

PESQUISA AGROPECUÁRIA GAÚCHA

ISSN 0104 - 9070

Volume 4

Número 2

1998

CONTEÚDO

SEÇÃO: AGRONOMIA

- Ensaios laboratoriais de controle químico e biológico do ácaro rajado em mudas de morangueiro. LORENZATO, D. 95
- Evapotranspiração da cultura do feijão e sua relação com a evaporação do tanque classe "A". MATZENAUER, R.; MALUF, J.R.T.; BUENO, A.C. 101
- Evapotranspiração da cultura do girassol e sua relação com a evaporação do tanque classe "A". MATZENAUER, R.; MALUF, J.R.T.; BUENO, A.C. 107
- Concentração de solução nutritiva para produção de mudas de *Dietes bicolor* (Iridaceae). FERNANDEZ, S.M.; KÄMPF, A.N. 113
- Resposta do sorgo forrageiro à inoculação de fungos micorrízicos arbusculares. COSTA, N. de L. 119
- Phenolics adsorption to soil reduces their allelochemical activity. VIDAL, R.A.; HICKMAN, M.V.; BAUMAN, T.T. 125
- Influência do glyphosate, isolado ou misturado com 2, 4-D éster, sobre a mesofauna em semeadura direta de soja em campo nativo. FERRI, M.V.W.; ELTZ, F.L.F. 131
- Sistemas de cultivo no controle de arroz-vermelho. MARCHEZAN, E.; XAVIER, F.M.; STORCK, L.; VIZZOTTO, V.R. 139
- Presença de micorrizas nas tangerineiras 'Montenegrina' (*Poncirus trifoliata*) em função de níveis de adubação com P e calagem. PANZENHAGEN, N.V.; SOUZA, P.V. de; KOLLER, O.C. 145
- Avaliação de subdoses de herbicidas sistêmicos não-seletivos em soja. FLECK, N.G.; NEVES, R.; VIDAL, R.A.; VARGAS, L. 151
- Vernalização e composição do rendimento de grãos em trigos sul-brasileiros CUNHA, G.R. da; SILVA, M.S. e; SCHEEREN, P.L.; FIORONI, C. 157
- Análise quantitativa de parâmetros genéticos e fenotípicos em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). COIMBRA, J.L.M.; GUIDOLIN, A.F.; CARVALHO, F.I.F. de; DUARTE, I.A. 163
- Interferência do arroz-vermelho, dessecado por herbicidas não-seletivos, no arroz irrigado: I. Estabelecimento e desenvolvimento das plantas. NEVES, R.; FLECK, N.G.; MENEZES, V.G.; VIDAL, R.A. 173
- Rendimento de grãos de soja influenciado pelo arranjo de plantas e níveis de adubação. PIRES, J.L.F.; COSTA, J.A.; THOMAS, A.L. 183
- Coeficientes de trilha, correlações canônicas e divergência genética: I. Entre caracteres primários e secundários do rendimento de grãos em genótipos de feijão preto (*Phaseolus vulgaris* L.). COIMBRA, J.L.M.; GUIDOLIN, A.F.; CARVALHO, F.I.F. de 189
- Coeficientes de trilha, correlações canônicas e divergência genética: II. Entre caracteres primários e fitossanitários em genótipos de feijão preto (*Phaseolus vulgaris* L.). COIMBRA, J.L.M.; COIMBRA, S.M.M.; CARVALHO, F.I.F. de; OLIVEIRA, A.C. de 195

SEÇÃO: RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS

- Ictiofauna da foz do rio Maquiné, Terra de Areia, Rio Grande do Sul, Brasil. MARDINI, L.B.L.F.; MARDINI, C.V. 203

SEÇÃO: VETERINÁRIA

- Redução do ganho de peso e ocorrência de mortalidade por diarreia em leitões lactentes. TAGLIARI, K.C.; BRITO, B.G. de 211

PESQUISA AGROPECUÁRIA GAÚCHA

ISSN 0104 - 9070

Volume 4

Number 2

1998

CONTENTS

SECTION: AGRONOMY

- Laboratory assays for chemical and biological control of the twospotted spider mite on strawberry seedlings. LORENZATO, D. 95
- Evapotranspiration of common bean and its relationship with class A pan evaporation. MATZENAUER, R.; MALUF, J.R.T.; BUENO, A.C. 101
- Evapotranspiration of sunflower and its relationship with class A pan evaporation. MATZENAUER, R.; MALUF, J.R.T.; BUENO, A.C. 107
- Concentration of the nutrient solution for production of young plants of *Dietes bicolor* (Iridaceae). FERNANDEZ, S.M.; KÄMPF, A.N. 113
- Response of forage sorghum to arbuscular mycorrhizal inoculation. COSTA, N. de L. 119
- Phenolics adsorption to soil reduces their allelochemical activity. VIDAL, R.A.; HICKMAN M.V.; BAUMAN, T.T. 125
- Influence of glyphosate, alone or in mixture with 2,4-D ester, on grassland soil mesofauna with no-till soybeans. FERRI, M.V.W.; ELTZ, F.L.F. 131
- Cropping systems as a way to control red rice. MARCHEZAN, E.; XAVIER, F.M.; STORCK, L.; VIZZOTTO, V.R. 139
- Mycorrhizal fungi colonization on the 'Montenegrina' tangerines/*Poncirus trifoliata* due to levels of P and liming. PANZENHAGEN, N.V.; SOUZA, P.V. de; KOLLER, O.C. 145
- Evaluation of sub-rates of non-selective systemic herbicides in soybeans. FLECK, N.G.; NEVES, R.; VIDAL, R.A.; VARGAS, L. 151
- Vernalization and yield components of wheats from Southern Brazil. CUNHA, G.R. da; SILVA, M.S. E; SCHEEREN, P.L.; FIORONI, C. 157
- Phenotypic and genetic parameters analysis in bean (*Phaseolus vulgaris* L.). COIMBRA, J.L.M.; GUIDOLIN, A.F.; CARVALHO, F.I.F. de; DUARTE, I.A. 163
- Effect of red rice, desiccated by non-selective herbicides, on irrigated rice: I. Plant establishment and development. NEVES, R.; FLECK, N.G.; MENEZES, V.G.; VIDAL, R.A. 173
- The narrow row increases soybean yield. PIRES, J.L.F.; COSTA, J.A.; THOMAS, A.L. 183
- Path analysis, canonical correlations and genetic divergence: I. Among primary and secondary characters of grain yield in black beans (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes. COIMBRA, J.L.M.A.; GUIDOLIN, A.F.; CARVALHO, F.I.F. de 189
- Path analysis, canonical correlations and genetic divergence: II. Among primary and health characters in black beans (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes. COIMBRA, J.L.M.; COIMBRA, S.M.M.; CARVALHO, F.I.F. de; OLIVEIRA, A.C. de 195

