Extratos de planta inteira de nabo-forrageiro pela média das duas maiores concentrações e com relação à testemunha reduziram em 48% a germinação de milhã, seguido de trevo-vesiculososo com 43%. Atividade alelopática de nabo-forrageiro foi verificada em estudo com extratos aplicados em sementes de culturas e plantas daninhas, onde todas as espécies de maneira geral apresentaram redução na germinação (NORSWORTHY, 2003).

Os extratos da parte aérea das culturas utilizadas como cobertura de solo, quando comparadas, mostraram que o azevém apresentou maior redução na germinação nas duas maiores concentrações, sendo que na maior concentração não houve germinação da planta daninha em nenhuma das culturas e cobertura utilizada (Tabela 2). Já, os extratos do sistema radical das plantas de cobertura, em geral, reduziram de forma pouco expressiva a germinação de milhã.

Quando comparado o potencial alelopático das partes das plantas, para cada cultura, de modo geral, na média das concentrações dos extratos da planta inteira e parte aérea, excluindo as testemunhas, reduziram em 17 e 35% a germinação de milhã, comparativamente ao sistema radical.

A concentração dos extratos das partes das culturas de coberturas, para a variável resposta germinação, demonstrou ajuste dos dados ao modelo (Figura 2). Quando comparados as concentrações dos extratos das partes vegetais de cada cultura de cobertura, pode-se observar que a parte aérea de trevo-vesiculososo e azevém reduziram a germinação de milhã, sendo de forma mais acentuada, para azevém. Para os extratos da planta inteira o trevo-vesiculososo proporcionou maior redução da germinação, comparativamente às demais culturas de cobertura, enquanto para nabo-forrageiro não se verificou ajuste dos dados ao modelo. Para o sistema radical não se observou ajuste dos dados para nenhuma das culturas de cobertura. Trabalhos confirmam estes resultados, onde extratos vegetais inibiram a germinação conforme aumento da concentração (TAWAHA e TURK, 2003; BOGATEK et al., 2006; RIZZARDI et al. 2008).

EFEITO SOBRE O DESENVOLVIMENTO DA PLÂNTULA

Os fatores testados apresentaram interação para a variável comprimento da parte aérea (CPA) de plântulas de milhã (Tabela 3). Quando comparados os extratos da planta inteira das culturas de cobertura, pode-se verificar que a média dos extratos de azevém proporcionou maior redução, em comparação as extratos da planta inteiras das demais culturas de cobertura.

Os extratos da parte aérea das culturas utilizadas como cobertura de solo, quando comparados demonstraram que o nabo-forageiro apresentou maior atividade alelopática nas duas maiores concentrações, reduzindo em 100% o CPA na maior concentração, de modo semelhante ao verificado para canola e azevém (Tabela 3). Resultado similar foi observado por Almeida (1991), onde extratos de nabo-forageiro reduziram o comprimento da parte aérea de plântulas de capim-marmelada, milho e arroz.

Os extratos do sistema radical tiveram pouca influência na redução do CPA das plântulas de milhã, provavelmente por terem sido lavados perdendo suas propriedades alelopáticas (Tabela 3). Entretanto, extratos do sistema radical de trevo-vesiculososo e azevém estimularam o CPA das plântulas de milhã. Este estímulo de extratos de raízes foi verificado com *Lolium rigidum* sobre o crescimento da parte aérea de azevém e *Dactylis glomerata* (EMETERIO et al., 2004).

A maior redução do CPA das plântulas de milhã, para todas as culturas e em todas as concentrações testadas, em geral, foi verificada para parte aérea, em comparação aos extratos da planta inteira e do sistema radical (Tabela 3). Diferenças nas respostas alelopáticas de compostos de diferentes órgãos de uma mesma planta foram registrados com losna-brava (*Artemisia absinthium*) (DELACHIAVE et al., 1999) e trigo (*Triticum aestivium*) (WU et al., 2000). Segundo Javaid et al. (2006), extratos da parte aérea de sorgo tem maior potencial alelopático do que extratos do sistema radical, sobre losna-branca.

A concentração dos extratos das partes das culturas de coberturas, para a variável resposta CPA de milhã não apresentou ajuste dos dados para as diferentes partes vegetais das culturas de canola e trevo-vesiculososo (Figura 3). Houve ajuste dos dados somente para os extratos da parte aérea de nabo-forageiro e planta inteira de azevém, sendo que a parte aérea de nabo-forageiro apresentou maior redução no CPA conforme parâmetro b

do modelo, quando comparado a planta inteira de azevém.

Houve interações entre os fatores testados para a variável comprimento radicular (CR) de plântulas de milhã (Tabela 4). Assim, pode-se verificar que os extratos da planta inteira de nabo-forrageiro e trevo-vesiculososo comprometeram negativamente o CR, em todas as concentrações, reduzindo em média 47 e 55%, quando comparado aos extratos da planta inteira das demais culturas de cobertura. Resultados similares foram observados para extratos de trevo-vermelho ao quais reduziram o comprimento radicular de mostarda-dos-campos (OHNO e DOOLAN, 2001).

Os extratos da parte aérea das culturas de cobertura demonstram que os extratos de trevo-vesiculososo reduziram o CR das plântulas em todas as concentrações dos extratos, entretanto as demais culturas de cobertura não diferiram significativamente nas duas maiores concentrações dos extratos (Tabela 4). Extratos da parte aérea de trevo-persa e trevo-alexandrino reduziram o comprimento radicular de caruru, campainha, centeio e mostarda-dos-campos (MAIGHANY et al., 2007).

Os extratos do sistema radical de plantas utilizadas como cobertura de solo, não apresentaram diferença na redução do CR, com exceção da maior concentração, onde canola foi menos eficiente na redução, porém não diferiu de trevo-vesiculososo e azevém (Tabela 4).

Quando comparados extratos das partes das plantas de cada cultura de cobertura de solo, verificou-se que, em geral, os melhores resultados nos extratos ocorreram na parte aérea para todas as culturas, reduzindo o CR de plântulas de milhã, pela média dos extratos, excluindo as testemunhas, em 61%, comparativamente a 41% dos extratos de planta inteira e 16 % do sistema radical (Tabela 4).

O menor efeito dos extratos do sistema radical foi verificado por Emeterio et al. (2004), ao compararem extratos da parte aérea de *Lolium rigidum* sobre duas liliopsidas e uma magnoliopsida. Ainda, foi verificado que extratos do sistema radical de nabiça tem menor potencial alelopático, do que a parte aérea, sobre o comprimento de radículas de alface e tomate (WANDSCHEER e PASTORINI, 2008)

A concentração dos extratos das partes das culturas de coberturas, para a variável resposta CR das plântulas de milhã, demonstrou bom ajuste dos dados ao modelo para extratos da planta inteira e parte aérea de todas as culturas de cobertura e sistema radical de azevém (Figura 4).

Pode-se observar que a parte aérea de todas as culturas de cobertura apresentou maior redução no CR, como pode ser visto pelo menor valor do parâmetro *b* do modelo, comparativamente aos extratos das partes vegetais de cada cultura de cobertura (Figura 4). Já, quando realizada a comparação entre culturas de coberturas, dentro de partes vegetais, pode-se observar pelo parâmetro *b* do modelo, que o trevo-vesiculososo apresentou maior redução no CR para a parte aérea, enquanto que para planta inteira a maior redução foi para nabo-forrageiro. O sistema radical de azevém não pode ser comparado com as demais culturas porque nestes não ocorreu ajuste dos dados ao modelo.

Esta redução no CR das plântulas de milhã, pelos extratos de trevo-vesiculososo deve-se principalmente a redução da taxa de divisão e alongação celular (MAIGHANY et al., 2007) e/ou pela presença de compostos fenólicos (OHNO e DOOLAN, 2001).

A redução no CR foi dependente da concentração dos extratos. Trabalhos relatam que o comprimento radical de plântulas apresenta relação direta com a concentração do extrato, ou seja, quanto maior a concentração do extrato maior é a inibição das raízes das plântulas (TAWAHA e TURK, 2003; MAYGHANY et al., 2007). Desta maneira, o comprimento radical pode ser um bom parâmetro para registro de atividade alelopática, visto que este órgão é mais sensível do que a parte aérea (PIRES et al., 2001).

Os fatores testados apresentaram interação para a variável MSPA de plântulas de milhã (Tabela 5). Quando comparados os extratos da planta inteira das culturas de cobertura, pode-se verificar que os extratos de azevém tenderam a apresentar maior potencial alelopático, reduzindo a MSPA de milhã, enquanto que os extratos da planta inteira das demais culturas não influenciaram na MSPA das plântulas, em relação a testemunha.

Na comparação dos extratos da parte aérea das culturas utilizadas como cobertura de solo, pode-se verificar que, na maior concentração dos extratos, todos reduziram a MSPA de milhã (Tabela 5). Entretanto, pela média das concentrações dos extratos, o trevo-vesiculososo reduziu de forma mais eficiente a variável. Segundo Tawaha e Turk (2003), extratos de folhas, ramos e flores de mostarda-preta, reduziram a matéria seca de cevada selvagem, independente da concentração testada. Também, extratos de folhas de leucena reduziram a matéria seca aérea de plântulas de milho em função da sua concentração (PRATES et al., 2000).

Os extratos do sistema radical das plantas de cobertura não influenciaram a MSPA das plântulas de milhã (Tabela 5). Não foram observadas diferenças entre os extratos dos sistemas radicais das culturas de cobertura, com exceção dos extratos na concentração de 5%. Verificou-se diferença entre as partes vegetais, sendo que, em geral, extratos da parte aérea das culturas de cobertura apresentam efeito mais acentuado ao reduzir em média 12% da MSPA das plântulas de milhã, enquanto que extratos da planta inteira e sistema radical destas culturas não apresentaram efeito alelopático que permitisse inibir o acúmulo de MSPA (Tabela 5).

A concentração dos extratos das partes das culturas de coberturas, para a variável resposta MSPA de plântulas de milhã, não demonstrou ajuste dos dados ao modelo, para nenhuma das culturas de coberturas (dados não apresentados).

Ocorreu interação entre os fatores estudados, para a variável matéria seca radicular (MSR) de plântulas de milhã (Tabela 6). Quando comparados os extratos da planta inteira das culturas de coberturas, verificou-se igualdade entre os extratos até a concentração 5%. Na maior concentração, o extrato de nabo-forrageiro apresentou potencial alelopático em reduzir o acúmulo da MSR de plântulas de milhã em 100%.

Os extratos da parte aérea, quando comparados, demonstraram que extratos de nabo-forrageiro proporcionaram redução da MSR de milhã nas duas maiores concentrações, porém as demais espécies igualam-se na maior concentração dos extratos (Tabela 6).

Quando comparados os extratos do sistema radical, as concentrações dos extratos apresentaram diferença na inibição da MSR de plântulas de milhã, porém reduzindo de forma menos expressiva a variável avaliada (Tabela 6). Pela média dos extratos, o azevém apresentou maior tendência na redução da MSR de milhã, reduzindo em 9% a variável, comparativamente as demais espécies testadas.

Ao comparar os extratos das partes das plantas de cada espécie, verificou-se, de modo geral, que os extratos da parte aérea das culturas de cobertura, apresentaram maior redução da MSR das plântulas de milhã, principalmente nas duas maiores concentrações testadas. A exceção foi nabo-forrageiro, em que os extratos da parte aérea igualaram-se aos extratos da planta inteira na maior concentração (Tabela 6).

A concentração dos extratos das partes das culturas de cobertura,

para a variável resposta MSR de plântulas de milhã, demonstrou ajuste dos dados ao modelo, para os extratos da planta inteira de canola, sistema radical de trevo-vesiculososo e parte aérea de nabo-forrageiro e azevém (Figura 5). Os extratos da parte aérea de nabo-forrageiro proporcionaram redução mais acentuada no acúmulo de MSR de milhã, conforme demonstra a inclinação da curva, indicada pelo parâmetro b do modelo, quando comparado aos extratos da parte aérea de azevém. Outras comparações não foram possíveis de serem devido aos dados não se ajustarem ao modelo.

CONCLUSÕES

Extratos de nabo-forrageiro, em geral, apresentaram maior potencial alelopático, seguido de extratos de trevo-vesiculososo, afetando a germinação e o desenvolvimento de milhã;

A parte aérea das culturas de cobertura foi a que apresentou, em geral, maior atividade alelopática, sobre a germinação e o desenvolvimento de milhã;

A atividade alelopática sobre a germinação e o desenvolvimento de milhã aumenta com o incremento da concentração dos extratos das diferentes partes vegetais;

A variável índice de velocidade de germinação é o melhor indicador de atividade alelopática de culturas de cobertura sobre milhã.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. S. Controle de plantas daninhas no plantio direto. Londrina: IAPAR, (IAPAR, Circular 67), 1991. 34p.

BOGATEK, R.; GNIAZDOWSKA, A.; ZAKRZEWSKA, W. et al. Allelopathic effects of sunflower extracts on mustard seed germination and seedling growth, *Biologia Plantarum*, 2006. n.1, v.50, p.156-158.

DELACHIAVE, M. E. A.; RODRIGUES, J. D.; ONO, E. O. Efeitos alelopáticos de losna (*Artemisia absinthium* L.) na germinação de sementes de pepino, milho, feijão e tomate, *Revista Brasileira de Sementes*, 1999. n.2, v.21, p.265-269.

EMETERIO, L. S.; ARROYO, A.; CANALS, R. M. Allelopathic potential of *Lolium rigidum* Gaud. on the early growth of three associated pasture species, *Grass and Forage Science*, 2004. n.2, v.59, p.107-112.

ESPINDOLA, J. A. A.; OLIVEIRA, S. J. C. R. de; CARVALHO, G. J. A. de. et al. Potencial alelopático e controle de plantas invasoras por leguminosas herbáceas perenes consorciadas com bananeira. Seropédica. EMBRAPA - AGROBIOLOGIA, (EMBRAPA-AGROBIOLOGIA. Comunicado Técnico, 47), 2000. p.1-8.

FERREIRA, A. G.; ÁQUILA, M. E. A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia, Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, 2000. n.1, v.12, p.175-204.

JAVAID, A.; SHAFIQUE, S.; BAJWA, R. et al. Effect of aqueous extracts of allelopathic crops on germination and growth of *Parthenium hysterophorus* L., South African Journal of Botany, 2006. n.4, v.72, p.609-612.

KHANH, T. D.; CHUNG M. I.; XUAN, T. D. et al. The exploitation of crop allelopathy in sustainable agricultural production, Journal Agronomy & Crop Science, 2005. n.3, v.191, p.172-184.

KISSMANN, K. G. Plantas infestantes e nocivas. Tomo I, 2.ed. São Paulo: BASF, 1997. 825p.

MAIGHANY, F.; KHALGHANI, J.; MOHAMMAD, A. B. et al. Allelopathic potential of *Trifolium resupinatum* L. (Persian clover) and *Trifolium alexandrinum* L. (Berseem clover), Weed Biology and Management, 2007. n.3, v.7, p.178-183.

MEDEIROS, A. R. M. de; LUCCHESI, A. A. Efeitos alelopáticos da ervilhaca (*Vicia sativa* L.) sobre alface em testes de laboratório, Pesquisa Agropecuária Brasileira, 1993. n.1, v.28, p.9-14.

NARWAL, S. S. Allelopathy in crop production. Jodhpur: Pbl.Scientific publishers, 1994. p.228.

NORSWORTHY, J. K. Allelopathic potential of wild radish (*Raphanus raphanistrum*), Weed Technology, 2003. n.2, v.17, p.307-313.

OHNO, T.; DOOLAN, K. L. Effects of red clover decomposition on phytotoxicity to wild mustard seedling growth, Applied Soil Ecology, 2001. n.2, v.16, p.187-197.

PIRES, N. M. de; SOUZA, I. R. P.; PRATES, H. T. et al. Efeito do extrato aquoso de leucena sobre o desenvolvimento, índice mitótico e atividade da peroxidase em plântulas de milho, Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, 2001. n.1, v.13, p.55-65.

PRATES, H. T.; PAES, J. M. V.; PIRES, N. M. Efeito do extrato aquoso de leucena na germinação e no desenvolvimento de milho, Pesquisa Agropecuária Brasileira, 2000. n.5, v.35, p.909-914.