SECTION: RENEWABLE NATURAL RESOURCES

- Ictiofauna of Maquine river mouth, Terra de Areia, Rio Grande do Sul, Brazil. MARDINI, L.B.L.F.; MARDINI, C.V. 203

SECTION: VETERINARY

- Reduction of weight gain and mortality caused by diarrhea in suckling piglets. TAGLIARI, K.C.; BRITO, B.G. 211

SEÇÃO: AGRONOMIA

ENSAIOS LABORATORIAIS DE CONTROLE QUÍMICO E BIOLÓGICO DO ÁCARO RAJADO EM MUDAS DE MORANGUEIRO

DORVALINO LORENZATO¹

RESUMO – O presente trabalho foi conduzido no Laboratório de Entomologia e Parasitologia Agrícola da FEPAGRO, em Porto Alegre, Rio Grande do Sul. Objetivou estudar a desinfestação química e biológica de mudas de morangueiro, em pré-plantio, contra o ácaro rajado *Tetranychus urticae* (Koch, 1836). Foram efetuados dois experimentos, utilizando mudas de morangueiro da cultivar Sequóia infestadas pelo ácaro rajado. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com cinco repetições, sendo aplicados oito tratamentos no primeiro experimento e dez, no segundo. Os resultados evidenciaram que os acaricidas, nas doses testadas, foram eficientes no controle do ácaro rajado. O ácaro fitoseiúdeo *Phytoseiulus macropilis* (Banks, 1904) mostrou-se promissor para o controle biológico de *T. urticae* em mudas de morangueiro. Os acaricidas amitrás, abamectim, cihexatim, enxofre + sabão neutro, fenpropatrim e propargite foram altamente tóxicos ao *P. macropilis*. Recomenda-se plantar mudas de morangueiro isentas de ácaro rajado.

Palavras-chave: *Fragaria* sp., *Tetranychus urticae*, *Phytoseiulus macropilis*, controle de ácaro

LABORATORY ASSAYS FOR CHEMICAL AND BIOLOGICAL CONTROL OF THE TWOSPOTTED SPIDER MITE ON STRAWBERRY SEEDLINGS

ABSTRACT – This work was conducted at the Laboratório de Entomologia e Parasitologia Agrícola – Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO), in Porto Alegre, Rio Grande do Sul. The objective was to test chemical and biological disinfestation of strawberry seedlings from the twospotted spider mite *Tetranychus urticae* (Koch, 1836). Two assays were performed using strawberry seedlings of Sequoia cultivar infested by *T. urticae*. Tests were taken under a randomized block design with five replications and eight treatments, in the first trial, and nine treatments + *Phytoseiulus macropilis* (Banks, 1904), in the second one. Chemicals controlled the twospotted spider mite. *P. macropilis* controlled *T. urticae* showing a good performance as biological control. The chemicals amitraz, abamectin, cihexatin, sulfur + neutral soap, phempropatrin and propargit were toxic to *P. macropilis*. It is advised to grow strawberry seedlings free of *P. urticae*.

Key words: *Fragaria* sp., *Tetranychus urticae*, *Phytoseiulus macropilis*, spider mite control

INTRODUÇÃO

O cultivo do morangueiro é uma importante atividade de muitas famílias de pequenos e médios agricultores do Brasil. No Rio Grande do Sul a área cultivada desta rosácea é de, aproximadamente, 650 ha (FRUTICULTURA no Rio Grande do Sul, 1995), ocupa grandes contingentes de mão-de-obra e tem grande importância econômica e social.

Esta cultura tem no ácaro rajado (*Tetranychus urticae* (Koch, 1836) Boudreaux e Dosse, 1963 - Acarina, Tetranychidae) um dos principais fatores limitantes. HOFMASTER e GREENWOOD (1953) verificaram que os ácaros, ao se alimentarem da seiva

de morangueiro, podem provocar perda de vigor, redução na produção, murcha permanente, atrofiamento ou morte das plantas.

ALFORD (1970) observou que o ácaro *T. urticae* coloniza a página inferior das folhas do morangueiro, atacando-as em todos os estádios de desenvolvimento da planta e, devido ao hábito alimentar, as folhas adquirem aspecto mosqueado ou clorótico e, em casos mais severos, tornam-se bronzeadas. PASSOS et al. (1978) descreveram três tipos de sintomas da incidência do ácaro rajado em folhas de dez clones de morangueiro: amarelecimento, mosqueamento e bronzeamento. SANCES et al. (1979), estudando o efeito de diferentes níveis de infestação do ácaro rajado sobre o con-

¹ Eng. Agr. M.Sc. – Equipe de Fitossanidade, FEPAGRO. Rua Gonçalves Dias, 570, 90130-060 Porto Alegre, RS. Recebido para publicação em 20/03/1997.

teúdo de clorofila, transpiração e fotossíntese dos folíolos de morangueiro, constataram que o conteúdo de clorofila nos folíolos não foi afetado pelo ácaro, enquanto que a transpiração e fotossíntese foram grandemente afetadas, mesmo nos níveis mais baixos.

Segundo CHIAVEGATO et al. (1968) o ácaro rajado ocorre durante todo o ciclo da cultura, especialmente durante a época de frutificação e colheita dos frutos. CHIAVEGATO e MISCHAN (1981) realizando trabalhos com o ácaro *T. urticae* na cultura do morangueiro, no estado de São Paulo, observaram que a infestação desta espécie causou redução no tamanho dos folíolos (largura e comprimento).

Estudos realizados entre os anos de 1986 e 1991, em duas das mais importantes regiões produtoras de morangos do Rio Grande do Sul (Encosta Inferior da Serra do Nordeste e Serra do Nordeste), revelaram um acentuado desequilíbrio no agroecossistema, havendo predominância de ácaros fitófagos e ocorrências insignificantes de inimigos naturais. Parte das lavouras foram implantadas com mudas de morangueiro infestadas por ácaros fitófagos. Para o controle do ácaro rajado, os agricultores realizaram inúmeras aplicações de acaricidas-inseticidas, acaricidas ou, até mesmo, inseticidas. Muitas dessas foram desnecessárias e, por vezes, com produtos ineficientes, onerando os custos de produção, aumentando a poluição do agroecossistema e contribuindo na produção de morangos contaminados por agrotóxicos.

Visando o controle biológico e integrado de ácaros fitófagos que ocorrem na cultura do morangueiro, LORENZATO e MEYER-CACHAPUZ (1991) recomendam, entre outras técnicas, o plantio de mudas saudáveis, livres de ácaros nocivos e isentas de doenças e, se necessário, a inoculação de ácaros predadores para a realização do controle biológico. Pela importância econômica, social e devido ao meio ambiente que tem o ácaro rajado em morangueiro, são necessários estudos abrangentes e aprofundados visando a implantação de práticas culturais que venham minimizar os prejuízos e possibilitar o manejo integrado dessa praga. Isto inicia pelas matrizes e mudas comerciais saudáveis, isentas de ácaros fitófagos, bem como outras pragas e doenças. A literatura voltada à cultura do morangueiro não faz menção às técnicas de desinfestação química e biológica na toaleta das matrizes e mudas, em pré-plantio, para eliminar os ácaros nocivos. Considerando que muitos viveiristas e agricultores correm riscos de plantar mudas de morangueiro já infestadas por ácaros fitófagos, o presente trabalho objetivou estudar a desinfestação química e biológica, em pré-plantio, das mudas de morangueiro infestadas pelo ácaro rajado *T. urticae*.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Entomologia e Parasitologia Agrícola da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária - FEPAGRO.