RIZZARDI, A.; RIZZARDI, M. A.; LAMB, T. D. et al. Potencial alelopático de extratos aquosos de genótipos de canola sobre *Bidens pilosa*, Planta Daninha, 2008. n.4, v.26,

p.717-724.

TAWAHA, A. M.; TURK, M. A. Allelopathic effects of black mustard (*Brassica nigra*) on germination and growth of wild barley (*Hordeum spontaneum*), *Journal Agronomy & Crop Science*, 2003. n.5, v.189, p.298-303.

WANDSCHEER, A. C. D.; PASTORINI, L. H. Interferência alelopática de *Raphanus raphanistrum* L. sobre a germinação de *Lactuca sativa* L. e *Solanum lycopersicon* L., *Ciência Rural*, 2008. n.4, v.38, p.949-953.

WARDLE, A. D. AHMED, M.; NICHOLSON, K. S. Allelopathic influence of nodding thistle (*Carduus nutans* L.) seed on germination and radicle growth of pasture plants, *New Zealand Journal Agriculture Research*, 1991. n.2, v.34, p.185-191.

WU, H.; HAIG, T.; PRATLEY, J. et al. Distribution and exudation of allelochemicals in wheat *Triticum aestivum*, *Jornal of Chemical Ecology*, 2000. n.9, v.26, p.2141-2154.

Tabela 1. Índice da velocidade de germinação de *Digitaria* spp. (milhã), em função da concentração de extratos de partes de plantas utilizadas como cobertura de solo, FAEM/UFPEL, Capão do Leão-RS, 2006.

Concentração Extratos (% peso/volume)	Índice de velocidade de germinação											
	Canola			Nabo-forrageiro			Tervo-vesiculoso			Azevém		
	Planta inteira	Parte aérea	Sistema radical	Planta inteira	Parte aérea	Sistema radical	Planta inteira	Parte aérea	Sistema radical	Planta inteira	Parte aérea	Sistema radical
0,0	77,7 aA ¹	77,0 aA	77,0 aA	77,7 aA	77,0 aA	77,7 aA	77,7 aA	77,0 aA	77,7 aA	77,7 aA	77,7 aA	77,7 aA
1,0	72,9 ab A	59,0 aB	75,2 aA	64,1 bc B	55,0 a C	76,1 aA	60,6 c B	64,0 a B	76,2 aA	79,0 aA	63,8 a B	75,0 aA
2,5	74,5 aA	42,6 b C	65,7 b B	62,8 b A	29,8 c B	66,9 b A	48,7 c B	41,5 b B	79,1 aA	72,9 aA	76,1 aA	77,7 aA
5,0	59,0 b B	26,3 a C	73,3 aA	59,1 b A	15,3 b B	63,3 b A	23,0 c B	16,1 b C	71,4 ab A	69,0 aA	11,9 b B	72,0 ab A
10,0	34,3 b B	0,0 a C	70,9 aA	0,8 c B	0,0 a B	50,9 b A	5,3 c B	0,0 a B	72,3 aA	58,8 aB	0,0 a C	69,4 aA

¹Médias seguidas por mesma letra minúscula na linha, comparam culturas dentro de partes de plantas (planta inteira, parte aérea e sistema radical) e seguidas da mesma letra maiúscula na linha avaliam, partes de plantas dentro de cada cultura, não diferem pelo teste de Tukey (p<0,05).

Tabela 2. Germinação (%) de *Digitaria* spp. (milhã), em função da concentração de extratos de partes de plantas utilizadas como cobertura de solo, FAEM/UFPEL, Capão do Leão-RS, 2006.

Concentração Extratos (% peso/volume)	Germinação (%)											
	Canola			Nabo-forrageiro			Tervo-vesiculoso			Azevém		
	Planta inteira	Parte aérea	Sistema radical	Planta inteira	Parte aérea	Sistema radical	Planta inteira	Parte aérea	Sistema radical	Planta inteira	Parte aérea	Sistema radical
0,0	95,8 aA ¹	95,8 aA	95,8 aA	95,8 aA	95,8 aA	95,8 aA	95,8 aA	95,8 aA	95,8 aA	95,8 aA	95,8 aA	95,8 aA
1,0	93,0 aA	93,0 aA	96,5 aA	90,2 aA	91,6 aA	95,1 aA	90,9 aA	91,6 aA	93,7 aA	95,1 aA	95,8 aA	93,7 aA
2,5	95,8 aA	92,3 ab A	90,9 aA	91,6 aA	88,1 ab A	91,6 aA	90,2 aAB	84,0 b B	97,2 aA	90,9 aA	95,1 aA	93,0 aA
5,0	89,5 aAB	83,3 aB	95,1 aA	88,8 aAB	79,8 aB	92,3 aA	70,4 b B	73,6 aB	89,5 aA	88,8 aA	37,9 b B	95,1 aA
10,0	81,2 aB	0,0 a C	97,2 aA	7,4 c B	0,0 a B	90,9 aA	38,6 b B	0,0 a C	95,8 aA	75,7 aB	0,0 a C	89,5 aA

¹Médias seguidas por mesma letra minúscula na linha, comparam culturas dentro de partes de plantas (planta inteira, parte aérea e sistema radical) e seguidas da mesma letra maiúscula na linha avaliam, partes de plantas dentro de cada cultura, não diferem pelo teste de Tukey (p<0,05).

Tabela 3. Comprimento da parte aérea (cm) de plântulas de *Digitaria* spp. (milhã), em função da concentração de extratos de partes de plantas utilizadas como cobertura de solo, FAEM/UFPEL, 2006.

Concentração Extratos (% peso volume)	Canola			Nabo-forrageiro			Trevó-vesciculososo			Azevém		
	Planta inteira	Parte aérea	Sistema radical	Planta inteira	Parte aérea	Sistema radical	Planta inteira	Parte aérea	Sistema radical	Planta inteira	Parte aérea	Sistema radical
0,0	2,02 a A ¹	2,02 a A	2,02 a A	2,02 a A	2,02 a A	2,02 a A	2,02 a A	2,02 a A	2,02 a A	2,02 a A	2,02 a A	2,02 a A
1,0	2,10 a A	2,04 ab A	2,16 ab A	2,20 a A	1,86 ab A	2,18 b A	1,92 a A	1,78 b A	2,02 b A	2,24 a A	2,24 a A	2,58 a A
2,5	1,90 b A	2,20 a A	2,16 ab A	2,38 a A	1,82 ab	1,96 b B	1,96 b A	2,02 a A	2,08 b A	2,16 ab A	2,42 a A	2,62 a A
5,0	1,80 a A	2,08 a A	1,98 b A	1,88 a A	1,56 b B	1,94 b A	1,90 a A	1,86 ab A	2,08 ab A	1,80 ab	2,08 a B	2,50 a A
10,0	1,86 ab A	0,00 b B	2,14 b A	1,68 b A	0,00 b B	1,98 b A	2,16 a A	1,56 a B	2,04 b A	1,17 c B	0,00 b B	2,62 a A

¹Médias seguidas por mesma letra minúscula na linha, comparam culturas dentro de partes de plantas (planta inteira, parte aérea e sistema radical) e seguidas da mesma letra maiúscula na linha avaliam, partes de plantas dentro de cada cultura, não diferem pelo teste de Tukey (p<0,05).

Tabela 4. Comprimento radicular (cm) de plântulas de *Digitaria* spp. (milhã), em função da concentração de extratos de partes de plantas utilizadas como cobertura de solo, FAEM/UFPEL, Capão do Leão-RS, 2006.

Concentração Extratos (% peso volume)	Canola			Nabo-forrageiro			Trevó-vesciculososo			Azevém		
	Planta inteira	Parte aérea	Sistema radical	Planta inteira	Parte aérea	Sistema radical	Planta inteira	Parte aérea	Sistema radical	Planta inteira	Parte aérea	Sistema radical
0,0	5,5 a A ¹	5,5 a A	5,5 a A	5,5 a A	5,5 a A	5,5 a A	5,5 a A	5,5 a A	5,5 a A	5,5 a A	5,5 a A	5,5 a A
1,0	5,0 a A	3,2 bc B	5,7 a A	5,5 a A	4,2 b B	4,2 a B	3,4 b B	3,0 c B	5,3 a A	4,9 a A	5,4 a A	5,4 a A
2,5	4,8 ab A	3,6 ab A	4,8 a A	3,8 bc A	4,3 a A	4,5 a A	3,0 c B	1,6 b C	4,2 a A	5,3 a A	4,2 a A	5,2 a A B
5,0	4,2 a A	0,9 a B	5,0 a A	2,3 b B	1,6 a B	4,7 a A	2,6 b B	1,1 a C	4,0 a A	4,0 a A	1,0 a B	4,6 a A
10,0	1,0 ab B	0,0 a B	4,9 a A	0,0 b B	0,0 a B	3,7 b A	0,9 ab B	0,0 a B	4,0 ab A	1,3 a B	0,0 a C	3,9 ab A

¹Médias seguidas por mesma letra minúscula na linha, comparam culturas dentro de partes de plantas (planta inteira, parte aérea e sistema radical) e seguidas da mesma letra maiúscula na linha avaliam, partes de plantas dentro de cada cultura, não diferem pelo teste de Tukey (p<0,05).

Tabela 5. Matéria seca da parte aérea (g) de plântulas de *Digitaria* spp. (milhã), em função da concentração de extratos de partes de plantas utilizadas como cobertura de solo, FAEM/UFPEL, Capão do Leão-RS, 2006.

Concentração Extratos (% peso volume)	Matéria seca da parte aérea (g)															
	Canoa				Nabo-forrageiro				Trepvo-vasculoso				Azevém			
	Planta inteira	Parte aérea	Sistema radical	Planta inteira	Parte aérea	Sistema radical	Planta inteira	Parte aérea	Sistema radical	Planta inteira	Parte aérea	Sistema radical	Planta inteira	Parte aérea	Sistema radical	
0,0	0,00017 aA	0,00017 aA	0,00017 aA	0,00017 aA	0,00017 aA	0,00017 aA	0,00017 aA	0,00017 aA	0,00017 aA	0,00017 aA	0,00017 aA	0,00017 aA	0,00017 aA	0,00017 aA	0,00017 aA	
1,0	0,00017 aA	0,00019 bA	0,00019 aA	0,00019 aA	0,00021 aA	0,00018 aA	0,00019 aA	0,00013 bB	0,00019 aA	0,00016 aA	0,00022 aB	0,00016 aA	0,00019 aA	0,00022 aB	0,00020 aA	
2,5	0,00020 aA	0,00020 aA	0,00020 aA	0,00021 aA	0,00022 aA	0,00017 aA	0,00014 bA	0,00017 aA	0,00018 aA	0,00019 aA	0,00022 aA	0,00019 aA	0,00019 aA	0,00022 aA	0,00022 aA	
5,0	0,00020 aA	0,00018 bA	0,00016 bA	0,00014 bcA	0,00018 bA	0,00018aB	0,00014 bA	0,00018aB	0,00021 abA	0,00013 aB	0,00025 aB	0,00013 aB	0,00013 aA	0,00025 aB	0,00020 aA	
10,0	0,00019 abA	0,00000 aB	0,00017 aA	0,00017 aB	0,00000 aB	0,00017 aA	0,00020 aA	0,00000 aB	0,00018 aA	0,00013 aB	0,00000 aB	0,00013 aA	0,00000 aB	0,00022 aA	0,00022 aA	

Médias seguidas por mesma letra minúscula na linha, compararam culturas dentro de partes de plantas (planta inteira, parte aérea e sistema radical) e seguidas da mesma letra maiúscula na linha avaliam, partes de plantas dentro de cada cultura, não diferem pelo teste de Tukey (p<0,05).

Tabela 6. Matéria seca radicular (g) de plântulas de *Digitaria* spp. (milhã), em função da concentração de extratos de partes de plantas utilizadas como cobertura de solo, FAEM/UFPEL, Capão do Leão-RS, 2006.

Concentração Extratos (% peso volume)	Matéria seca radicular (g)															
	Canoa				Nabo-forrageiro				Trepvo-vasculoso				Azevém			
	Planta inteira	Parte aérea	Sistema radical	Planta inteira	Parte aérea	Sistema radical	Planta inteira	Parte aérea	Sistema radical	Planta inteira	Parte aérea	Sistema radical	Planta inteira	Parte aérea	Sistema radical	
0,0	0,00038 aA	0,00038aA	0,00038 aA	0,00038 aA	0,00038 aA	0,00038 aA	0,00038 aA	0,00038 aA	0,00038 aA	0,00038 aA	0,00038 aA	0,00038 aA	0,00038 aA	0,00038 aA	0,00038 aA	
1,0	0,00035 aA	0,00036 aA	0,00040 aA	0,00038 aA	0,00036 aA	0,00034 aA	0,00038 aA	0,00037 aA	0,00038 aA	0,00035 aA	0,00041 aA	0,00035 aA	0,00035 aA	0,00035 aA	0,00035 aA	
2,5	0,00035 aA	0,00034 aA	0,00035 aA	0,00034 aA	0,00037 aA	0,00034 aA	0,00035 aA	0,00032 aA	0,00036 aA	0,00035 aA	0,00034 aA	0,00035 aA	0,00035 aA	0,00035 aA	0,00035 aA	
5,0	0,00035 aA	0,00033 aA	0,00036 aA	0,00036 aA	0,00020 aB	0,00036 aA	0,00036 aA	0,00031 aA	0,00036 aA	0,00037 aA	0,00030 aB	0,00034 aA	0,00037 aA	0,00030 aB	0,00034 aA	
10,0	0,00032 aA	0,00000 aB	0,00034 aA	0,00000 aB	0,00000 aB	0,00035 aA	0,00035 aA	0,00000 aB	0,00035 aA	0,00035 aA	0,00000 aB	0,00035 aA	0,00035 aA	0,00000 aB	0,00033 aA	

Médias seguidas por mesma letra minúscula na linha, compararam culturas dentro de partes de plantas (planta inteira, parte aérea e sistema radical) e seguidas da mesma letra maiúscula na linha avaliam, partes de plantas dentro de cada cultura, não diferem pelo teste de Tukey (p<0,05).

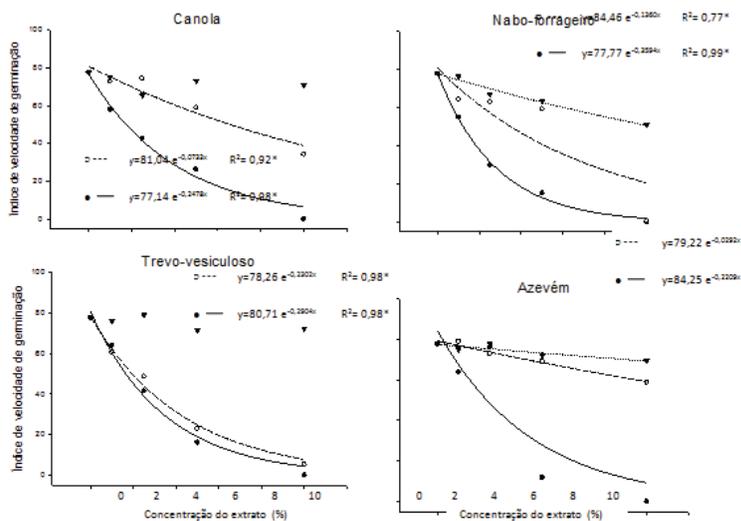


Figura 1. Efeito de extratos de partes vegetativas de plantas de cobertura de solo, no índice de velocidade de germinação de *Digitaria* spp. (milhã). Capão do Leão-RS, 2006. (○ planta inteira; ● parte aérea; ▼ sistema radical). R²: Coeficiente de determinação; ns e * não significativo e significativo, respectivamente ($p \leq 0,05$).

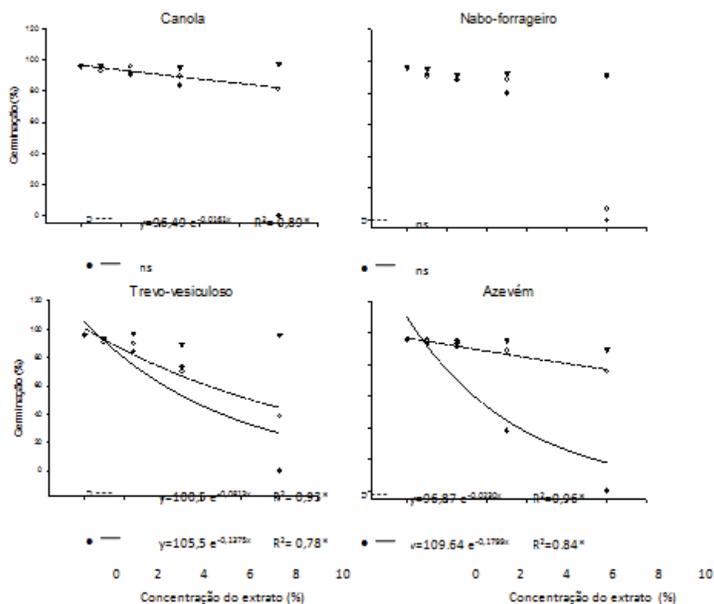


Figura 2. Efeito de extratos de partes vegetativas de plantas de cobertura de solo, na germinação (%) de *Digitaria* spp. (milhã). Capão do Leão-RS, 2006. (○ planta inteira; ● parte aérea; ▼ sistema radical). R²: Coeficiente de determinação; ns e * não significativo e significativo, respectivamente ($p \leq 0,05$).

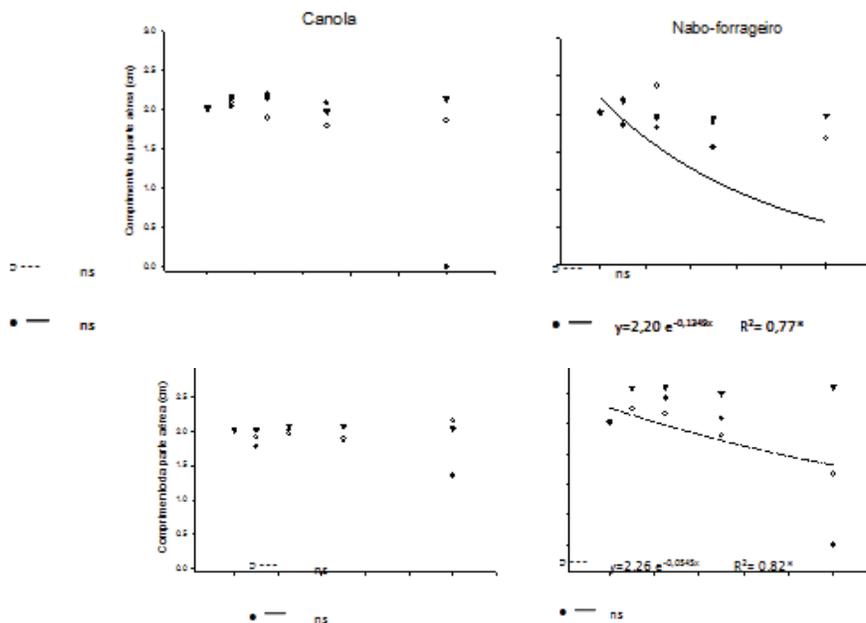


Figura 3. Efeito de extratos de partes vegetativas de plantas de cobertura de solo, no comprimento da parte aérea (cm) de plântulas de *Digitaria* spp. (milhã). Capão do Leão-RS, 2006. (○ planta inteira; ● parte aérea; ▼ sistema radical). R2: Coeficiente de determinação; ns e * não significativo e significativo, respectivamente ($p \leq 0,05$).

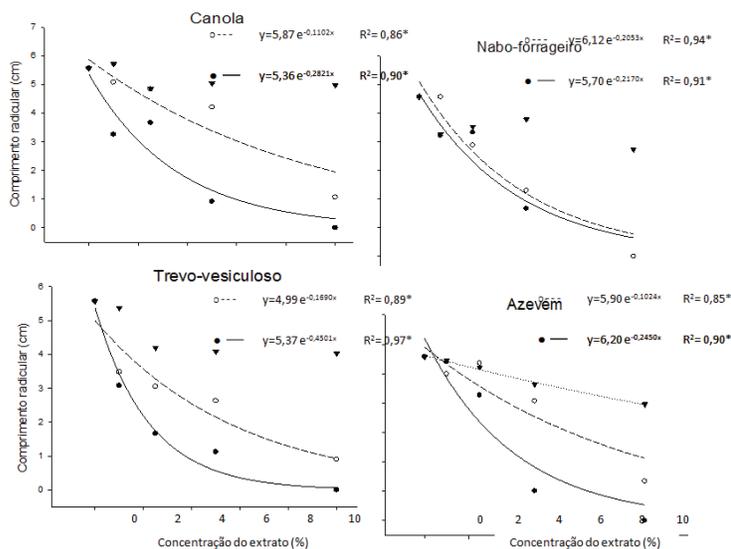


Figura 4. Efeito de extratos de partes vegetativas de plantas de cobertura de solo, no crescimento radicular (cm) de plântulas de *Digitaria* spp. (milhã). Capão do Leão-RS, 2006. (○ planta inteira; ● parte aérea; ▼ sistema radical). R2: Coeficiente de determinação; ns e * não significativo e significativo, respectivamente ($p \leq 0,05$).

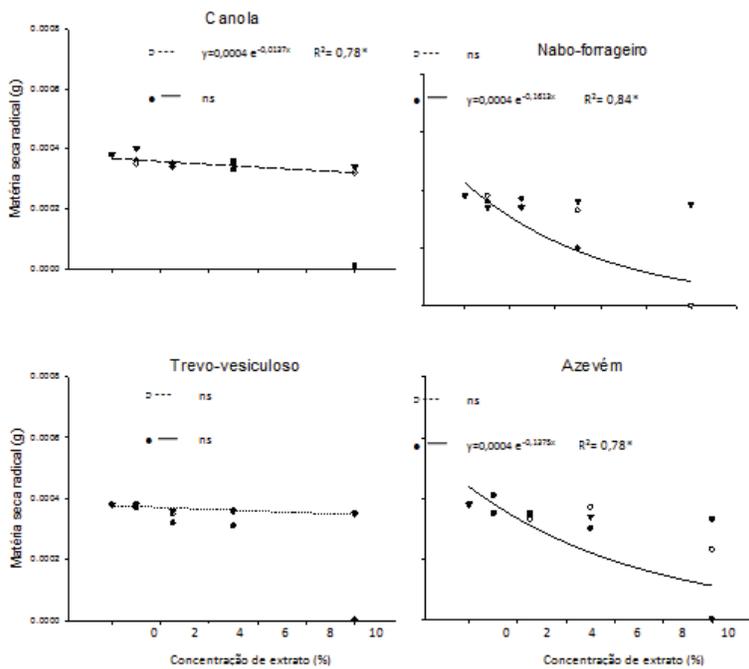


Figura 5. Efeito de extratos de partes vegetativas de plantas de cobertura de solo, na matéria seca radicular (g) de plântulas de *Digitaria* spp. (milhã). Capão do Leão-RS, 2006. (○ planta inteira; ● parte aérea; ▼ sistema radical). R²: Coeficiente de determinação; ns e * não significativo e significativo, respectivamente (p≤0,05).

SISTEMAS DE MANEJO DE SOLO E DE SISTEMAS DE CULTURAS: ASPECTOS DE FERTILIDADE DO SOLO, APÓS DEZ ANOS

Henrique Pereira dos Santos¹; Gilberto Omar Tomm²; Silvio Tulio Spera³;
Alexandre Ávila⁴

¹Eng. Agr., Dr., Embrapa – Centro Nacional de Pesquisa de Trigo(CNPT), Caixa Postal 451, CEP 99001-970 Passo Fundo, RS. Bolsista do CNPq. E-mail: hpsantos @cnpt.embrapa.br; ²Eng. Agr., Ph.D., Embrapa CNPT.; ³Eng. Agr., Dr., Embrapa Trigo. ⁴Acadêmico de Agronomia da UPF-FAMV, caixa Postal 566, CEP 99001-970 Passo Fundo, RS. Bolsista CNPq-IC.

RESUMO: Após dez anos (1993 a 2002), a fertilidade de solo foi avaliada num Latossolo Vermelho Distrófico típico, em Passo Fundo, RS, em quatro sistemas de manejo de solo (SMSs) - 1) plantio direto (PD), 2) cultivo mínimo (CM), 3) preparo convencional de solo com arado e grande de discos (PCD) e 4) preparo convencional de solo com arado de aivecas e grande de discos (PCA) - e em três sistemas de culturas (SCs): sistema I (trigo/soja), sistema II (trigo/soja e ervilhaca/milho) e sistema III (trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja). O delineamento experimental foi em blocos completos ao acaso, com parcelas subdivididas e três repetições. A parcela principal (4 x 90 m) foi constituída pelos sistemas de manejo de solo, e as subparcelas (4 x 10 m), pelos sistemas de rotação de culturas. Os valores de pH, de matéria orgânica do solo (MOS), de P extraível e de K disponível diferiram entre os SMSs. No PD, houve acúmulo de MOS, de C de P e de K, na camada superficial. Não houve diferença do nível de MOS entre o PD e a floresta subtropical (FST), em todas as camadas estudadas. Nas camadas 0-5cm e 5-10cm, o valor de pH no PD foi inferior aos dos demais SMSs. O nível de MOS e os teores de P e de K foram mais elevados na camada 0-5cm, quando comparados com os observados de 15 a 20cm de profundidade, em todos os SMSs e SRCs. A FST apresentou valores de pH, de Ca, de P e de K menores do que os dos SMSs e SCs.

Palavras-chave: plantio direto, matéria orgânica, P, K.

SOIL MANAGEMENT AND CROP ROTATION SYSTEMS: SOIL FERTILITY ASPECTS AFTER TEN YEARS

ABSTRACT: Soil fertility characteristics were assessed after ten years (1993 to 2002) on a typical Dystrophic Red Latosol located in Passo Fundo, State of Rio Grande do Sul, Brazil. Four soil management systems – 1) no-tillage, 2) minimum tillage, 3) conventional tillage using a disk plow followed, and 4) conventional tillage using a moldboard plow followed – and three crop systems [I (wheat/soybean), II (wheat/soybean and common vetch/corn), and III (wheat/soybean, common vetch/corn, and white oat/soybean)] were evaluated. A randomized complete block design, with split-plots and three replicates, was used. The main field plots (4 x 90 m) were the soil management systems, while the subplots (4 x 10 m) consisted of crop rotation systems. The concentration of soil organic matter, soil carbon, extractable P, and exchangeable K was affected by soil management (SMSs). Higher contents of soil organic matter, soil carbon, extractable P, and exchangeable K were observed in the 0-5 cm layer for the no-tillage system. No statistical difference was found in soil organic matter levels between no-tillage and tropical forest, in any soil layer. The values of soil organic matter, P, and K were higher in the 0-5 cm layer, when compared to the ones observed in the 15-20 cm layer, in all soil management and cropping systems. Values of pH, Ca, P, and K observed in all soil management and cropping sys-

tems were lowers in the tropical forest area.

Keywords: no-tillage, organic matter, phosphorus, potassium.

INTRODUÇÃO

No Brasil, ainda são poucos os estudos disponíveis com experimentos de longa duração em sistemas de manejo de solo (SMS) e de rotação de culturas (SRC). Além disso, a maioria dos trabalhos publicados são incompletos, ou seja, não consideram o efeito do ano agrícola, o que requer que todas as espécies contempladas nos SMS ou de SRC estejam obrigatoriamente presentes, tanto no inverno como no verão (SANTOS e REIS, 2001).

Trabalhos sobre disponibilidade de nutrientes em SMS, porém sem SRC, foram relatados por De Maria et al. (1999) e por Silveira e Stone (2001). Entre os trabalhos envolvendo experimentos de longa duração sob SRC, destacam-se Muzilli (2002), Sidiras e Pavan (1985), Santos et al. (1995) e Salet (1998).

Existe consenso de que a matéria orgânica do solo (MOS) é o principal indicador de qualidade do solo nos sistemas de produção, por duas razões: 1) o nível de MOS é mais sensível às práticas de manejo do solo; 2) é bem conhecida a relação da MOS com a maioria dos atributos e funções do solo, tais como estabilidade de agregados e da estrutura do solo, taxa de infiltração e retenção de água, resistência à erosão, atividade microbológica, capacidade de troca de cátions, disponibilidade de nutrientes para as plantas (SISTI et al., 2004).

Estudos de qualidade de solo evidenciaram acúmulo de MOS, de C, de P, de K, de Ca e de Mg, principalmente na camada superficial, em relação às camadas mais profundas (SÁ, 1993; BAYER e BERTOL, 1999; DE MARIA et al., 1999; SILVEIRA e STONE, 2001). Nesses estudos, foram obtidas informações sobre a acidificação do solo e o comportamento do pH e do Al tóxico.

Tem sido observado que o plantio direto (PD) se destaca pelo acúmulo de nutrientes na camada superficial do solo. Entretanto, é necessário observar o nível de MOS e compará-lo com a situação original do solo, como, por exemplo, com na mata tropical ou subtropical, encontradas nas condições edafoclimáticas do Sul do Brasil. A MOS, juntamente com os demais nutrientes, pode facilitar a distribuição de fertilizantes no perfil do

solo, influenciando a disponibilidade e o aproveitamento destes pelas plantas. Além disso, em decorrência dos problemas de emissão de gases (CO_2 , N_2O , CH_4 e CFC) e do consequente efeito estufa, tem sido muito grande o interesse no estudo do comportamento dos solos quanto à capacidade de armazenar ou perder C nas diversas condições de manejo existentes (CORAZZA et al., 1999).

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas no nível fertilidade, após dez anos de cultivo.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio vem sendo conduzido em área experimental da Embrapa Trigo desde 1985 em Latossolo Vermelho Distrófico típico (STRECK et al., 2002). Em novembro de 1985, antes da semeadura das culturas de inverno, a camada de solo de 0-20 cm da área experimental foi amostrada, e os resultados das análises foram: pH = 4,8; Al trocável = $12,0\text{mmolc dm}^{-3}$; Ca + Mg trocáveis = $49,0\text{mmolc dm}^{-3}$; matéria orgânica = $34,0\text{g kg}^{-1}$; P extraível = $23,0\text{mg kg}^{-1}$; e K trocável = 104mg kg^{-1} . O solo dessa área foi descompactado por meio de escarificador com cinzéis (Jumbo) e submetido a correção de acidez com $7,0\text{Mg ha}^{-1}$ (PRNT 90%) de calcário, visando a elevar o pH a 6,0. O calcário foi aplicado em duas vezes: metade antes da aração (arado de discos) e metade antecedendo a gradagem (grade niveladora de discos).

Os tratamentos consistiram em quatro sistemas de manejo de solo (SMSs) – 1) plantio direto (PD), 2) preparo de solo com implemento de hastes para cultivo mínimo - escarificador (CM), 3) preparo convencional de solo com arado de discos e grade de discos (PCD) e 4) preparo convencional de solo com arado de aivecas e grade de discos (PCA) – e em três sistemas de culturas (SCs): sistema I (trigo/soja), sistema II (trigo/soja e ervilhaca/milho) e sistema III (trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja). Como testemunha, um fragmento de floresta subtropical com araucárias, adjacente ao experimento, também foi amostrado, com o mesmo número de repetições, e admitido como referencial do estado estrutural do solo antes deste ser submetido às alterações. O delineamento experimental usado foi blocos completos ao acaso, com parcelas subdivididas, e três

repetições. A parcela principal foi constituída pelos sistemas de SMS, e a subparcela, pelos SC. A parcela principal media 360m² (4m de largura por 90m de comprimento), e a subparcela, 40m² (4m de largura por 10m de comprimento).