Foram realizados dois experimentos e o delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com cinco repetições por tratamento. O primeiro experimento foi iniciado em 07/06/1991 e o segundo, em 05/07/1991.

Foram utilizadas mudas comerciais de morangueiro, cultivar Sequóia, nas condições em que foram adquiridas e utilizadas por agricultores na safra. Essas mudas estavam infestadas pelo ácaro rajado *T. urticae*. As mudas de morangueiro utilizadas, nos dois experimentos, foram produzidas em diferentes talhões ou blocos. As do segundo, foram previamente inoculadas, a campo, com ácaros fitoseídeos *P. macropilis*, 30 dias antes da realização do experimento.

No laboratório as mudas receberam toaleta, foram classificadas, preparadas para o plantio e agrupadas em molhos de dez plantas, com 60 folíolos por unidade experimental.

Nas avaliações que antecederam os experimentos, para verificar os efeitos dos tratamentos sobre o ácaro rajado *T. urticae* e o fitoseídeo *P. macropilis*, nos dois experimentos, foram coletados dez folíolos de morangueiro, por unidade experimental, em cada data de avaliação, e analisadas com auxílio de microscópio estereoscópico. Foram contadas todas as formas móveis dos ácaros fitófagos e dos predadores presentes nas duas faces dos folíolos avaliados. Nas análises preliminares dos dois experimentos, os ácaros *T. urticae* estavam em altas populações e uniformemente distribuídos, sem diferenças entre as unidades experimentais. O mesmo ocorreu com *P. macropilis*, no segundo ensaio, com boa presença deste predador em função da inoculação. No primeiro ensaio não foram encontrados ácaros *P. macropilis* e outros fitoseídeos.

O Experimento I foi constituído pelos seguintes acaricidas e concentrações: amitrás (0,1% i.a.); cihexatim (0,0125% i.a.); enxofre (0,4% i.a.); fenbutatim (0,04% i.a.); fenpropatrim (0,015 e 0,03% i.a.); propargite (0,036% i.a.) e testemunha (água destilada).

O Experimento II foi realizado com os seguintes tratamentos: amitrás (0,1% i.a.); abamectim (0,0045 e 0,009% i.a.); cihexatim (0,02% i.a.); enxofre + sabão neutro (0,4% i.a. + 2,0% p.c.); fenpropatrim (0,015 e 0,03% i.a.); propargite (0,0576% i.a.); infestação do ácaro fitoseídeo *P. macropilis* (1 forma móvel/folíolo) e testemunha (água destilada).

A escolha dos acaricidas utilizados neste trabalho não se restringiu, única e exclusivamente, a produtos registrados para a cultura do morangueiro, mas a outros existentes no mercado.

Para desinfestação, as mudas foram imersas e revolvidas, por dez segundos, nas caldas acaricidas e, após, deixadas escorrer à sombra, sobre papel-toalha, durante uma hora. Posteriormente, essas mudas foram mantidas em vasos, com as raízes imersas em água. Cada vaso, com dez plantas, constituiu uma unidade experimental.

As observações do número de formas móveis vivas de *T. urticae*, no primeiro experimento, foram efetuadas aos três e dez dias após a desinfestação laboratorial das mudas. E, no segundo experimento, as avaliações foram realizadas aos cinco e doze dias após a sua implantação. Neste experimento, também foram contados os ácaros *P. macropilis*, que ocorriam, a campo, sobre mudas de morangueiro e que foram utilizadas neste trabalho. Em cada avaliação foram utilizados dez

folíolos de morangueiro, por unidade experimental, e contadas todas as formas móveis de ácaros fitófagos e predadores presentes nas duas faces.

Para a análise estatística, os dados obtidos nas observações dos dois experimentos, foram transformados em raiz quadrada ($y+1$). Após, procedeu-se à análise da variância, utilizando o teste de F e, posteriormente, o teste de Tukey a 5%, para a análise da diferença entre as médias dos tratamentos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os efeitos dos acaricidas, na desinfestação das mudas de morangueiro do Experimento I, podem ser

observados na Tabela 1. Na primeira avaliação, aos três dias após a aplicação dos tratamentos, todos os produtos testados se equivaleram no controle de *T. urticae*. E, na segunda, aos dez dias após a desinfestação, o amitrás foi o acaricida mais eficiente, seguido por cihexatim, enxofre, fenpropririm (0,03% i.a.) e propargite. Os tratamentos à base de fenbutatim e fenpropririm (0,015% i.a.) foram os menos eficientes.

Na segunda avaliação houve aumento do nível de ocorrência de formas móveis do ácaro rajado, em todos os tratamentos com acaricidas. É provável que isso ocorreu devido às eclosões de ovos, que não foram afetados pelos produtos testados.

TABELA 1 – Número médio de formas móveis vivas do ácaro *T. urticae*, por folíolo de morangueiro, em diferentes tratamentos, aos três e dez dias após a desinfestação laboratorial das mudas. Porto Alegre, RS, 1991

Tratamentos	Concentração (% i.a.)	Avaliações/Ácaros <i>T. urticae</i> por folíolo	
		1ª 3 dias	2ª 10 dias
Amitrás	0,1	0,0 a	0,1 a
Cihexatim	0,0125	0,1 a	0,3 b
Enxofre	0,4	1,4 a	2,8 b
Fenbutatim	0,04	4,6 ab	5,8 bc
Fenpropririm	0,015	3,6 ab	9,0 c
Fenpropririm	0,03	0,1 a	0,3 b
Propargite	0,036	0,3 a	0,4 b
Testemunha	-	11,2 b	10,2 c

Valores seguidos pela mesma letra, em cada observação, não diferem estatisticamente entre si (Tukey 5%).

A população de ácaros, no tratamento testemunha, diminuiu na segunda avaliação, devido, provavelmente, ao longo período de ataque das formas móveis desses ácaros fitófagos às plantas, mantidas vegetando, somente com água, e sem a reposição dos nutrientes necessários. Houve, com isso, esgotamento do valor nutritivo da seiva, com redução populacional de *T. urticae*. Esses resultados estão de acordo com informações de HOFMASTER e GREENWOOD (1953), CHIAVEGATO et al. (1968), ALFORD (1970), PASSOS et al. (1978), SANCES et al. (1979) e CHIAVEGATO e MISCHAN (1981), quanto aos efeitos negativos desse ácaro no morangueiro.