A adubação de manutenção foi baseada na média dos valores observados nas análises químicas da área experimental, para cada sistema de SMS e de culturas. Em novembro de 2002, após a colheita ou manejo das culturas de inverno, foram coletadas amostras de solo compostas (duas subamostras por parcela), nas profundidades 0-5, 5-10, 10-15 e 15-20cm. As análises (pH em água, P, K, matéria orgânica, Al e Ca + Mg) seguiram o método descrito por Tedesco et al. (1985). O carbono acumulado em cada camada foi determinado pela expressão: $C \text{ acumulado} = C * D_s * L$, onde C acumulado corresponde ao C acumulado em Mg ha⁻¹; C é o conteúdo de C em g kg⁻¹ de solo; D_s é a densidade do solo em g cm⁻³; L é a espessura da camada em centímetros (ROSCOE e MACHADO, 2002). Para a D_s foi usado o método do anel volumétrico.

Os SMSs e os SCs foram comparados para cada atributo químico do solo, na mesma profundidade de amostragem. As profundidades de amostragem de solo foram comparadas no mesmo SMS ou SC. Todas as comparações foram realizadas por meio de contrastes com um grau de liberdade (STEEL e TORRIE, 1980). A significância dos contrastes foi dada pelo teste F, levando-se em conta o desdobramento dos graus de liberdade do erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sistemas de manejo de solo - Os valores médios de pH do solo (Tabela 1), para todas as camadas e sistemas de manejo de solo (SMS), foram menores em valores absolutos do que os verificados nas camadas estudadas, após dez anos de cultivo. Os valores obtidos naquela ocasião foram os seguintes: 0-5 cm: 5,48; 5-10cm: 5,43; 10-15cm: 5,43; e 15-20cm: 5,39 com exceção de preparo convencional com arado de discos (PCD), na camada 15-20cm (SANTOS E TOMM, 2003). Em todos os SMSs, houve perda do efeito residual da calagem realizada antes do estabelecimento do experimento. Nos SMSs e de sistemas de culturas (SCs) houve acidificação em todas as camadas estudadas, necessitando nova calagem após dez

anos, para restabelecer condição recomendada para leguminosas (SOCIEDADE, 2004). Resultados concordantes foram obtidos por Santos e Tomm (1996), Paiva et al. (1996) e Ciotta et al. (2002). De acordo com Ernani et al. (2001), a dissolução dos fertilizantes fosfatados e a nitrificação dos nitroгенados amoniacais ou amídicos pode contribuir para a acidificação da camada superficial de solo, principalmente quando se consideram longos períodos de cultivo sem aplicação de calcário ou quando elevadas doses desses fertilizantes são aplicadas. Por sua vez, o revolvimento de solo com aração e gradagens no preparo convencional dilui em toda a camada arável a acidez originada por fertilizantes. Isso também foi observado, neste estudo, nos tratamentos PCD e PCA. Isso pode ser devido ao revolvimento do solo, nesses tratamentos, pela exposição da MOS. Entre todos os SMSs, observaram-se diferenças quanto ao valor de pH em cada uma das camadas amostradas. Os sistemas de preparo convencional de solo com arado de aivecas (PCA) e com PCD e o cultivo mínimo (CM) apresentaram valores maiores de pH nas camadas 0-5cm e 5-10cm, em relação ao plantio direto (PD). Ciotta et al. (2002) obtiveram resultado equivalente comparando somente o PCD com o PD. O PCD foi superior ao CM e ao PD, para valor de pH, nas camadas 5-10cm e 15-20cm, respectivamente. O PCA apresentou maior valor de pH, em relação ao CM, na camada 5-10cm. Como era de se esperar, todos os SMSs estudados foram superiores para valor de pH, em comparação à floresta subtropical (FST), nas camadas 0-5cm a 10-15cm. Silveira e Stone (2001) verificaram, em Latossolo Vermelho perférrico, que sob preparo convencional de solo somente com arado de aivecas (5,56 e 5,55) e sob PCA (5,50 e 5,47), os valores de pH foram mais elevados. Entretanto, esse último tratamento foi igual ao preparo convencional de solo com grade aradora para valores de pH (5,45 e 5,46) e ao PD (5,44 e 5,45), nas camadas 0-10 e 10-20cm. Santos et al. (1995) encontraram, em Latossolo Vermelho Distrófico típico, diferenças para valor de pH somente para a sequência aveia branca/soja, cevada/soja e ervilhaca/milho, sendo o PCD (5,73 e 5,63) foi superior ao PD (5,40 e 5,40), nas camadas 0-5cm e 5-10cm. Houve diferenças somente no PD para o valor de pH de solo entre duas camadas amostradas. O valor de pH no PD diminuiu da camada 0-5cm para a camada 5-10cm. Para o PCD, para o PCA e para a FST, não foi observada diferença entre as profundidades quanto ao pH. Sidiras e Pavan (1985), em Latossolo Roxo distrófico e em Terra Roxa Estruturada,

verificaram que o valor de pH diminuiu da superfície (0-10cm) para a sub-superfície (10-20cm).

O valor de Al trocável de solo (Tabela 1), em todos os SMSs e em todas as camadas, aumentaram, em relação a 1993, eram: 0-5cm: 0,29; 5-10cm: 0,33; 10-15cm: 0,35; e 15-20cm: 0,46mmolc dm⁻³ (SANTOS e TOMM, 2003). Observou-se, nesse caso, que a calagem realizada em 1985 perdeu o efeito residual. Houve diferença entre o valor de Al de solo, em todos os SMSs, para todas as profundidades avaliadas. A FST apresentou maior valor de Al trocável, em relação a todos os SMSs estudados, nas camadas 0-5cm a 15-20cm, em razão da natureza ácida do latossolo. Na camada 5-10 cm, o PD manteve valor maior de Al do que o PCD, o PCA e o CM. Ciotta et al. (2002) obtiveram resultados equivalentes comparando PCD com PD. A complexação desse elemento químico pelos compostos orgânicos, gerados no processo de decomposição dos resíduos vegetais (SALET, 1994), provavelmente, contribuiu nos sistemas conservacionistas (PD e CM) para os menores valores de Al na camada superficial de solo. O Al tem menor efeito tóxico no PD, em relação ao PCD, em decorrência dos ligantes orgânicos. Do ponto de vista prático, espera-se que aumente a MOS sob PD, elevando o estoque de C e beneficiando a estrutura de solo, em termos de redução de densidade e de aumento da aeração e de porosidade, uma vez que solo com adequada estruturação física oferece melhor condição para as operações de semeadura e apresenta menor decomposição e destruição de agregados de solo. Santos et al. (1995) observaram diferenças para teor de Al, em dois sistemas de rotação de culturas (sistema I: cevada/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja; sistema II: ervilhaca/milho, aveia branca/soja e cevada/soja; e sistema III: aveia branca/soja cevada/soja e ervilhaca/milho), em que o teor de Al no PCD (1,2 e 1,8 mmolc dm⁻³) foi superior ao do PD (0,0 e 0,0 mmolc dm⁻³), na camada 0-5cm, respectivamente. Silveira e Stone (2001), em Latossolo Vermelho perférrico, verificaram que os valores de Al no PD (2,4mmolc dm⁻³), sob preparo convencional de solo com grade aradora (1,9mmolc dm⁻³) e sob PCA (1,9mmolc dm⁻³) foram mais elevados. Porém, menores do que no trabalho, em discussão. Na maioria dos SMSs, detectaram-se diferenças quanto ao teor de Al, em algumas camadas amostradas. O valor de Al da camada 0-5cm aumentou, em relação à camada 15-20cm, no PCA e na FST. Porém o PCD não diferiu entre camadas quanto a esse elemento,

indicando que a aração e a gradagem homogeneizou as camadas. Sidiras e Pavan (1985) observaram que o Al aumentou da camada 0-10cm (3 e 6%) para a camada 10-20cm (4 e 7%), enquanto Santos et al. (1995) não encontraram diferenças no valor de Al entre SMSs, nas camadas estudadas.

Os teores de Ca e de Mg trocáveis, em todas as camadas (Tabelas 1 e 2), são considerados elevados para o crescimento e desenvolvimento das culturas tradicionais da região (SOCIEDADE, 2004). Entretanto, esses valores foram menores que os observados nas camadas avaliadas, após dez anos de cultivo (1993), ou seja: 0-5cm: 69; 5-10cm: 68; 10-15cm: 68; e 15-20cm: 66 mmolc dm⁻³ (SANTOS e TOMM, 2003). A acidez do solo da área experimental havia sido corrigida com calcário dolomítico dezoito anos antes da referida avaliação, em 1985. A aplicação de calcário dolomítico forneceu Ca e Mg em quantidades adequadas e que permitiram ultrapassar os níveis críticos exigidos pelas espécies vegetais componentes dos SMSs e de SRCs, cujos níveis são 40mmolc dm⁻³ de Ca e 10mmolc dm⁻³ de Mg (SOCIEDADE, 2004). Nos anos iniciais de condução de trabalhos de pesquisa de longa duração, os teores observados desses elementos químicos tem sido maiores. Santos et al. (1995) verificaram teores de Ca + Mg trocáveis de solo (82,5 a 104,7mmolc dm⁻³), na camada 0-5 cm, mais elevados que os obtidos antes do início do experimento (56,8 a 77,7mmolc dm⁻³), na camada 0-20cm. Como era de se esperar, em todos os SMSs, na maioria das camadas, foram observados valores superiores para os teores de Ca e de Mg (Tabela 2), em relação a FST. Porém, os mesmos SMSs não diferiram entre si para Mg. Resultados semelhantes para Mg e para Ca + Mg foram obtidos por Bayer e Bertol (1999), por Matowo et al. (1999) e por Silveira e Stone (2001), trabalhando com SMS. Todavia, para o teor de Ca, o PD foi superior ao PCD e ao PCA, na camada 0-5cm. O CM apresentou maior teor de Ca, em relação ao PCA, na mesma camada. O PD e o CM foram superiores ao PCA, na camada 15-20cm. Os sistemas conservacionistas (PD e CM) mostraram maior teor de Ca do que os preparos convencionais de solo. O teor de Ca diminuiu da camada 0-5cm para a camada 10-15cm no PD e na FST. Para os demais SMSs, não houve diferença entre as camadas de solo. Somente o CM apresentou diminuição do teor de Mg da camada 0-5cm para a camada 5-10cm. De Maria et al. (1999), tampouco encontraram diferença nos teores de Ca e de Mg nas diferentes camadas amostradas entre os sistemas de manejo de solo.

O nível de matéria orgânica do solo - MOS (Tabela 2), em todas as camadas e SMSs, foi equivalente ou superior ao registrado dez anos antes, e os respectivos valores eram: 0-5cm: 34 g; 5-10cm: 31; 10-15cm: 29; e 15-20cm: 27g dm⁻³ (SANTOS e TOMM, 2003). Nos SMSs estabelecidos desde 1985, destacou-se o PD, sistema no qual tem sido observado acúmulo de MOS na camada superficial do solo, indicando que esse SMS pode contribuir para o aumento do nível de MOS, e, conseqüentemente, da fertilidade de solo, na camada com maior concentração de raízes. Nessa avaliação, o nível de MOS no PD não foi diferente da FST, apontando a eficiência do sistema PD em acumular carbono, assemelhando-se à floresta (BAYER et al., 2000; CIOTTA, et al., 2004; SISTI, et al., 2004). O PD apresenta nível mais elevado de MOS na camada superficial e, como consequência, maior concentração de substâncias húmicas solúveis (SALET, 1994). De acordo com Wiethölter (2000), o aumento do nível de MOS também deverá elevar o teor de N de solo, uma vez que o teor de N na matéria orgânica é relativamente constante (5%). Esse resultado sugere que o PD contribui para a manutenção da MOS na superfície e, após vários anos, provavelmente, para o aumento da capacidade de suprimento do solo (BAYER et al., 2000) do N que geralmente é o mais limitante ao rendimento de grãos para a maioria das gramíneas. O PD foi superior a todos os demais SMSs estudados para nível de MOS, na camada 0-5cm, porém, na camada 10-15cm, ocorreu ao inverso. Por sua vez, o CM apresentou maior nível de MOS do que o PCD e o PCA, igualmente na camada 0-5cm. De Maria et al. (1999), em Rhodic Ferralsol, observaram nível de MOS superior no PD (43g kg⁻¹), em comparação ao CM (40g kg⁻¹) e ao PCD (38g kg⁻¹), na camada 0-5cm. A FST apresentou maior nível de MOS, em relação ao PCD, PCA e CM, na camada 0-5cm. Na camada 15-20cm, o PCD foi superior ao PD, ao PCA, ao CM e a FST para o nível de MOS. Santos et al. (1995) verificaram nível de MOS maior no PD (31 a 35g kg⁻¹), em relação ao PCD (27 a 28g kg⁻¹), na camada 0-5cm. Houve diferenças no nível de MOS entre as camadas no PD, no PCA, no CM na FST, decrescendo progressivamente da camada 0-5cm para a camada 15-20cm. Esse comportamento foi mais evidente no PD e no CM que no PCD e no PCA, determinando diferenças de 1,3 a 1,6 vez superior no nível de MOS determinado na camada 0-5cm, em relação à camada 15-20cm. Resultado semelhante foi observado por SÁ (1993), com redução de 53 para

35g kg⁻¹, e por Santos et al. (1995), com redução variando de 27-33 para 23-25g kg⁻¹. A manutenção do nível de MOS na camada superficial de solo em valores mais elevados, principalmente nos sistemas conservacionistas, decorre do acúmulo de resíduos vegetais sobre a superfície de solo sob PD, em virtude da ausência de incorporação física realizada pelo revolvimento de solo, o que diminui a taxa de mineralização, no PD. Para o PCD, não houve diferença entre as camadas quanto ao nível de MOS.

O teor de P do solo, em todas as camadas e em todos os SMSs, foi superior ao valor considerado crítico (9,0Mg kg⁻¹) nesse tipo de solo para o crescimento e desenvolvimento de culturas tradicionais (SOCIEDADE, 2004) (Tabela 2). O teor de P encontrado na avaliação de 2002, em todas as camadas e SMSs, foi mais elevado que o teor avaliado em 1993, cujos valores foram: 0-5cm: 23,4; 5-10cm: 17,4; 10-15cm: 11,9; e 15-20cm: 8,2mg kg⁻¹ (SANTOS e TOMM, 2003). Provavelmente, decorre da acumulação resultante da aplicação superficial desse nutriente duas vezes ao ano. Entre os SMSs, houve diferenças no teor de P em todas as camadas estudadas. O PD foi superior ao PCD, ao PCA, ao CM e a FST, para teor de P, nas camadas 0-5cm e 5-10cm. Por sua vez, o teor de P no CM foi maior do que no PCD, na primeira camada estudada. Dados similares foram obtidos por Santos et al. (1995), na comparação do PD (26 a 39mg kg⁻¹) com o PCD (17 a 18mg kg⁻¹), por De Maria et al. (1999), na comparação do PD (35mg kg⁻¹) com o CM (28mg kg⁻¹) e com o PCD (28mg kg⁻¹), por MATOWO et al. (1999), comparando PD (60 a 88 mg kg⁻¹) com CM (47 a 55mg kg⁻¹), e por Ciotta et al. (2002), na relação do PD (15mg kg⁻¹) com o PCD (4Mg kg⁻¹), na camada 0-5cm. Desse modo, os sistemas conservacionistas provocaram alterações nas propriedades químicas de solo, as quais, por sua vez, refletem-se na fertilidade e na eficiência de uso de nutrientes pelas espécies (SÁ, 1993). O PCD, o PCA e o CM também apresentaram maior teor de P do que a FST, nas camadas 0-5cm, 5-10cm e 10-15cm. Na última camada estudada, o PCD mostrou teor de P maior que o do PD, o do CM e o da FST. O acúmulo de P nos sistemas de manejo conservacionistas decorre da mínima mobilização de solo por ocasião da incorporação de sementes e de fertilizantes e da baixa mobilidade desse nutriente no solo (WIETHÖLTER, 2000). Os SMSs estudados diferiram quanto ao teor de P, na maioria das profundidades estudadas, diminuindo da camada 0-5cm para a camada 15-20cm. Esse comportamento foi mais evidente no PD,

e no CM do que no PCD e no PCA, determinando diferenças no teor de P extraído, na camada 0-5cm, 3,4 a 4,5 vezes superiores em relação à camada 15-20cm. Resultados semelhantes foram registrados para acúmulo de P no PD, na camada 0-5cm, em relação à camada 15-20cm, com 21 versus 16Mg kg⁻¹ (BAYER e BERTOL, 1999) e com 88 versus 15Mg kg⁻¹ (MATOWO et al., 1999). Além disso, em áreas sob longo período de PD, a adição sucessiva de fertilizantes fosfatados, associada à intensa atividade microbiana na camada superficial de solo coberto por resíduos vegetais, pode favorecer o carreamento vertical desse nutriente pelo movimento de compostos orgânicos de P no perfil de solo (DICK, 1983). Segundo Sidiras e Pavan (1985), o acúmulo de P próximo à superfície do solo decorre das aplicações anuais de fertilizantes fosfatados, da liberação de P durante a decomposição dos resíduos vegetais e da menor fixação de P, em razão do menor contato desse elemento com os constituintes inorgânicos de solo. Wisniewski e Holtz (1997) que estudaram decomposição de palhada de aveia preta e de milho e liberação de P, observaram que, o não revolvimento do solo e a manutenção dos resíduos vegetais, sob PD reduziram as perdas desse nutriente.