No Experimento II (Tabela 2) os resultados evidenciaram que amitrás, abamectim e fenpropririm, nas duas concentrações, enxofre + sabão neutro e propargite, em igualdade, foram os acaricidas mais eficientes no controle de *T. urticae*. O cihexatim foi inferior aos demais acaricidas. Todos os acaricidas testados, neste segundo experimento, foram altamente tóxicos ao ácaro predador *P. macropilis*.

A redução populacional do ácaro rajado, na segunda avaliação do tratamento com cihexatim, deve-se, provavelmente, ao esgotamento nutricional das plantas de morangueiro pelos ataques da praga e pela ação tóxica do acaricida. O tratamento com infestação laboratorial do ácaro predador *P. macropilis*, em ambas avaliações, se igualou em eficiência ao acaricida cihexatim e foi inferior aos demais. Mostrou ser promissor como estratégia na inoculação de ácaros fitoseídeos para controle biológico de ácaros fitófagos, a campo ou em ambiente controlado. As técnicas de infestação de ácaros fitoseídeos em morangueiro merecem mais estudos.

O tratamento testemunha, na segunda avaliação, também apresentou grande redução de formas móveis do ácaro rajado e aumento populacional do ácaro predador. Provavelmente, isto se deveu ao somatório de dois fatores: à ação predadora dos fitoseídeos inoculados a campo anteriormente (30 dias antes do experimento) e ao esgotamento nutricional das plantas de morangueiro, devido aos ataques do ácaro rajado.

Com exceção do tratamento com cihexatim, os demais acaricidas testados, neste segundo experimento, foram eficientes no controle de *T. urticae*. Mas todos esses agrotóxicos não foram capazes de eliminar completamente o ácaro rajado nas mudas de morangueiro, em pré-plan-

tio. Os ácaros fitófagos, mesmo em baixos níveis populacionais, têm potencial de iniciar novas infestações. Para fazer frente a isso, o monitoramento e manejo ecológico podem ser associados ao controle biológico, através da infestação de ácaros fitoseídeos.

TABELA 2 – Número médio de formas móveis vivas de ácaros fitófagos *T. urticae* e predadores Phytoseiidae, *P. macropilis*, por folíolo de morangueiro, em diferentes tratamentos, aos cinco e doze dias após a desinfestação laboratorial das mudas. Porto Alegre, RS, 1991

Tratamentos	Concentração (% i.a.)	<i>T. urticae</i> (fitófago)		<i>P. macropilis</i> (predador)	
		1ª (5 dias)	2ª (12 dias)	1ª (5 dias)	2ª (12 dias)
Amitrás	0,1	0,1 a	0,1 a	0,0 c	0,0 c
Abamectim	0,0045	1,4 a	0,1 a	0,3 bc	0,0 c
Abamectim	0,009	0,2 a	0,2 a	0,1 c	0,1 c
Cihexatim	0,02	55,2 b	18,6 b	0,1 c	0,0 c
Enxofre + sabão neutro	0,4 + 2,% p.c.	2,5 a	0,8 a	0,0 c	0,0 c
Fenpropatrim	0,015	1,2 a	0,1 a	0,0 c	0,0 c
Fenpropatrim	0,03	2,0 a	0,2 a	0,0 c	0,0 c
Propargite	0,0576	1,8 a	1,8 a	0,0 c	0,0 c
<i>P. macropilis</i>	1,0/folíolo	50,4 b	17,1 b	1,7 a	4,7 a
Testemunha	-	116,5 c	84,7 c	0,6 b	1,6 b

Valores seguidos pela mesma letra em cada observação, não diferem estatisticamente entre si (Tukey 5%).

O plantio de mudas de morangueiro isentas de ácaros fitófagos é uma das técnicas mais indicadas no controle integrado do ácaro rajado. Ela possibilita produzir morangos sem o uso de acaricidas. E, mesmo assim, se for constatado, a campo, algum foco inicial de ácaros em plantas isoladas ou em reboleira, sugere-se efetuar a inoculação de fitoseídeos *P. macropilis* ou de outras espécies de ácaros predadores e manejar, ecologicamente, a cultura, para maximizar o controle biológico.

Os resultados obtidos neste trabalho concordam com as recomendações de LORENZATO e MEYER-CACHAPUZ (1991).

CONCLUSÕES

O presente trabalho, nas condições em que foi realizado, permitiu as seguintes conclusões:

1. os acaricidas, nas doses testadas, foram eficientes no controle do ácaro rajado em mudas de morangueiro;

2. o ácaro fitoseídeo *P. macropilis* mostrou-se promissor no controle biológico do ácaro *T. urticae* em morangueiro;

3. os acaricidas amitrás, abamectim, cihexatim, enxofre + sabão neutro, fenpropatrim e propargite, testados no segundo experimento, foram tóxicos ao *P. macropilis*;

4. mudas de morangueiro, infestadas pelo ácaro rajado, devem ser preferencialmente descartadas ou desinfestadas após a toaleta, em pré-plantio.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- ALFORD, D.V. Some observations on the effect of pests on strawberry yields. *Annals of Applied Biology*, v.84, n.3, p.440-444, 1970.
- CHIAVEGATO, L.G.; CAMARGO, L.S.; FLECHTMANN, C.H.W.; SCARANARI, H.J.; ALVES, S. Contribuição para o conhecimento dos ácaros considerados pragas do morangueiro (*Fragaria* híbridos). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ENTOMOLOGIA, 1., Piracicaba, 1968. *Anais...* Piracicaba, 1968. p.70-71.
- CHIAVEGATO, L.G.; MISCHAN, M.M. Efeito do ácaro *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) Boudreaux e Dosse, 1963 (Acari: Tetranychidae) no desenvolvimento vegetativo do morangueiro (*Fragaria* sp.) cv. Campinas. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, Jaboticabal, v.10, n.1, p.73-87, 1981.

- FRUTICULTURA no Rio Grande do Sul. In: REUNIÃO TÉCNICA DE FRUTICULTURA, 4., 1995, Porto Alegre. Programa... Porto Alegre: FEPAGRO, 1995. 3 f. (Folder)
- HOFMASTER, R.N.; GREENWOOD, D.E. Control of Mites Strawberries in Virginia. *Journal of Economic Entomology*, Baltimore, v.46, n.1, p.224-233, 1953.
- LORENZATO, D.; MEYER-CACHAPUZ, L.M. Controle biológico e integrado de ácaros nocivos que ocorrem na cultura do morangueiro no Rio Grande do Sul. In: ENCONTRO SOBRE FITOSSANIDADE DE MORANGUEIRO, Caxias do Sul, 1991. Resumos... Caxias do Sul: FPA, 1991. 17p.
- PASSOS, F.A.; FESSARIOLI NETO, J.; CAETANO, A.A. Descrição dos sintomas da incidência de ácaro rajado em folhas de morangueiro. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE DE OLERICULTURA DO BRASIL, 18., Mossoró, RN, 1978. Resumos...
- SANCES, F.V.; WYMAN, J.A.; FING, I.P. Morphological responses of strawberry leaves to infestations of twospotted spider mite. *Journal of Economic Entomology*, Baltimore, v.72, n.10, p.710-713, 1979.