O teor de K disponível, em todas as camadas e em todos os SMSs (Tabela 3), foi superior ao valor considerado crítico (80Mg kg⁻¹) para o crescimento e desenvolvimento das culturas tradicionais (SOCIEDADE, 2004). O teor de K, em todas as camadas e SMS, foi mais elevado que o teor avaliado em 1993, cujos valores foram: 0-5cm: 246; 5-10cm: 175; 10-15cm: 135; e 15-20cm: 96Mg kg⁻¹ (SANTOS e TOMM, 2003). O teor de K trocável diferiu significativamente entre a maioria dos SMSs. Como era previsível, os SMSs mostraram, em todas as camadas estudadas, teor de K superior ao da FST. Além disso, o PD apresentou teor de K trocável, na camada 0-5cm, maior do que o do PCD e o do PCA. Dados similares foram obtidos por Ciotta et al. (2002). O PD foi ainda superior, quanto ao teor de K, ao PCD, na camada 5-10cm, e ao CM, na camada 15-20cm. Nos resultados obtidos por De Maria et al. (1999), o PD (23Mg kg⁻¹) e o CM (22Mg kg⁻¹), constataram-se maior teor de K, em relação ao PCD (17Mg kg⁻¹). No presente estudo, observou-se, na camada 5-10cm, sob PCA, maior teor de K do que sob PCD. Porém, na camada 15-20cm, sob PCD, foi verificado teor maior de K do que sob CM, enquanto, sob CM, o teor de K foi superior ao PCA, na camada 0-5cm. Nas camadas 5-10cm e 15-20cm, ocorre-

ram o inverso entre os mesmos sistemas. Houve diferença do teor de K, na maioria das camadas estudadas, diminuindo o valor da camada 0-5cm para a camada mais profunda (15-20cm). Essa tendência foi mais evidente no PD e no CM que no PCD e no PCA, ou seja, o teor de K foi 2,0 a 2,3 vezes superiores, na camada 0-5cm, em comparação à camada 15-20cm. Dados semelhantes foram registrados por Bayer e Bertol (1999) (539 versus 231 mg kg⁻¹) e por Ciotta et al. (2002) (74 versus 13Mg kg⁻¹). Nos sistemas conservacionistas, os fertilizantes à base de K são depositados na superfície ou na linha de semeadura. Além disso, os resíduos vegetais são deixados na superfície, o que permite que esse elemento se acumule na camada superficial do solo. No PD e CM também pode estar havendo perdas, por erosão, de menores quantidades desse nutriente, comparativamente aos sistemas desprovidos de cobertura de palha, conforme constataram Hernani et al. (1999).

O nível de C diferiu entre os SMSs, nas camadas 0-5cm, 10-15cm e 15-20cm (Tabela 3). O PD apresentou nível de C superior aos demais SMSs e a FST, na camada 0-5cm. Porém, na camada 10-15cm ocorreu o inverso, exceto para FST. Na camada 15-20cm o PCD mostrou nível de C maior do que o do PD. Todavia, nessa mesma camada, o PD manifestou nível de C mais elevado, em relação FST, enquanto o PCD foi superior ao do PCA. O CM apresentou nível de C maior, em comparação ao dos PCD e PCA, na camada 0-5 cm. O PCD, o PCA e o CM mostraram níveis de C superiores a FST, nas camadas 10-15cm e 15-20cm. Além disso, o PCD destacou-se, em relação ao PCA e ao CM para o nível de C, na camada 15-20cm. Os PD e CM apresentaram nível de C maior, na camada 0-5cm do que os PCD e PCA. A explicação para isso, é que nos sistemas de preparo convencionais, a intensa perturbação do solo promove rápida diminuição da MOS, como consequência do aumento na emissão de CO², quando comparado com os sistemas conservacionistas (BAYER et al., 2000). Observou-se ainda que, o PD superou a FST para o nível de C. Segundo Corazza et al. (1999), existe a possibilidade de lavoura sob PD promover o aumento do nível de C, contribuindo assim para o sequestro de C atmosférico, ao contrário dos sistemas de preparo convencionais, que com revolvimento sistemático do solo tendem a atuar em sentido oposto. Houve acúmulo de C, na camada 0-5cm, em comparação à camada 15-20cm, no PD. O PD funcionou como depósito de C no solo. De acordo com Corazza et al. (1999), os sistemas

não perturbados com pastagens cultivadas, reflorestamento de eucalipto e com lavoura em rotação sob PD foram superiores para nível de C, em relação à vegetação típica de cerrado ou lavoura sob preparo convencional de solo com arado de discos e com grade pesada (sistemas perturbados), na camada 0-100cm. De acordo com Lal et al. (1995), a ocupação do solo por atividade com reduzida intensidade de preparo ou mesmo sem preparo indica que pode ocorrer recuperação e até mesmo acumulação de C superior à verificada em vegetação nativa.

Sistemas de culturas - Os sistemas de culturas (SCs) estudados apresentaram valores de pH, de Ca trocáveis e de P extraível maiores que os da FST, ao passo que para os valores de Al trocável ocorreu o inverso (Tabelas 4 e 5). Ademais, não houve diferença entre os valores de Al, de Ca, de Mg e de MOS nos diferentes SCs. Isso indica que as sequências de espécies componentes dos sistemas de rotação não promoveram alterações na concentração desses nutrientes no solo. A monocultura trigo/soja (sistema I), na camada 0-5cm, apresentou maior valor de pH, em relação ao sistema II: trigo/soja e ervilhaca/milho e ao sistema III: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja. Porém, na camada 5-10cm, o sistema II apresentou valor de pH maior que o do sistema I (Tabela 4). Por sua vez, o teor de P, no sistema I, foi maior, em comparação aos sistemas II e III, nas camadas 0-5cm e 5-10cm (Tabela 5). Isso também foi verificado entre os sistemas I e III, nas camadas 10-15cm e 15-20cm, para o teor de K. Essa diferença entre os SCs pode ser explicada, em parte, pelo fato de a ervilhaca ser estabelecida como cultura de cobertura de solo, sem aplicação de adubação de manutenção. Santos e Tomm (1999) verificaram diferenças no teor de P ($12,0\text{mg mg}^{-1}$) em monocultura trigo/soja, na camada 0 a 5cm, sob PD, em comparação aos SCs: trigo/soja e aveia branca/soja ($6,4\text{mg mg}^{-1}$); trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja ($7,0\text{mg mg}^{-1}$); e trigo/soja, ervilhaca/milho, cevada/soja e aveia branca/soja ($7,1\text{mg mg}^{-1}$). Franchini et al. (2000), trabalhando com SCs, observaram uma maior diminuição do teor de Ca no sistema tremoço/milho e trigo/soja após sete anos, em comparação aos demais sistemas estudados. No caso de tremoço, a redução do pH pode ser atribuída à liberação de prótons durante o processo de fixação biológica do N, em virtude da dissociação de grupos carboxílicos de aminoácidos, para manutenção da eletroneutralidade na célula (COVENTRY e SLATTERY, 1991). A FST apresentou nível de

MOS maior do que o dos SCs, na camada 0-5cm. Nessa avaliação, houve acúmulo de P e de K do solo, em todos os SCs, na camada 0-5 cm, decrescendo para as camadas 5-10cm, 10-15 cm e 15-20cm, respectivamente, em razão da adubação anual de manutenção.

Todos os SCs diferiram quanto aos valores de MOS, de P e de K de solo entre as profundidades (Tabela 5). Em todos os SCs e na FST, os níveis de MOS e os teores de P e de K diminuíram da camada 0 a 5cm para a camada 15 a 20cm. Acúmulos similares de P e de K na camada 0 a 5cm, em relação à camada 15 a 20cm, foram relatados por Sá (1993), por Matowo et al. (1999) e por Santos e Tomm (1998, 1999). Santos et al. (1995) e Santos e Tomm (1998, 1999) observaram, sob PD, que os níveis de MOS decresceram progressivamente da camada 0-5cm (35, 57 e 58g kg⁻¹) para a camada 15-20cm (23, 51 e 49g kg⁻¹), respectivamente. No sistema III e na FST, o teor de Al aumentou da camada 0-5cm para camada 10-15cm, enquanto, no sistema II, diminuiu na camada mais profunda. O teor de Ca, no sistema I, também diminuiu da camada 0-5cm para a camada 10-15cm. Por sua vez, no solo da FST, os teores de Ca e de Mg aumentaram da camada superficial para a camada mais profunda, mostrando que em sistemas naturais também ocorre acúmulo de macronutrientes na superfície do solo, sob floresta. Os valores de pH, de Al, de Ca e de Mg refletem diferenças na distribuição de calcário na camada arável, em virtude dos SCs. Os valores de MOS, de P e de K refletem as diferenças de seu acúmulo na superfície da camada arável, em razão da diferença no modo de revolvimento de solo dos distintos sistemas de manejo de solo. Os resultados observados comprovam o efeito benéfico da rotação de culturas na ciclagem e na distribuição de nutrientes no solo. Ao se compararem os valores dos atributos químicos dos SCs com os da FST, verificou-se que o uso do solo com agricultura induz a alterações relevantes na quantidade de nutrientes e nos níveis de MOS, e esses incrementos, evidenciaram que, no PD, a MOS é mais bem preservada.

Não houve diferença para o nível de C do solo entre os SCs (Tabela 5). Bayer et al. (2005), trabalhando com dois sistemas de rotação de culturas para milho, não observaram diferenças entre os tratamentos para o nível de C do solo. Porém, os níveis de C nos sistemas de culturas estudados foram maiores do que na FST. No trabalho conduzido por Albuquerque et al. (2005), relacionando leguminosas de cobertura de verão com a FST foi

verificado o inverso. Os SCs diminuíram o nível de C do solo da camada 0-5cm para a camada 15-20cm.

CONCLUSÕES

No PD, houve acúmulo de MOS, de C, de P extraível e de K trocável, na camada superficial.

No PD, não houve diferença do nível de MOS, em comparação com o da FST, em todas as camadas estudadas, indicando que esse SMS pode contribuir para recuperar o nível de MOS e, conseqüentemente, a fertilidade de solo.

O pH sob PD, nas camadas 0-5 e 5-10cm, foi inferior ao dos demais SMSs.

O Al trocável sob PD foi maior do que o dos SMSs, na camada 5-10 cm.

Os níveis de MOS e os teores de P e de K diminuíram progressivamente da camada 0-5cm para a camada 15-20cm, em todos os SMSs e SCs, apontando que o gradiente de fertilidade não é exclusivo dos sistemas conservacionistas PD e CM, ocorrendo também nos sistemas em que há revolvimento de solo.

A FST apresentou menor valor de pH, de Ca, de P e de K, em relação aos SMSs e aos SCs.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, J. A.; ARGENTON, J.; BAYER, C. et al. Relação de atributos do solo com a agregação de um Latossolo Vermelho sob sistemas de preparo e de plantas de verão para cobertura do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.29, n.3. p.415-424, 2005.

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

BAYER, C.; MIELNICZUCK, J.; AMADO, T. J. C. et al. Organic matter storage in a sandy clay loam Acrisol affected by tillage and cropping systems in southern Brazil. *Soil & Tillage Research*, Amsterdam, v.54, n.1-2, p.101-109, 2000.

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

CONVENTRY, D. R.; SLATTERY, N. J. Acidification of soil associated with lupines grown in rotation in Northeastern Victoria. *Australian Journal Agricultural Research*, East Melbourne, v.42, n.2, p.391-397, 1991.

CORAZZA, E. J.; SILVA, J. E. D.; RESCK, D. V. S. et al. Comportamento de diferentes sistemas de manejo como fonte ou depósito de carbono em relação à vegetação de cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.23, n.2, p.425-432, 1999.

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

DICK, W. Organic carbon, nitrogen, and phosphorus concentrations and pH in soil profiles as affected by tillage intensity. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v.47, n.1, p.102-107, 1983.

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

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

HERNANI, L. C.; KURIHARA, C. H.; SILVA, W. M. Sistemas de manejo de solo e perdas de nutrientes e matéria orgânica por erosão. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.23, n.1, p.145-154, 1999.

LAL, R.; KIMBLE, J.; LEVINE, E. et al. World soils and greenhouse effect: an overview. In: LAL, R.; KIMBLE, J.; LEVINE, E. et al. eds. *Soils and Global Change*. Boca Raton, CRC Lewis Publishers, 1995. Chap. 1, p.1-7.

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

MUZILLI, O. Manejo da matéria orgânica no sistema plantio direto. *Informativo Agrônomo*, Piracicaba, v.100, p.6-10, 2002.

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

ROSCOE, R.; MACHADO, P. L. O. A. Fracionamento físico do solo em estudos da matéria orgânica. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002. 86p.

SÁ, J. C. de M. Manejo da fertilidade do solo no sistema plantio direto. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Passo Fundo, RS). Plantio direto no Brasil. Passo Fundo, 1993. p.37-60.

SALET, R. L. Dinâmica de íons na solução de um solo submetido ao sistema plantio direto. Porto Alegre, 1994. 111f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo), Faculdade de Agronomia, UFRGS.

SALET, R. L. Toxidez de alumínio no sistema plantio direto. Porto Alegre, 1998. 109f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo), Faculdade de Agronomia, UFRGS.

SANTOS, H. P. dos; REIS, E. M. Rotação de culturas. In: SANTOS, H.P. dos; REIS, E.M. Rotação de culturas em plantio direto. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2001. Cap. 1, p.11-132.

SANTOS, H. P. dos; TOMM, G.O. Disponibilidade de nutrientes e teor de matéria orgânica em função de sistemas de cultivo e de manejo de solo. Ciência Rural, Santa Maria, v.33, n.3, p.477-486, 2003.

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

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

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

SANTOS, H. P. dos; TOMM, G. O.; LHAMBY, J. C. B. Plantio direto versus convencional: efeito na fertilidade do solo e no rendimento de grãos em rotação de culturas com cevada. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.19, n.3, p.449-454, 1995.

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

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

SISTI, C. P. J.; SANTOS, H. P. dos; ALVES, B. J. R. et al. Change in carbon and nitrogen stocks in soil under 13 years of conventional or zero tillage in southern Brazil. Soil & Tillage Research, Amsterdam, v.76, n.1, p.39-58, 2004.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Núcleo Regional Sul. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. Manual de adubação e de calagem para os estados do

Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 10.ed. Porto Alegre–Comissão de Química e Fertilidade do solo, 2004. 394p.

STEEL, G. D.; TORRIE, J. H. Principles and procedures of statistics: a biometrical approach. 2. ed. New York, McGraw-Hill, 1980. 633p.

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLANT, E. et al. Solos do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: EMATER/RS, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002. 126p.

TEDESCO, M. J.; WOLKWEISS, S. J.; BOHNEN, H. Análise de solos, plantas e outros materiais. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1985. 132p. (Boletim Técnico, 5.)

WIETHÖLTER, S. Manejo da fertilidade do solo no sistema plantio direto: experiência nos estados do - 24 - NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 25; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 8; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 6; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 3, 2000. Santa Maria, Brasil. Fertbio 2000: Biodinâmica do solo. Santa Maria: Centro de Ciências Rurais Departamento de Solos – UFSM, 2000. CD-ROM.

Tabela 1. Valores de pH em água, de alumínio e cálcio trocáveis, avaliados após as culturas de inverno de 2002, em quatro camadas e diferentes sistemas de manejo de solo. Embrapa Trigo, 2005.

Sistema de manejo do solo	Profundidade (cm)								
	0-5	5-10	10-15	15-20	0-5 x 5-10	0-5 x 10-15	0-5 x 15-20	5-10 x 10-15	5-10 x 15-20
	----- pH (1:1) -----				--- Contraste entre profundidades (P >				
PD	5,24	5,12	5,24	5,29	*	ns	ns	ns	**
PCD	5,32	5,35	5,38	5,41	ns	ns	ns	ns	ns
PCA	5,33	5,33	5,34	5,31	ns	ns	ns	ns	ns
CM	5,32	5,23	5,29	5,38	ns	ns	ns	ns	*
FST	4,73	4,57	4,53	4,60	ns	ns	ns	ns	ns
	Contraste entre manejo								
PD x PCD	**	**	ns	**					
PD x PCA	**	**	ns	ns					
PD x CM	**	**	ns	ns					
PD x FST	**	**	**	ns					
PCD x PCA	ns	ns	ns	ns					
PCD x CM	ns	*	ns	ns					
PCD x FST	**	**	**	**					
PCA x CM	ns	**	ns	ns					
PCA x FST	**	**	*	ns					
CM x FST	**	**	*	ns					
	--- Al (mmol _e dm ⁻³) ---				--- Contraste entre profundidades (P >				
PD	5,32	10,93	9,00	7,70	**	**	ns	ns	**
PCD	7,33	7,47	7,34	7,59	ns	ns	ns	ns	ns
PCA	6,95	7,02	8,34	9,38	ns	*	**	*	**
CM	5,22	7,65	7,63	6,38	*	*	ns	ns	ns
FST	18,93	31,40	34,23	34,53	*	*	*	ns	ns
	Contraste entre manejo								
PD x PCD	ns	**	ns	ns					
PD x PCA	ns	**	ns	ns					
PD x CM	ns	**	ns	ns					
PD x FST	**	**	**	**					
PCD x PCA	ns	ns	ns	ns					
PCD x CM	ns	ns	ns	ns					
PCD x FST	**	**	**	**					
PCA x CM	ns	ns	ns	*					
PCA x FST	**	**	**	**					
CM x FST	**	**	**	**					
	--- Ca (mmol _e dm ⁻³) ---				--- Contraste entre profundidades (P >				
PD	40	33	35	37	**	*	ns	ns	ns
PCD	35	35	34	35	ns	ns	ns	ns	ns
PCA	33	32	32	32	ns	ns	ns	ns	ns
CM	38	35	36	37	ns	ns	ns	ns	ns
FST	28	11	8	8	*	*	*	ns	ns
	Contraste entre manejo								
PD x PCD	**	ns	ns	ns					
PD x PCA	**	ns	ns	*					
PD x CM	ns	ns	ns	ns					
PD x FST	**	**	**	**					
PCD x PCA	ns	ns	ns	ns					
PCD x CM	ns	ns	ns	ns					
PCD x FST	ns	**	**	**					
PCA x CM	*	ns	ns	*					
PCA x FST	ns	**	**	**					
CM x FST	*	**	**	**					

ns = não significativo; * = nível de significância de 5%; ** = nível de significância de 1%. PD: plantio direto; PCD: preparo convencional de solo com arado de discos; PCA: preparo de solo com arado de aivecas; CM: cultivo mínimo; e FST: floresta subtropical.

Tabela 2. Valores de magnésio trocável, matéria orgânica e fósforo extraível, avaliados após as culturas de inverno de 2001, em quatro camadas e diferentes sistemas de manejo de solo. Embrapa Trigo, 2005.

Sistema de manejo de solo	Profundidade (cm)									
	0-5	5-10	10-15	15-20	0-5 x 5-10	0-5 x 10-15	0-5 x 15-20	5-10 x 10-15	5-10 x 15-20	5-10 x 15-20
	--- Mg (mmol _c dm ⁻³) ---				--- Contraste entre profundidades (P >					
PD	18	15	17	18	ns	ns	ns	ns	ns	ns
PCD	16	17	17	17	ns	ns	ns	ns	ns	ns
PCA	18	17	17	17	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CM	18	15	16	18	*	ns	ns	ns	ns	*
FST	21	11	7	7	ns	*	*	ns	ns	ns
	Contraste entre manejo									
PD x PCD	ns	ns	ns	ns						
PD x PCA	ns	ns	ns	ns						
PD x CM	ns	ns	ns	ns						
PD x FST	ns	*	**	**						
PCD x PCA	ns	ns	ns	ns						
PCD x CM	ns	ns	ns	ns						
PCD x FST	ns	**	**	**						
PCA x CM	ns	ns	ns	ns						
PCA x FST	ns	**	**	**						
CM x FST	ns	*	**	**						
	-- Matéria orgânica (g dm ⁻³) -				--- Contraste entre profundidades (P >					
PD	44	34	29	28	**	**	**	**	**	**
PCD	32	32	31	31	ns	ns	ns	ns	ns	ns
PCA	33	32	31	29	ns	*	**	ns	**	**
CM	37	34	31	28	**	**	**	*	**	**
FST	48	36	30	27	*	**	**	ns	ns	ns
	Contraste entre manejo									
PD x PCD	**	ns	**	**						
PD x PCA	**	ns	**	ns						
PD x CM	**	ns	**	ns						
PD x FST	ns	ns	ns	ns						
PCD x PCA	ns	ns	ns	**						
PCD x CM	**	ns	ns	**						
PCD x FST	**	ns	ns	**						
PCA x CM	**	ns	ns	ns						
PCA x FST	**	ns	ns	ns						
CM x FST	**	ns	ns	ns						
	----- P (mg kg ⁻¹) -----				--- Contraste entre profundidades (P >					
PD	48,9	43,5	20,0	10,8	ns	**	**	**	**	**
PCD	24,7	23,1	21,8	18,1	ns	ns	**	ns	**	**
PCA	25,9	19,9	16,3	14,2	**	**	**	ns	**	**
CM	35,1	32,4	19,3	10,3	ns	**	**	**	**	**
FST	6,3	2,5	1,8	1,8	*	**	**	ns	ns	ns
	Contraste entre manejo									
PD x PCD	**	**	ns	**						
PD x PCA	**	**	ns	ns						
PD x CM	**	**	ns	ns						
PD x FST	**	**	**	ns						
PCD x PCA	ns	ns	ns	ns						
PCD x CM	*	*	ns	**						
PCD x FST	*	**	**	**						
PCA x CM	ns	**	ns	ns						
PCA x FST	*	*	*	**						
CM x FST	**	**	*	ns						

ns = não significativo; * = nível de significância de 5%; ** = nível de significância de 1%. PD: plantio direto; PCD: preparo convencional de solo com arado de discos; PCA: preparo de solo com arado de aivecas; CM: cultivo mínimo; e FST: floresta subtropical.

Tabela 3. Valores de potássio trocável e de carbono, avaliados após as culturas de inverno de 2002, em quatro camadas e diferentes sistemas de manejo de solo. Embrapa Trigo, 2005.

Sistema de manejo de solo	Profundidade (cm)																			
	0-5				5-10				10-15				15-20							
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
	----- K (mg kg ⁻¹) -----										----- Contraste entre profundidades (P > F)									
PD	316	247	191	161	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**				
PCD	246	218	208	191	*	**	**	**	**	**	**	**	ns	ns	ns	ns				
PCA	301	255	206	163	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**				
CM	311	240	185	133	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**				
FST	75	36	22	22	*	**	**	**	**	**	**	**	ns	ns	ns	ns				
	Contraste entre manejo																			
PD x PCD	**	**	ns	ns																
PD x PCA	**	ns	ns	ns																
PD x CM	ns	ns	ns	*																
PD x FST	**	**	**	**																
PCD x PCA	ns	**	ns	ns																
PCD x CM	ns	ns	ns	**																
PCD x FST	**	**	**	**																
PCA x CM	**	*	ns	**																
PCA x FST	**	**	**	**																
CM x FST	**	**	**	**																
	----- C (g kg ⁻¹) -----										----- Contraste entre profundidades (P > F)									
PD	30,6	26,8	23,0	22,7	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**				
PCD	23,4	25,8	25,0	24,6	**	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns				
PCA	22,8	25,5	24,9	23,0	**	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns				
CM	27,1	27,3	24,6	22,5	ns	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**				
FST	25,2	26,1	21,3	19,7	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns				
	Contraste entre manejo																			
PD x PCD	**	ns	**	**																
PD x PCA	**	ns	**	ns																
PD x CM	**	ns	*	ns																
PD x FST	**	ns	ns	**																
PCD x PCA	ns	ns	ns	**																
PCD x CM	**	ns	ns	**																
PCD x FST	ns	ns	**	**																
PCA x CM	**	ns	ns	ns																
PCA x FST	ns	ns	**	**																
CM x FST	ns	ns	**	*																

ns = não significativo; * = nível de significância de 5%; ** = nível de significância de 1%.
 PD: plantio direto; PCD: preparo convencional de solo com arado de discos; PCA: preparo de solo com arado de aivecas; CM: cultivo mínimo; e FST: floresta subtropical.

Tabela 4. Valores de pH em água, de alumínio, de cálcio e magnésio trocáveis, avaliados após as culturas de inverno de 2001, em quatro camadas e diferentes sistemas de culturas. Embrapa Trigo, 2005.

Sistema da culturas	Profundidade (cm)									
	0-5	5-10	10-15	15-20	0-5	0-5	0-5	5-10	5-10	10-15
					x	x	x	x	x	x
					5-10	10-15	15-20	10-15	15-20	15-20
----- pH (1:1) -----										
I	5,34	5,26	5,34	5,38	ns	ns	ns	ns	*	ns
II	5,29	5,29	5,32	5,35	ns	ns	ns	ns	ns	ns
III	5,30	5,24	5,31	5,34	ns	ns	ns	ns	*	ns
FST	4,73	4,57	4,53	4,60	ns	ns	ns	ns	ns	ns
----- Contraste entre profundidades (P > F) -----										
Contraste entre rotação										
I x II	**	**	ns	ns						
I x III	*	ns	ns	ns						
I x FST	*	**	**	**						
II x III	ns	ns	ns	ns						
II x FST	**	**	**	*						
III x FST	**	**	*	*						
----- Al (mmol, dm ⁻³) -----										
I	5,77	7,28	7,34	6,67	ns	ns	ns	ns	ns	ns
II	5,97	8,10	7,85	7,45	**	*	ns	ns	ns	ns
III	6,61	8,71	8,48	8,34	**	*	*	ns	ns	ns
FST	18,93	31,40	34,23	34,53	*	*	*	ns	ns	ns
----- Contraste entre profundidades (P > F) -----										
Contraste entre rotação										
I x II	ns	ns	ns	ns						
I x III	ns	ns	ns	ns						
I x FST	**	**	**	**						
II x III	ns	ns	ns	ns						
II x FST	**	**	**	**						
III x FST	**	**	**	**						
----- Ca (mmol, dm ⁻³) -----										
I	39	35	34	36	ns	*	ns	ns	ns	ns
II	36	34	34	36	ns	ns	ns	ns	ns	ns
III	36	33	34	35	*	ns	ns	ns	ns	ns
FST	28	11	8	8	*	*	*	ns	ns	ns
----- Contraste entre profundidades (P > F) -----										
Contraste entre rotação										
I x II	ns	ns	ns	ns						
I x III	ns	ns	ns	ns						
I x FST	**	**	**	**						
II x III	ns	ns	ns	ns						
II x FST	*	**	**	**						
III x FST	*	**	**	**						
----- Mg (mmol, dm ⁻³) -----										
I	16	15	16	17	ns	ns	ns	ns	ns	ns
II	18	16	17	18	ns	ns	ns	ns	ns	ns
III	18	16	17	18	ns	ns	ns	ns	ns	ns
FST	21	11	7	7	ns	*	*	ns	ns	ns
----- Contraste entre profundidades (P > F) -----										
Contraste entre rotação										
I x II	ns	ns	ns	ns						
I x III	ns	ns	ns	ns						
I x FST	ns	ns	**	**						
II x III	ns	ns	ns	ns						
II x FST	ns	**	**	**						
III x FST	ns	**	**	**						

ns = não significativo; * = nível de significância de 5%; ** = nível de significância de 1%.
 Sistema I: trigo/soja; sistema II: trigo/soja e ervilhaca/milho; sistema III: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja; e FST: floresta subtropical.

Tabela 5. Valores de matéria orgânica, de fósforo extraível, de potássio trocável e de carbono, avaliados após as culturas de inverno de 2001, em quatro camadas e diferentes sistemas de culturas. Embrapa Trigo, 2005.

Sistema de culturas	Profundidade (cm)				
	0-5	5-10	10-15	15-20	
					0-5
					0-5
					0-5
					5-10
					5-10

-- Matéria orgânica (g dm ⁻³) -					---- Contraste entre profundidades (P > F)				
I	37	32	31	29	**	**	**	ns	*
II	36	33	31	29	**	**	**	ns	**
III	37	33	30	29	**	**	**	**	**
FST	48	36	30	27	*	**	**	ns	ns
Contraste entre rotação									
I x II	ns	ns	ns	ns					
I x III	ns	ns	ns	ns					
I x FST	**	ns	ns	ns					
II x III	ns	ns	ns	ns					
II x FST	**	ns	ns	ns					
III x FST	**	ns	ns	ns					
----- P (mg kg ⁻¹) -----					---- Contraste entre profundidades (P > F)				
I	44,9	42,5	23,6	15,4	ns	*	**	*	**
II	29,5	25,7	19,4	13,1	ns	**	**	*	**
III	32,7	28,2	17,9	12,9	ns	**	**	**	**
FST	6,3	2,5	1,8	1,8	*	**	**	ns	ns
Contraste entre rotação									
I x II	**	**	ns	ns					
I x III	*	**	ns	ns					
I x FST	**	**	**	**					
II x III	ns	ns	ns	ns					
II x FST	**	**	**	*					
III x FST	**	**	*	*					
----- K (mg kg ⁻¹) -----					---- Contraste entre profundidades (P > F)				
I	301	264	233	199	*	**	**	ns	**
II	296	244	206	165	**	**	**	*	**
III	290	230	181	148	**	**	**	**	**
FST	75	36	22	23	*	**	**	ns	ns
III x FST	ns	**	**	**					
----- C (g kg ⁻¹) -----					---- Contraste entre profundidades (P > F)				
I	26,4	25,9	24,8	23,2	ns	ns	*	ns	*
II	25,5	25,8	24,1	22,9	ns	ns	**	ns	**
III	26,1	26,8	24,4	23,4	ns	*	**	**	**
FST	25,2	26,1	21,3	19,7	ns	ns	ns	ns	ns
Contraste entre rotação									
I x II	ns	ns	ns	ns					
I x III	ns	ns	ns	ns					
I x FST	ns	ns	**	**					
II x III	ns	ns	ns	ns					
II x FST	ns	ns	*	**					
III x FST	ns	ns	**	**					

ns = não significativo; * = nível de significância de 5%; ** = nível de significância de 1%.
 Sistema I: trigo/soja; sistema II: trigo/soja e ervilhaca/milho; sistema III: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja; e FST: floresta subtropical.

TEMPO DE EXPOSIÇÃO DE SEMENTES DE SOJA AO TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO

Geri Eduardo Meneghelo¹; Gaspar Malone²; Paulo Dejalma Dejalma³; Patrícia da Silva Vinholes⁴; Fernanda Plucani do Amaral⁵; Guilherme Fiss⁴; Maria Alice da Silva de Castro⁶; Ireni Leitzke Carvalho⁶

¹Eng. Agr., Dr. PPG C&T de Sementes. FAEM/UFPel Campus Universitário s/n. Caixa postal 354. CEP 96010-900. Pelotas – RS. E-mail: geriem@ufpel.edu.br; ²Geneticista, Dr. em C&T de Sementes. FAEM/UFPel Campus Universitário s/n. Caixa postal 354. CEP 96010-900. Pelotas – RS; ³ Eng. Agr. Dr. Professor do PPG C&T de Sementes. DFt/FAEM/UFPel Campus Universitário s/n. Caixa postal 354. CEP 96010-900. Pelotas – RS; ⁴ Eng. Agr. Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa – UF; ⁵ Bióloga. Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais - Universidade Federal de Santa Catarina; ⁶ Laboratorista. DFt/FAEM/UFPel Campus Universitário s/n. Caixa postal 354. CEP 96010-900. Pelotas – RS.