EVAPOTRANSPIRAÇÃO DA CULTURA DO FEIJÃO E SUA RELAÇÃO COM A EVAPORAÇÃO DO TANQUE CLASSE "A"

RONALDO MATZENAUER¹, JAIME R. TAVARES MALUF², ARISTIDES CÂMARA BUENO³

RESUMO – O estado do Rio Grande do Sul caracteriza-se por uma grande variabilidade climática, especialmente com relação à quantidade e distribuição da precipitação pluvial, ocorrendo, com frequência, períodos de baixa disponibilidade hídrica para as culturas de primavera-verão. Estudos visando a determinação das relações hídricas no sistema planta-atmosfera, assumem destacada importância. Com o objetivo de determinar a evapotranspiração máxima da cultura do feijão (ET_m) e relacionar com a evaporação do tanque classe A (E_o), para obtenção da razão ET_m/E_o (coeficiente K_c), em diferentes subperíodos, foi desenvolvido este trabalho no Centro de Pesquisa de Fruticultura, em Taquari, RS, 29° 48' de latitude sul, 51° 49' de longitude oeste e 76 m de altitude, durante o período de 1988 a 1991. A ET_m foi medida em evapotranspirômetros de drenagem do tipo Thornthwaite-Mather. A ET_m total no ciclo (semeadura-maturação fisiológica), variou de 228,2 mm a 361,4 mm, nos quatro anos, com uma média de 296,4 mm. O subperíodo onde foi verificado maior consumo médio diário, foi o compreendido entre o início da floração e o início de enchimento de grãos, com uma média, nos quatro anos, de 4,9 mm/dia. Os valores médios da razão ET_m/E_o, no ciclo, variaram de 0,52 a 0,72, com uma média de 0,60 nos quatro anos. Os maiores valores do coeficiente K_c ocorreram durante os subperíodos início da floração–início de enchimento de grãos, e início de enchimento de grãos–maturação fisiológica.

Palavras-chave: agrometeorologia, déficit hídrico, *Phaseolus vulgaris* L..

EVAPOTRANSPIRATION OF COMMON BEAN AND ITS RELATIONSHIP WITH CLASS A PAN EVAPORATION

ABSTRACT – Rio Grande do Sul state is characterized by climatic variations specially regarding to the amount and distribution of pluviometric precipitation, often occurring some periods of low water availability for spring and summer crops. Studies for the determination of water relationship with plant-atmosphere system become very important. The purpose of this research was to establish the maximum evapotranspiration of common bean (ET_m) and to relate it with Class A Pan evaporation (E_o) to obtain the ratio ET_m/E_o (K_c coefficient) at different sub-periods. The field trial was conducted at Centro de Pesquisa de Fruticultura, Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO), Taquari, RS/Brazil, 29° 48' South latitude, 51° 49' West longitude and 76m of altitude, from 1988 through 1991. The ET_m was measured in drainage evapotranspirometers Thornthwaite-Mather type. The total ET_m during the cycle (sowing–physiological maturation) changed from 228.2 mm to 361.4 mm along the four years, with an average of 296.4 mm. The sub-period with greater daily mean consumption was that comprised between the beginning of flowering and grain filling stages, with an average in the four years of 4.9 mm/day. The mean values for the ratio ET_m/E_o at the cycle varied from 0.52 to 0.72, with an average in the four years of 0.60. K_c highest values were observed during the sub-periods: beginning of flowering–beginning of grain filling and beginning of grain filling–physiological maturation.

Key words: agrometeorology, water deficit, *Phaseolus vulgaris* L..

INTRODUÇÃO

A produção agrícola gaúcha caracteriza-se pela grande variabilidade espacial e temporal dos rendimentos obtidos. Uma das principais causas dos baixos rendimentos e da grande variabilidade observada, é a variação na disponibilidade hídrica para as culturas, associada às características de manejo, estrutura, conservação e fertilidade do solo e temperaturas extremas do ar.

Segundo BERLATO (1992), em algumas regiões do Estado como a Campanha e Baixo Vale do Uruguai, a frequência média de anos secos atinge 20%. Levando-se em conta que os rendimentos médios podem ser elevados substancialmente pela melhoria do manejo das culturas e, principalmente, pela melhoria do ambiente

físico, altamente limitante, a conclusão será de que o impacto causado pelas adversidades climáticas, em especial das estiagens, é bem mais intenso.

De acordo com resultados de ÁVILA (1994), a probabilidade da precipitação pluvial superar a evapotranspiração potencial nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, em praticamente todo o Estado, é inferior a 60%. A probabilidade da precipitação superar a evapotranspiração potencial determina a alta frequência de ocorrência de deficiências hídricas e conseqüentes quebras de safras das culturas de primavera-verão produtoras de grãos.

O conhecimento das necessidades hídricas das culturas é fundamental para o melhor entendimento das relações hídricas no sistema solo-planta-atmosfera, para o planejamento da época de semeadura, para elabora-

1. Eng. Agr., Dr. – Equipe de Agrometeorologia, FEPAGRO. Rua Gonçalves Dias 570, 90130-060 Porto Alegre, RS. Bolsista do CNPq.

2. Eng. Agr., M.Sc. – Embrapa Trigo. Rodovia BR 285, km 174, 99001-970 Passo Fundo, RS.

3. Eng. Agr. – Equipe de Agrometeorologia, FEPAGRO. Rua Gonçalves Dias 570, 90130-060 Porto Alegre, RS.

Recebido para publicação em 17/12/1997.

ção de projetos de irrigação e para o aperfeiçoamento de zoneamentos agroclimáticos.

A evapotranspiração de culturas tem sido objeto de estudo de muitos pesquisadores nos últimos anos (DENMEAD e SHAW, 1959; VAN BAVEL, 1961; DOSS et al., 1962; ENGLAND, 1963; JENSEN, 1973; BERLATO et al., 1986; MATZENAUER et al., 1991; OLIVEIRA e VILLA NOVA, 1996), demonstrando a importância que esta linha de pesquisa assume para as atividades agrícolas.

A evapotranspiração de culturas apresenta variações entre locais e anos, principalmente, em função das condições de demanda evaporativa da atmosfera, mas também, em função das condições que determinam o crescimento e desenvolvimento das plantas. Segundo DOORENBOS e KASSAM (1979), o feijoeiro requer entre 300 mm e 500 mm de água para atingir seu rendimento máximo, dependendo do clima. MATZENAUER et al. (1991) determinaram a evapotranspiração máxima da cultura do feijão para as condições da Depressão Central do Rio Grande do Sul. Encontraram um valor, da sementeira à maturação fisiológica, de 342 mm, na média de dois anos de experimentação, com um consumo médio diário de 4,2 mm, num ciclo de 81 dias. O maior consumo médio diário foi observado durante o subperíodo do início da floração ao início de enchimento de grãos, com 5,9 mm por dia. OLIVEIRA e VILLA NOVA (1996) determinaram a evapotranspiração da cultura do feijão para diversas localidades no Estado do Paraná, e para várias épocas de sementeira, encontrando valores que variaram de 249 mm a 367 mm para o ciclo completo.

A relação entre a evapotranspiração das culturas e os elementos meteorológicos ou fórmulas de estimativa da evaporação ou evapotranspiração, se constitui em uma importante linha de pesquisa, pois permite estimar o consumo de água das culturas em outras condições e locais, possibilitando a suplementação hídrica através da irrigação com maior precisão. Diversos pesquisadores têm relacionado a evapotranspiração de culturas com a evaporação do tanque classe A, com a radiação solar global e com a equação de Penman (DENMEAD e SHAW, 1959; DOSS et al., 1962; LOMAS et al., 1974; MATZENAUER et al., 1981; MATZENAUER et al., 1991; BERLATO et al., 1986).

Os elementos meteorológicos têm influência semelhante sobre a evaporação de superfície de água, superfície do solo e sobre a transpiração de superfícies vegetadas (FRITSCHEN e SHAW, 1961). CRUCIANI (1972) cita diversos trabalhos, em que a evapotranspiração de plantas, em estádios de plena vegetação e sem deficiência de umidade, está correlacionada, positiva e significativamente, com a evaporação de superfície de água. Resultados de FRITSCHEN e SHAW (1961) e MATZENAUER et al. (1981), mostram que o uso da água pelo milho é dependente do desenvolvimento da cultura, e que a evaporação do tanque classe A pode ser usada para estimar a evapotranspiração de culturas e requerimentos de irrigação. O tanque de evaporação classe A tem sido utilizado como padrão para a estimativa da evapotranspiração de culturas (DENMEAD e SHAW, 1959; LOMAS et al., 1974; DOORENBOS e KASSAM, 1979; TAN e FULTON, 1980; MATZENAUER et al., 1981; BERLATO et al., 1986; MATZENAUER, 1992).

A razão entre a evapotranspiração máxima da cultura e a evaporação do tanque A (coeficiente Kc), permite a estimativa das necessidades hídricas da cultura em outras condições, dispondo-se apenas de dados de evaporação. De acordo com CHANG (1968), durante o início do ciclo de uma cultura anual, quando a cobertura do solo é incompleta, a relação ETm/Eo é baixa, variando de 0,2 a 0,5. Em culturas semeadas em linha, a maior parte da água perdida durante o estágio inicial dá-se pela evaporação do solo. Durante o período reprodutivo, quando ocorre a maior cobertura foliar, a razão varia de 0,75 a 1,15 para várias culturas. CAMARGO e PEREIRA (1990) afirmam que, em termos práticos, o Kc pode ser considerado como uma função da porcentagem de cobertura do terreno pela folhagem da cultura.

O presente trabalho teve como objetivos determinar a evapotranspiração máxima da cultura do feijão (ETm), em diferentes subperíodos e no ciclo, e relacionar a evapotranspiração com a evaporação do tanque classe A (Eo), para determinação da razão ETm/Eo (coeficiente Kc).

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho apresenta uma análise da evapotranspiração máxima da cultura do feijão, de uma série de quatro experimentos conduzidos durante os períodos agrícolas de 1988, 1989, 1990 e 1991. As determinações foram feitas para as épocas de sementeira de 07/10/88, 29/09/89, 01/10/90 e 04/10/91.

Os experimentos foram conduzidos no Centro de Pesquisa de Fruticultura, Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO), localizada na região climática da Depressão Central do Rio Grande do Sul, município de Taquari, a 76 m de altitude, 29° 48' de latitude sul e 51° 49' de longitude oeste. O solo da Estação pertence à unidade de mapeamento Rio Pardo e é classificado como Laterítico Bruno Avermelhado Distrófico de textura argilosa e de relevo suave ondulado.

O clima da região segundo classificação climática de Köppen, é subtropical úmido, de verão quente, do tipo fundamental Cfa, que predomina na maior parte do território do Rio Grande do Sul.

A evapotranspiração máxima da cultura foi determinada a campo, sem restrição hídrica, utilizando-se evapotranspirômetros de drenagem do tipo Thornthwaite-Mather, medindo 1,36 m de comprimento, 0,92 m de largura e 0,70 m de profundidade, instalados no centro de áreas cultivadas e medindo, aproximadamente, 3000 m². As determinações foram feitas em um conjunto de três evapotranspirômetros. No decorrer do período experimental foi utilizada a cultivar de feijão Rio Tibagi, de hábito de crescimento indeterminado, na densidade de 200 000 plantas/ha.

A umidade do solo foi medida com tensiômetros de vacuômetro, instalados no interior dos evapotranspirômetros nas profundidades de 0,15 m, 0,30 m e 0,45 m. Sempre que o potencial da água no solo atingia valores entre -0,04 e -0,06 Mpa, era feita suplementação hídrica através da irrigação, utilizando-se aspersores na área tampão e regadores manuais nos evapotranspirômetros. Este procedimento foi adotado, visando manter as plantas sem restrição hídrica.

A evapotranspiração máxima da cultura (ETm) foi calculada pela equação:

$$ETm = P + I - D \quad (1)$$

sendo P a precipitação pluvial (mm), I a quantidade de água (mm) aplicada via irrigação e D, a quantidade de água drenada (mm).

Neste trabalho utiliza-se o termo evapotranspiração máxima da cultura (ETm), que é definida como a perda de água por uma cultura qualquer, em condições ótimas de densidade de plantas e fertilidade do solo, sem limitação de água no solo e em qualquer estágio de desenvolvimento (PERRIER, 1985). No texto, utiliza-se, também, como sinônimo, a expressão consumo de água.

A ETm foi determinada nos seguintes subperíodos: semeadura - 10 dias após a emergência (S-10E); 10E - início da floração (10E-IF); IF - início de enchimento de grãos (IF-IEG); IEG - maturação fisiológica (IEG-MF) e no ciclo completo (S-MF).