RESUMO: Muitas pesquisas vêm sendo realizadas para estabelecer metodologias padronizadas capazes de detectar diferenças no vigor dos lotes de sementes. O teste de envelhecimento acelerado é um dos mais indicados para a avaliação do vigor de sementes. Embora considerado padronizado, ainda há aspectos específicos da metodologia que merecem elucidação, dentre eles o tempo de exposição das sementes a altos teores de umidade e temperatura. O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento de sementes de soja com diferentes percentagens de germinação quando expostas ao teste de envelhecimento acelerado com dois tempos de exposição distintos. Foram utilizados vinte lotes de sementes de soja divididos em dois grupos, o primeiro composto por dez lotes com germinação igual ou superior de 85%, e o segundo contendo dez lotes com germinação abaixo de 85%. Os resultados de cada grupo foram comparados entre si, para avaliar a sensibilidade dos testes de vigor na estratificação em lotes de alto e baixo poder germinativo. As sementes de cada lote foram submetidas aos testes de germinação, avaliação de plântulas anormais, sementes mortas, condutividade elétrica, teste do tetrazólio, emergência a campo, índice de velocidade de emergência – IVE, e teste de envelhecimento acelerado, com dois tempos de exposição das sementes, 48 e 72 horas respectivamente. Os resultados obtidos demonstram uma tendência de que o tempo de exposição de 48 horas é mais indicado para lotes com alto poder germinativo e o tempo de 72 horas mais adequado para lotes com baixo poder germinativo.

Palavras-chave: *Glycine max*, envelhecimento acelerado, vigor.

DURATION OF THE ACCELERATED AGING TEST FOR SOYBEAN SEEDS

ABSTRACT: A lot of research has been dedicated to establish the standard methodology to appropriately detect vigor differences among seed lots, and the accelerated aging test has proven to be one of the best to assess seed vigor. Despite being considered a standard test, there are some specific aspects that remain to be elucidated, among them, the time period through which seeds should be exposed to high levels of temperature and relative humidity. The scope of this work was to assess the performance of soybean seeds of different germination value, when exposed to accelerated aging through two different periods. Twenty soybean seed lots were divided into two groups, the first comprised of ten seed lots with germination $\geq 85\%$ and the second group composed by ten seed lots with germination under 85%. The results for both seed lot groups were compared, to test the sensitivity of vigor tests to stratification for high and low germination value. Seeds from each lot were analyzed for germination, normal seedlings, dead seeds, electrical con-

ductivity, Tetrazolium, field emergence, germination speed index and accelerated aging, through two periods of seed exposure, 48 and 72 hours, respectively. The observed results indicate that a period of 48 h exposure is best for seeds from lots with high germination values, whereas an exposure of 72 h was best for seeds from the low germination lots.

Keywords: *Glycine max*, accelerated aging, vigor.

INTRODUÇÃO

A obtenção de um estande adequado e uniforme de plantas no campo é fundamental para alcançar índices satisfatórios de produtividade. Baixos estandes podem ocorrer pela utilização de semente de baixa qualidade aliado à condições ambientais desfavoráveis, como baixa umidade do solo, baixas temperaturas e estiagem. Tais condições podem refletir em baixas porcentagens de germinação, podendo levar a necessidade de realizar ressemeaduras, o que eleva consideravelmente o custo de produção (PESKE e DELOUCHE, 1985).

A avaliação do potencial fisiológico de sementes é componente fundamental para o controle da qualidade de sementes, pois esta se constitui referência na adoção de práticas de manejo adequadas para que se tenha um nível satisfatório de desempenho das sementes (ÁVILA et al., 2006). O teste de germinação, conduzido em laboratório sob condições favoráveis de substrato, umidade e temperatura, geralmente superestima o potencial fisiológico de lotes de sementes sendo, portanto, cada vez maior a necessidade de aprimoramento dos testes destinados à avaliação do vigor de sementes, visando à obtenção de informações consistentes e, de preferência, em período de tempo relativamente curto (TORRES et al., 2009).

Atualmente muitas pesquisas com o objetivo de estabelecer metodologias padronizadas para avaliar as diferenças no potencial fisiológico das sementes vem sendo desenvolvidas, pois sementes com porcentagens de germinação semelhantes na análise de laboratório podem apresentar comportamentos distintos quando colocadas no campo ou após um período de armazenamento (ROSSETO e MARCOS FILHO, 1995). Essas podem ser explicadas pelo fato de que as primeiras alterações nos processos bioquímicos associados à deterioração ocorrem, geralmente, antes que sejam verificados declínios na capacidade germinativa (DELOUCHE e BASKIN, 1973). Por isso, o uso de testes que avaliam o vigor são de grande utilidade no monitoramento da qualidade das sementes, a partir da maturidade fisiológica (MARCOS FILHO et al., 2000).

O teste de envelhecimento acelerado é reconhecido como um dos mais populares para avaliação do vigor de sementes de várias espécies, sendo capaz de proporcionar informações com alto grau de consistência (TEKRONY, 1995). Este teste é baseado na simulação de fatores ambientais adversos, como temperatura e umidade relativa elevadas, que são as principais causas de deterioração das sementes (MAIA, 2007). Tem como princípio a aceleração artificial da taxa de deterioração das sementes, através da sua exposição a níveis elevados de temperatura e umidade relativa do ar, considerados os fatores ambientais preponderantes na intensidade e velocidade de deterioração (MARCOS FILHO, 1999).

Nessa situação, é esperado que sementes de baixa qualidade deterioram-se mais rapidamente do que as mais vigorosas, apresentando queda diferenciada da viabilidade.

Vários estudos têm sido conduzidos visando o aperfeiçoamento deste procedimento como teste de vigor. No entanto, os protocolos disponíveis na literatura atual apresentam algumas discrepâncias com relação ao tempo de exposição das sementes, teor de água inicial, tamanho da amostra e tipo de câmara utilizada (MARCOS FILHO e VINHA, 1980; TOMES et al., 1998; BITTENCOURT et al., 1995; SCAPPA NETO et al., 2001). Outros fatores tais como contaminação inicial das sementes por microorganismos (SILVA e SILVA, 2000) pode influir sobre no resultado do teste. Freitas (2000), estudando o vigor de sementes de amendoim, evidenciou que uma elevada incidência de *Aspergillus* spp. e de *Rhizopus* spp. limita a estimativa do vigor das sementes, pois estes microrganismos aceleram o processo de deterioração das sementes durante o teste (ROSSETTO et al., 2003).

Dentre os fatores que afetam o comportamento das sementes submetidas ao teste, a interação temperatura e período de exposição é um dos mais estudados. Para Marcos Filho (1999), as sementes deverão ser expostas às condições severas de umidade e temperatura (41°C) durante um período de 48 horas (h), enquanto que o protocolo descrito pelo Comitê de Vigor da Association of Official Seed Analysts - AOSA (1983) propõe 41°C por 72h. Estas diferenças na absorção de água pelas sementes, expostas a atmosfera úmida por períodos de exposição diferentes, podem originar, entretanto, variações acentuadas no grau de umidade. Podendo dessa forma mascarar o resultado no ranqueamento dos lotes de sementes.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o comportamento de lotes de sementes de soja, com diferentes índices de germinação no teste de envelhecimento acelerado, com dois tempos de exposição das sementes à altas temperaturas.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, UFPel.

Foram analisados vinte lotes de sementes de soja, provenientes de regiões produtoras do estado do Paraná. A qualidade inicial das sementes de cada lote foi avaliada através dos testes de teor de água, germinação, condutividade elétrica, emergência a campo e índice de velocidade de emergência – IVE, teste do tetrazólio e teor de água.

Estes testes serviram de suporte para o estudo do teste de envelhecimento acelerado com tempos de exposição de 48 e 72 horas respectivamente. As metodologias utilizadas para a realização dos testes estão descritas abaixo.

Teor de água: Realizado com três sub-amostras de cinco gramas para cada lote, pelo método da estufa $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, durante 24 horas, de acordo com as Regras para Análise de Sementes – RAS (BRASIL, 2009), sendo os resultados expressos em porcentagem.

Germinação: Conduzido com quatro repetições para cada tratamento, as sementes foram distribuídas em rolos de papel Germitest, a 25°C , sendo considerado cada rolo com 50 sementes como uma sub-amostra. Visando o umedecimento uniforme, a quantidade de água destilada adicionada ao papel correspondeu a 2,5 vezes o peso do substrato. As avaliações foram realizadas no quinto e oitavo dias após a semeadura, segundo metodologia descrita por BRASIL (2009), computando-se o percentual de plântulas normais, anormais e mortas.

Índice de Velocidade de Emergência: Determinado em quatro repetições de 50 sementes por lote. As sementes foram semeadas manualmente em canteiros a uma distância de 0,05m entre uma e outra, em sulcos distanciados 0,10m. Foram realizadas contagens diárias, até estabilização do número de plântulas emergidas. O IVE foi determinado de acordo com

critério estabelecido por Marguire (1962):

$$IVE = \sum_{i=1}^n \frac{N_i}{D_i}, \text{ onde}$$

N: número de plântulas emergidas/dia e

D: número de dias de contagem após o início do teste.

Emergência a Campo: realizada conjuntamente com a determinação do IVE, utilizando-se as quatro repetições de 50 sementes por lotes. As avaliações foram realizadas aos vinte e um dias após a semeadura, computando-se o número de plântulas emergidas, conforme Nakagawa (1999).

Teste do Tetrazólio: conduzido com 100 sementes por tratamento, distribuídas em quatro repetições de 25 sementes, pré-condicionadas em papel umedecido, e mantidas nestas condições por dezesseis horas a 25°C, para a remoção do tegumento, após as sementes foram colocadas em recipientes plásticos, cobertas com a solução do sal de tetrazólio (0,1%) e mantidas em câmara escura a 40°C por três horas. Passado este tempo, removeu-se a solução de tetrazólio e as sementes foram lavadas com água, sendo em seguida realizada a interpretação do teste. Realizou-se a interpretação cortando-se as sementes longitudinalmente através do seu eixo embrionário. Analisaram-se as superfícies interna e externa dos cotilédones, anotando-se os valores de viabilidade, vigor e danos por umidade, conforme metodologia descrita por França Neto et al. (1998).

Condutividade Elétrica: Utilizaram-se quatro repetições de 25 sementes fisicamente puras de cada lote, pesadas e imersas em 75mL de água deionizada no interior de copos de plástico, a 25°C. Após 24 horas de embebição, procedeu-se a leitura da condutividade elétrica da solução, em aparelho Digimed DM 31. Os resultados médios foram expressos em umhos/cm/g (LOEFFLER et al., 1988).

Envelhecimento Acelerado (48 horas): Realizou-se segundo a metodologia proposta pela ABRATES, (MARCOS FILHO, 1999), onde uma amostra padrão com 48g de sementes foi distribuída em camada única sobre a tela. No fundo das caixas plásticas tipo gerbox (11,0 x 11,0 x 3,0cm) foram colocados 40mL de água destilada. As sementes foram mantidas a uma temperatura de 41°C/48h. Posteriormente as sementes foram submetidas ao teste de germinação seguindo a metodologia anteriormente descrita.

Envelhecimento Acelerado (72 horas): Utilizou-se metodologia proposta por ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS – AOSA (AOSA, 1983). Uma amostra de 48g de sementes foi distribuída em camada única sobre a tela. No fundo das caixas plásticas tipo gerbox (11,0 x 11,0 x 3,0cm) foram colocados 40mL de água destilada. As sementes foram mantidas a uma temperatura de 41°C/72h. Posteriormente as sementes foram submetidas ao teste de germinação seguindo a metodologia anteriormente descrita.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, sendo avaliados vinte lotes (10 com germinação igual ou superior a 85% e 10 com germinação menor que 85%) com quatro repetições. Os resultados foram submetidos a análise de variância, com auxílio do software SASM-Agri (CANTERI et al., 2001) e posteriormente as médias foram comparadas utilizando-se o teste de Scott-knott (SCOTT-KNOTT, 1974), em nível de 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos resultados obtidos no teste de germinação, os lotes foram divididos em dois grupos, um deles com dez lotes apresentando germinação acima de 85%, e outro grupo, também com dez lotes, com poder germinativo abaixo de 85%.

Dentre os lotes de sementes com alto poder germinativo (Tabela 1), não houve diferenças na porcentagem de germinação, emergência a campo e índice de velocidade de emergência – IVE. Observou-se alta similaridade entre os valores da germinação em laboratório e a emergência em campo, inclusive com vários lotes apresentando resultados superiores a campo do que em laboratório. Provavelmente, muitas das sementes, que no teste de germinação em laboratório apresentaram plântulas anormais, em campo, emergiram produzindo uma maior porcentagem de emergência. Esse é um comportamento esperado, pois, apesar de serem fornecidas condições ótimas para a germinação, fatores como ataque de fungos podem favorecer o surgimento de plântulas anormais durante a realização do teste de germinação.

Somente nos testes tetrazólio (TZ) e condutividade elétrica foi possível identificar diferenças de vigor entre estes lotes de sementes. Com estes dados foi possível ranquear os lotes, sendo o número “1” para o lote mais vigoroso e o número “10” para o lote menos vigoroso (Tabela 1).

Tabela 1. Qualidade inicial de dez lotes de sementes de soja, com alto poder germinativo, avaliada pelos testes de germinação, plântulas anormais, Teste do Tetrazólio (TZ), emergência de campo, Índice de Velocidade de Emergência – IVE e condutividade elétrica.

Lotes	Germinação ----- %	TZ ----- %	Emergência ----- %	IVE	CE (umhos/cm/g)	Ranqueamento
Lote 01-A	92 a	76 a	91 a	6,39 a	65,76 a	1
Lote 02-A	89 a	68 b	87 a	5,98 a	85,93 b	5
Lote 03-A	87 a	79 a	88 a	5,95 a	55,61 a	2
Lote 04-A	89 a	81 a	88 a	6,02 a	70,51 b	6
Lote 05-A	86 a	88 a	96 a	6,42 a	82,69 b	4
Lote 06-A	87 a	79 a	81 a	5,48 a	74,71 b	7
Lote 07-A	87 a	75 a	91 a	6,20 a	107,48 c	8
Lote 08-A	91 a	67 b	92 a	6,24 a	36,21 a	9
Lote 09-A	90 a	59 b	88 a	6,03 a	108,34 c	10
Lote 10-A	89 a	70 b	90 a	6,11 a	37,30 a	3
CV	4,62	8,99	5,49	5,97	25,31	-

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de **Scott-Knot**.

Na tabela 2 são apresentados os resultados dos teores de umidade inicial e após a exposição das sementes ao envelhecimento nos períodos estudados, juntamente com a percentagem de germinação após as sementes serem submetidas aos testes de envelhecimento acelerado com os dois tempos de exposição avaliados.

Comparando o ranqueamento apresentado pelo teste de envelhecimento acelerado com 48 horas de exposição das sementes, com o apresentado pelos demais testes suporte utilizados, verifica-se que foi mantida a ordem no ranqueamento para os lotes 01-A, 02-A, 03-A, 04-A, 06-A e 10-A. Para os demais lotes houve discrepância de resultados. Já para o teste de envelhecimento acelerado com 72 horas de exposição das sementes os lotes 01-A, 02-A, 07-A, 08-A e 09-A mantiveram a ordem do ranqueamento obtida nos demais testes. Levando-se em consideração a combinação dos dois testes, apenas o lote 05-A não obteve em pelo menos um dos testes o mesmo ranqueamento que o apresentado nos testes suporte.