Para obtenção da razão ETm/Eo (coeficiente Kc), a evapotranspiração máxima foi relacionada com a evaporação do tanque classe A (Eo) em milímetros, nos mesmos subperíodos, pela expressão:

$$Kc = ETm/Eo \quad (2)$$

Os registros de evaporação do tanque classe A foram feitos em uma estação meteorológica instalada ao lado da área experimental.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os registros fenológicos de cada ano. Verifica-se pouca oscilação na duração dos subperíodos de ano para ano, com uma variação de 80 a 87 dias para o ciclo completo. Os dados de evapotranspiração máxima da cultura (ETm), evaporação do tanque

classe A (Eo) e da razão ETm/Eo (coeficiente Kc), para a cultura do feijão, para os anos de 1988, 1989, 1990 e 1991, são apresentados nas Tabelas 2 a 5, respectivamente, em diferentes subperíodos de desenvolvimento e no ciclo completo. Na Tabela 6 são apresentados os valores médios dos quatro anos de experimentação. O consumo total de água (evapotranspiração máxima da cultura) da semeadura à maturação fisiológica, variou de 228,2 mm a 361,4 mm nos quatro anos, com valores médios diários no ciclo variando de 2,7 a 4,4 mm. Estes dados se aproximam dos resultados encontrados por OLIVEIRA e VILLA NOVA (1996), que determinaram a evapotranspiração da cultura do feijão para diversas localidades do Estado do Paraná e para várias épocas de semeadura, encontrando valores que variaram de 249 mm a 367 mm para o ciclo completo. Segundo FARIA (1989), para as condições do Paraná, as maiores produções de feijão foram obtidas com a lavoura mantida sob condições adequadas de umidade durante todo o ciclo, com as necessidades hídricas variando entre 3 e 4 mm por dia. Os valores mais elevados de consumo de água, obtidos nos anos de 1988 e 1989, estão associados à maior demanda evaporativa da atmosfera como pode-se verificar pelos dados de evaporação do tanque classe A (Tabelas 2 e 3). A evapotranspiração máxima de culturas é função dos fatores que determinam a demanda evaporativa da atmosfera e das características de crescimento e desenvolvimento da cultura. Variações, tanto da demanda evaporativa como no desenvolvimento das plantas, afetam o consumo de água das culturas e a relação entre a evapotranspiração e a evaporação de tanque. O consumo médio nos quatro anos foi de 296,4 mm durante o ciclo completo com um consumo médio diário de 3,5 mm (Tabela 6).

TABELA 1 - Datas de ocorrência das fases fenológicas do feijão 'Rio Tibagi', durante o período experimental. Centro de Pesquisa de Fruticultura, Taquari, RS, 1988-1991

Subperíodos ¹	Ano			
	1988	1989	1990	1991
S	07.10	29.09	01.10	04.10
10E	27.10	18.10	19.10	23.10
IF	18.11	12.11	13.11	19.11
IEG	04.12	29.11	01.12	06.12
MF	26.12	20.12	25.12	30.12

1. S - semeadura; 10E - 10 dias após a emergência; IF - início da floração; IEG - início de enchimento de grãos; MF - maturação fisiológica.

TABELA 2 - Evapotranspiração máxima (ETm), evaporação do tanque classe A (Eo) e coeficiente Kc (ETm/Eo), em diferentes subperíodos e no ciclo do feijão. Centro de Pesquisa de Fruticultura, Taquari, RS, 1988

Subperíodos ¹	Duração (dias)	ETm (mm)		Eo (mm)	kc
		Total	Média diária	Média diária	
S - 10E	20	38,2	1,9	5,4	0,35
10E - IF	22	81,8	3,7	6,5	0,57
IF - IEG	16	92,8	5,8	6,5	0,89
IEG - MF	22	110,0	5,0	6,3	0,79
S - MF	80	322,8	4,0	6,2	0,65

1. S - semeadura; 10E - 10 dias após a emergência; IF - início da floração; IEG - início de enchimento de grãos; MF - maturação fisiológica.

Época de semeadura: 07/10/1988.

TABELA 3 – Evapotranspiração máxima (ETm), evaporação do tanque classe A (Eo) e coeficiente Kc (ETm/Eo), em diferentes subperíodos e no ciclo do feijão. Centro de Pesquisa de Fruticultura, Taquari, RS, 1989

Subperíodos ¹	Duração (dias)	ETm (mm)		Eo (mm)	kc
		Total	Média diária	Média diária	
S – 10E	19	27,0	1,4	4,2	0,33
10E – IF	25	100,7	4,0	6,0	0,67
IF – IEG	17	108,5	6,4	6,8	0,94
IEG – MF	21	125,2	6,0	7,2	0,83
S – MF	82	361,4	4,4	6,1	0,72

1. S - semeadura; 10E - 10 dias após a emergência; IF - início da floração; IEG - início de enchimento de grãos; MF - maturação fisiológica.

Época de semeadura: 29/09/89.

TABELA 4 – Evapotranspiração máxima (ETm), evaporação do tanque classe A (Eo) e coeficiente Kc (ETm/Eo), em diferentes subperíodos e no ciclo do feijão. Centro de Pesquisa de Fruticultura, Taquari, RS, 1990

Subperíodos ¹	Duração (dias)	ETm (mm)		Eo (mm)	kc
		Total	Média diária	Média diária	
S – 10E	18	27,0	1,5	4,1	0,37
10E – IF	25	51,0	2,0	4,6	0,44
IF – IEG	18	67,0	3,7	6,5	0,57
IEG – MF	24	83,2	3,5	5,8	0,60
S – MF	85	228,2	2,7	5,2	0,52

1. S - semeadura; 10E - 10 dias após a emergência; IF - início da floração; IEG - início de enchimento de grãos; MF - maturação fisiológica.

Época de semeadura: 01/10/1990

TABELA 5 – Evapotranspiração máxima (ETm), evaporação do tanque classe A (Eo) e coeficiente Kc (ETm/Eo), em diferentes subperíodos e no ciclo do feijão. Centro de Pesquisa de Fruticultura, Taquari, RS, 1991

Subperíodos ¹	Duração (dias)	ETm (mm)		Eo (mm)	kc
		Total	Média diária	Média diária	
S – 10E	19	34,2	1,8	4,9	0,37
10E - IF	27	69,5	2,6	5,2	0,50
IF - IEG	17	64,6	3,8	6,9	0,55
IEG - MF	24	105,6	4,4	5,8	0,76
S - MF	87	273,9	3,2	5,6	0,57

1. S - semeadura; 10E - 10 dias após a emergência; IF - início da floração; IEG - início de enchimento de grãos; MF - maturação fisiológica.

Época de semeadura: 04/10/1991.

TABELA 6 – Evapotranspiração máxima (ETm), evaporação do tanque classe A (Eo) e coeficiente Kc (ETm/Eo), em diferentes subperíodos e no ciclo do feijão. Centro de Pesquisa de Fruticultura, Taquari, RS. Valores médios do período 1988/91

Subperíodos ¹	Duração (dias)	ETm (mm)		Eo (mm)	kc
		Total	Média diária	Média diária	
S – 10E	19	31,6	1,7	4,6	0,37
10E - IF	25	75,6	3,0	5,6	0,54
IF - IEG	17	83,2	4,9	6,7	0,73
IEG - MF	23	106,0	4,6	6,3	0,73
S - MF	84	296,4	3,5	5,8	0,60

1. S - semeadura; 10E - 10 dias após a emergência; IF - início da floração; IEG - início de enchimento de grãos; MF - maturação fisiológica.