Verificaram-se diferenças nos graus de umidade entre os lotes apenas na umidade inicial, sendo de 2,5 pontos percentuais (pp). Após as sementes terem sido envelhecidas esta diferença aumentou para 5,6 pp nas sementes envelhecidas por 48 horas e 9,5 pp para aquelas expostas ao envelhecimento por 72 horas. A pequena diferença no teor de água inicial

das sementes é um fato importante na execução dos testes, considerando-se que a uniformização do teor de água das sementes é imprescindível para a padronização das avaliações e obtenção de resultados consistentes (MARCOS FILHO, 1999).

Percebe-se ainda nos dados de umidade das sementes expostas ao envelhecimento, maiores diferenças na absorção de água, concluindo que as sementes sofrem deterioração maior quando submetidas ao mesmo tempo a elevadas temperaturas e umidade.

O monitoramento do teor de água das sementes após o envelhecimento é um procedimento eficiente para averiguar se o teste deve ser feito ou não (DUTRA e VIEIRA, 2004). Segundo Hampton e Tekrony (1995), quando as sementes de soja são expostas a uma temperatura de 42°C durante 48 horas, os teores de umidade devem ficar entre 28 a 30%, e isto pode significar sementes com maior ou menor grau de deterioração, respectivamente. Usando a mesma temperatura e período de envelhecimento Tomes et al. (1988) obtiveram teores de água para sementes de soja, variando entre 28 e 30%, para umidade inicial de 8,0 a 13,5%. Estes não foram os valores encontrados neste trabalho, tendo uma variação de 23,9% a 29,5% quando expostas por 48 horas e 23,1% a 31,7% quando expostas por 72 horas, sendo em média, os maiores teores quando expostas a mais tempo a mesma temperatura.

Há uma tendência de que o tempo de exposição de 48 horas possa ser mais eficiente na identificação de classes de vigor entre lotes distintos. Porém, enfatiza-se a importância do uso de mais de um teste para inferir sobre a qualidade fisiológica em lotes de sementes de soja (MARCOS FILHO, 1998), devido à influência dos métodos adotados e uso de situações específicas de estresse para estimar o comportamento relativo dos lotes em campo (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

Os resultados encontrados para o envelhecimento durante 48 horas estão de acordo com o encontrado por Dutra e Vieira (2004), que ao analisar seis lotes de sementes de soja, com alto percentual de germinação (acima de 93%), os melhores resultados foram obtidos utilizando câmara do tipo BOD na combinação de 42°C por 48 horas.

Nos lotes em que o poder germinativo estava abaixo dos 85%, também não foi verificada diferenças significativas na porcentagem de germinação, porém verificou-se diferenças na qualidade fisiológica, através dos

testes de emergência a campo, IVE, TZ e condutividade elétrica (Tabela 3). Apesar da diferenciação nos níveis de vigor apresentados entre os lotes nos testes de Emergência a Campo e IVE, verificou-se que a porcentagem de emergência a campo apresentou resultados similares aos encontrados no teste de germinação.

Tabela 2. Teores de água (%) inicial e obtidos após o período de envelhecimento acelerado e porcentagem de germinação de dez lotes de sementes de soja, com alto poder germinativo, após os testes de envelhecimento acelerado com 48 e 72 horas de exposição das sementes.

Lotes	Umidade Inicial	Umidade 48h	Umidade 72h	EA 48h	EA 72h
	-----%-----				
Lote 01-A	10,7	29,5	29,1	89 a	81 a
Lote 02-A	10,7	26,0	30,9	59 b	52 c
Lote 03-A	8,5	23,9	28,8	80 a	62 b
Lote 04-A	8,9	24,4	31,7	89 a	62 b
Lote 05-A	10,7	26,4	27,4	62 b	61 b
Lote 06-A	8,8	26,0	29,7	79 a	67 b
Lote 07-A	10,1	26,0	32,6	66 b	82 a
Lote 08-A	8,2	25,1	29,2	75 a	68 b
Lote 09-A	8,9	26,8	23,1	80 a	57 c
Lote 10-A	8,8	26,6	32,0	46 c	82 a
CV	4,53	8,84	8,69	13,00	8,31

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de **Scott-Knot**

Os testes utilizados não classificaram os lotes na mesma classe de vigor, em razão disso, levou-se em consideração o resultado de todos os testes para ranquear os lotes quanto ao nível de vigor. Com estes dados foi possível ranquear os lotes, sendo o número “1” para o lote mais vigoroso e o número “10” para o lote menos vigoroso.

Na tabela 4 são apresentados os resultados dos teores de umidade inicial e após a exposição das sementes à câmara de envelhecimento nos tempos estudados, juntamente com a porcentagem de germinação após as sementes com baixo poder germinativo serem submetidas aos testes de envelhecimento acelerado, com os dois tempos de exposição avaliados.

Tabela 3. Qualidade inicial de dez lotes de sementes de soja, com baixo poder germinativo, avaliada pelos testes de germinação, plântulas anormais, Teste do Tetrazólio (TZ), emergência de campo, Índice de Velocidade de Emergência – IVE e condutividade elétrica.

Tratamento	Germinação	TZ	Emergência	IVE	CE	Ranqueamento
	----- % -----				(umhos/cm/g)	
Lote 01-B	80 a	79 a	82,0 b	5,63 c	67,41 b	3
Lote 02-B	82 a	78 a	95,5 a	6,63 a	37,97 a	1
Lote 03-B	80 a	80 a	80,5 b	5,51 c	88,78 c	4
Lote 04-B	85 a	76 a	80,5 b	5,48 c	127,23 e	7
Lote 05-B	83 a	79 a	90,5 a	6,21 b	83,01 c	5
Lote 06-B	82 a	74 a	87,5 a	6,09 b	48,14 a	2
Lote 07-B	80 a	76 a	67,0 c	4,51 d	113,06 d	9
Lote 08-B	81 a	77 a	86,5 a	5,88 b	99,87 d	6
Lote 09-B	81 a	58 b	80,0 b	5,46 c	103,08 d	10
Lote 10-B	82 a	78 a	87,5 a	6,03 b	142,64 e	8
CV	9,54	8,56	5,59	5,82	12,37	-

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knot.

Comparando o ranqueamento apresentado pelo teste de Envelhecimento Acelerado com 48 horas de exposição das sementes com o apresentado pelos demais testes suporte utilizados, verifica-se que foi mantida a ordem no ranqueamento para os lotes 02-B, 04-B, 06-B e 10-B, para os demais lotes houve discrepância de resultados. Analisando os resultados do teste de Envelhecimento Acelerado com 72 horas de exposição das sementes os lotes 01-B, 02-B, 06-B, 07-B, 09-B e 10-B mantiveram o ranqueamento obtido com os demais testes utilizados. Levando-se em consideração a combinação dos dois testes, apenas o lote 03-B, 05-B e 08-B não obteve em pelo menos um dos testes o mesmo ranqueamento que o apresentado nos testes suporte. Observou-se uma tendência de que com sementes com menor poder germinativo, um maior tempo de exposição consegue ser mais eficiente no ranqueamento adequado dos níveis de vigor entre os lotes.

Alguns pesquisadores (McKERSIE e STINSON, 1980; BEWLEY e BLACK, 1994; HAMPTON e TEKRONY, 1995) consideram que, na fase inicial do processo de embebição, a capacidade da semente de reorganizar suas membranas, assim como de reparar certos danos físicos e/ou

biológicos pode influenciar de modo acentuado a quantidade de lixiviados por ela liberados. A habilidade das sementes de repararem os danos físicos e/ou biológicos, na fase inicial do processo de embebição, talvez interfira no potencial de germinação das sementes (SILVA et al., 2008).

Tabela 4. Teores de água (%) inicial e obtidos após o período de envelhecimento acelerado e percentagem de germinação de dez lotes de sementes de soja, com baixo poder germinativo, após os testes de envelhecimento acelerado com 48 e 72 horas de exposição das sementes.

Tratamento	Umidade Inicial	Umidade 48 h	Umidade 72 h	EA 48 h	EA 72 h
	----- % -----				
Lote 01-B	8,4	25,4	30,5	54,0 b	69,0 a
Lote 02-B	10,3	29,0	30,9	78,0 a	72,5 a
Lote 03-B	11,1	25,2	23,2	70,0 a	61,0 b
Lote 04-B	8,9	25,8	29,1	37,5 c	49,5 c
Lote 05-B	9,2	23,7	30,9	89,0 a	77,0 a
Lote 06-B	9,5	27,6	30,5	80,0 a	68,0 a
Lote 07-B	8,9	28,7	26,3	63,0 b	48,0 c
Lote 08-B	8,1	27,4	30,7	53,5 b	72,0 a
Lote 09-B	8,8	26,1	22,1	54,5 b	60,0 b
Lote 10-B	10,2	29,1	28,7	37,0 c	57,5 b
CV	11,43	8,01	21,87	17,40	10,09

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de **Scott-Knot**.

As diferenças no ranqueamento dos lotes nas classes de vigor podem ter sido ocasionadas pelo tempo de exposição das sementes, o que causa uma umidade diferente no final do período. Um dos principais indicadores da uniformidade das condições do envelhecimento acelerado é o grau de umidade das sementes ao final do teste, já que variações de 3 a 4% entre amostras são consideradas toleráveis (MARCOS FILHO, 1999). Acima disso pode haver comprometimento na confiabilidade dos resulta-

dos.

Os resultados encontrados evidenciam os observados por Marcos Filho et al. (2000), que concluiu que diversos fatores como tamanho e a distribuição uniforme das sementes sobre a superfície da tela metálica, além de outros podem influir sobre o resultado do teste de envelhecimento acelerado.

Nos lotes com alto poder germinativo, o aumento do tempo de exposição das sementes de 48 para 72 horas, como era esperado, causou diminuição no percentual de plântulas normais no teste germinação em oito dos lotes estudados (Tabela 2). E entre os lotes com poder germinativo inicial abaixo dos 85 %, essa diminuição foi observada em apenas seis dos lotes (Tabela 4), evidenciando que sementes com elevada germinação tendem a apresentar um comportamento mais padronizado do que sementes com germinação abaixo de 85%. O aumento do tempo de exposição das sementes a altas temperaturas tende a ocasionar um efeito mais severo sobre as estruturas vitais das sementes, como foi demonstrado por Silva et al. (2008), que em suas pesquisas, observaram que o envelhecimento provocado às sementes pela exposição a elevadas temperaturas e umidade relativa, causa alterações anatômicas na camada hipodérmica na testa de sementes de soja, que estão diretamente associadas com a perda do poder germinativo.

CONCLUSÃO

O tempo de exposição de 48 horas é mais indicado para lotes com alto poder germinativo e o tempo de 72 horas mais adequado para lotes com baixo poder germinativo

REFERÊNCIAS

ÁVILA, P. F. V.; VILLELA, F. A.; ÁVILA, M. S. V. Teste de envelhecimento acelerado para avaliação do potencial fisiológico de sementes de rabanete. *Revista Brasileira de Sementes, Pelotas*, 28, n 3, p.52-58, 2006.

AOSA - ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSIS. (1983). *Seed vigor testing handbook*. East Lansing. 93p. (Contribution, 32).

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. *Seeds: physiology of development and germination*. New

York: Plenum Press, 444p. 1994.

BITTENCOURT, S.R.M.; VIEIRA, D.R.; BARRETO, M.; VOLPE, C.A. Comparação de dois tipos de germinadores como câmara de envelhecimento acelerado. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília. v.17, n.1, p.69-74. 1995.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Produção Vegetal. Coordenação de Laboratório Vegetal. Regras para Análise de Sementes. Brasília, DF, 1992. 365p.

CANTERI, M. G.; ALTHAUS, R. A.; VIRGENS FILHO, J. S.; GIGLIOTI, E. A.; GODOY, C. V. (2001). SASM - Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott - Knott, Tukey e Duncan. *Revista Brasileira de Agrocomputação*, V.1, N.2, p.18-24.

CARVALHO, N. M; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4 ed. Jaboticabal:FUNEP, 588 p. 2000.

DELOUCHE, J. C.; BASKIN, C. C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. *Seed Science and Technology*, v.1, n.2, p.427-452. 1973.

DUTRA, A. S.; Vieira, D. R. Envelhecimento acelerado como teste de vigor para sementes de milho e soja. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.34, n.3, p.715-721. 2004.

FRANÇA NETO, J. B.; KRYZANOWSKI, F. C.; SILVA, W. R. O teste de tetrazólio em sementes de soja. Londrina: EMBRAPA CNPSo, 72p. (Documentos, 116). 1998.

FREITAS, R. F. Fungos associados a grãos de café (*Coffea arabica* L.) beneficiado de diversos municípios região Sul de Minas Gerais. 95p. 2000. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

HAMPTON, J. G.; TEKRONY, D. M. Handbook of vigour test methods. 3.ed. Zurich: ISTA, p.22-34. 1995.

LOEFFLER, T.M.; TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. *Journal of Seed Technology*, Lansing, v.12, n.1, p.37-53. 1988.

MAIA, A. R.; LOPES, J. C.; TEIXEIRA, C. O. Efeito do envelhecimento acelerado na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de trigo. *Ciência. Agrotecnica*, Lavras, v. 31, n. 3, p. 678-684. 2007.

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

MARCOS FILHO, J.; NOVENBRE, A. D. C.; CHAMMA, H. M. C. P. Tamanho da

semente e o teste de envelhecimento acelerado para soja. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.57, n.3, p.473-482. 2000.

MARCOS FILHO, J. O valor dos testes de vigor. *Seed News*, Pelotas, n.6, p.32. 1998.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYŻANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, cap.3, p.1-24. 1999.

MARCOS FILHO, J.; VINHA, J. L. Teor de umidade da semente, condições de armazenamento e comportamento da soja no teste de envelhecimento rápido. *O Solo*, Piracicaba, v.72, n.1, p.21-26. 1980.

McKERSIE, B. D.; STINSON, R. H. Effect of dehydration on leakage and membrane structure in *Lotus corniculatus* L. seeds. *Plant Physiology*, Bethesda, v.66, n.2, p.316-320. 1980

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação de plântulas. In: KRZYŻANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (ed.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, 1999. p.2.1-2.23.

PESKE, S. T.; DELOUCHE, J. C. Semeadura de soja em condições de baixa umidade do solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.20, n.1, p.69-85, 1985.

ROSSETTO, C. A. V.; ARAÚJO, A. E. S.; LIMA, T. M. Avaliação da aplicação de fungicida às sementes de amendoim antes do envelhecimento acelerado. *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina, v.25, p.101-107. 2003.

ROSSETTO, C. A. V.; MARCOS FILHO, J. Comparação entre os métodos de envelhecimento acelerado e de deterioração controlada para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. *Scientia Agricola*, v.52, p.123-131. 1995.

SCAPPA NETO, A.; BITTENCOURT, S. R. M.; VIEIRA, R. D.; et al. Efeito do teor inicial de água de sementes de feijão e da câmara no teste de envelhecimento acelerado. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.58, n.4, p.747-751. 2001.

SCOTT, A. J; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. *Biometrics*, Washington, v. 30, n. 3, p. 505-512. 1974.

SILVA, M. A. D.; VIEIRA, R. D.; SANTOS, J. M.. Influência do envelhecimento acelerado na anatomia da testa de sementes de soja, cv. Monsoy 84001. *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina. vol. 30, nº 2, p.091-099, 2008.

SILVA, M.A.D. da; SILVA, W.R. da. Comportamento de fungos e de sementes de feijoeiro durante o teste de envelhecimento artificial. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.35, p.599-608. 2000.

TEKRONY, D. M. Accelerated aging test. In: HAMPTON, J.G. e TEKRONY, D.M. (Ed.) Handbook of vigour test methods. 3. ed. Zurich: International Seed Testing Association. p.35-50. 1995.

TOMES, L. J.; TEKRONY, D. M.; EGLI, D. B. Factors influencing the tray accelerated aging test for soybean seed. Journal of Seed Technol, Lincoln, v.12, n.1, p.24-36. 1998.

TORRES, S. B.; OLIVEIRA, F. N.; OLIVEIRA, A. K.; et al. Envelhecimento acelerado para avaliação do potencial fisiológico de sementes de melão. Horticultura Brasileira. Brasília. v.27, n 1, p. 70-75. 2009.

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