Com relação ao consumo de água nos diferentes subperíodos, são observadas grandes diferenças, com um baixo consumo no início do ciclo, atingindo valores máximos durante o período de maior cobertura foliar (início da floração-início do enchimento de grãos), diminuindo no final do ciclo com a senescência das folhas. No início do ciclo, durante o subperíodo semeadura-emergência, a evapotranspiração da cultura foi baixa, já que é função apenas da evaporação do solo, visto que ainda não existe área foliar. No início do desenvolvimento das plantas, logo após a emergência, o consumo de água aumentou pouco em relação ao subperíodo anterior. Isto é explicado, pois, com um baixo IAF, a evaporação do solo compreende a maior parte da evapotranspiração total (TANNER e JURY, 1976). Estes resultados também estão de acordo com as citações de CHANG (1968), segundo as quais a maior parte da água perdida durante o estágio inicial em culturas plantadas em linha, é pela evaporação do solo. À medida que a cultura cresceu e se desenvolveu, aumentou a evapotranspiração, basicamente, devido ao aumento do IAF e à maior demanda evaporativa da atmosfera. O aumento da evapotranspiração com a área foliar é atribuída à transpiração crescente, já que a evaporação do solo tende a diminuir devido ao sombreamento pelas plantas. No final do ciclo ocorreu redução na evapotranspiração. Isto é explicado devido ao declínio da atividade fotossintética das folhas, principalmente em culturas anuais, quando ocorre o rápido secamento dos caules e folhas.

Os dados de evapotranspiração máxima para a cultura do feijão obtidos neste trabalho, caracterizam um modelo de resposta representativo para as condições do local de experimentação, considerando que são dados de quatro anos de pesquisa. O consumo de água do feijão, neste modelo, serve de base para lavouras irrigadas, permitindo determinar doses de rega em diferentes subperíodos, além de interferir em todas as fases de um planejamento de irrigação.

Os valores dos coeficientes Kc (razão ETm/Eo) para o ciclo do feijão variaram de 0,52 a 0,72, com uma média nos quatro anos de 0,60. Os coeficientes Kc apresentaram valores mais baixos durante os dois primeiros subperíodos que englobam o estabelecimento da cultura e o período vegetativo, e valores mais elevados (0,73 na média dos quatro anos) nos dois últimos subperíodos que englobam a floração, enchimento de grãos e maturação da cultura. Estes resultados estão de acordo com os dados obtidos por RITCHIE e BURNETT (1971), segundo os quais a relação ETm/Eo aumenta com o incremento do IAF. A variação encontrada nos coeficientes de ano para ano, é esperada, considerando-se que as variáveis meteorológicas que determinam a demanda evaporativa da atmosfera exercem influência semelhante sobre a perda de água de superfícies vegetadas e sobre a evaporação de superfície de água. Como a ETm de culturas depende da demanda evaporativa e da própria cultura, as variações observadas são devidas, também, a diferenças de crescimento e desenvolvimento das plantas que ocorreram entre os anos,

em função das variações dos elementos meteorológicos que afetam a cultura, e das práticas culturais. Os resultados obtidos podem ser considerados representativos e consistentes, levando-se em conta que são médias oriundas de quatro anos, podendo ter grande utilidade para o planejamento de lavouras irrigadas, estabelecimento de épocas de semeadura e como subsídio à elaboração, aperfeiçoamento e refinamento de zoneamentos agroclimáticos e em planejamentos agrícolas.

CONCLUSÕES

A evapotranspiração máxima da cultura do feijão determinada neste trabalho, durante quatro anos agrícolas, é representativa para as condições climáticas da Depressão Central do Rio Grande do Sul.

A evapotranspiração máxima do feijão pode ser estimada para diferentes anos e localidades do Estado do Rio Grande do Sul, utilizando-se os coeficientes Kc obtidos neste trabalho.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- ÁVILA, A. M.H. dc. **Regime de precipitação pluvial no Estado do Rio Grande do Sul com base em séries de longo prazo.** Porto Alegre, 1994. 75p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Departamento de Fitotecnia. Faculdade de Agronomia, UFRGS. 1994.
- BERLATO, M.A. As condições de precipitação pluvial no Estado do Rio Grande do Sul e os impactos das estiagens na produção agrícola. In: BERGAMASCHI, H. (Coord.). **Agrometeorologia aplicada à irrigação.** Porto Alegre: UFRGS, 1992. p.11-24.
- BERLATO, M.A.; MATZENAUER, R.; BERGAMASCHI, H. Evapotranspiração máxima da soja e relações com a evapotranspiração calculada pela equação de Penman, evaporação do tanque "Classe A" e radiação solar global. **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v.22, n. 2, p.251-259, 1986.
- CAMARGO, A.P.; PEREIRA, A.R. **Prescrição de rega por modelo climatológico.** Campinas: Fundação Cargill 1990. 27p. (Série Técnico Científica, 170)
- CHANG, Jen-Hu. **Climate and Agriculture: an Ecological Survey.** Chicago: Aldine. 1968. 304 p.
- CRUCIANI, D.E. **Balanço hídrico em solo cultivado com cana-de-açúcar.** Piracicaba: Centro de Energia Nuclear na Agricultura. 1972. 35 p.
- DENMEAD, O.T.; SHAW, R.H. Evapotranspiration in relation to the development of the corn crop. **Agronomy Journal**, Madison, v.51, p.725-726, 1959.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Yield response to water.** Fao: Roma, 1979. 179 p. (FAO irrigation and Drainage Paper, 24)
- DOSS, B.D.; BENNET, O.L.; ASHLEY, D.A. Evapotranspiration by irrigated corn. **Agronomy Journal**, Madison, v.54, p.497-498, 1962.
- ENGLAND, C.D. Water use by several crops in a weighing lysimeter. **Agronomy Journal**, Madison, v.55, p.239-241, 1963.

- FARIA, R.T. Irrigação. In: **O feijão no Paraná**. Londrina: FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ, 1989. p.145-165. (Circular, 63)
- FRITSCHEN, L.J.; SHAW, R.H. Evapotranspiration for corn as related to pan evaporation. **Agronomy Journal**, Madison, v.53, p.149-150, 1961.
- JENSEN, M.E. **Consumptive use of water and irrigation water requirements**. New York: American Society of Civil Engineers, 1973. 215p.
- LOMAS, J.; SCHLESINGER, E.; LEWIN, J. Effects of environmental and crop factors on the evapotranspiration rate and water-use efficiency of maize. **Agricultural Meteorology**, Amsterdam, v.13, p. 239-251, 1974.
- MATZENAUER, R. Evapotranspiração de plantas cultivadas e coeficientes de cultura: In: BERGAMASCHI, H. (Coord.). **Agrometeorologia aplicada à irrigação**. Porto Alegre: UFRGS, 1992. p.33-47.
- MATZENAUER, R.; WESTPHALEN, S.L.; BERGAMASCHI, H.; SUTILI, V.R. Evapotranspiração do milho (*Zea mays* L.) e sua relação com a evaporação do tanque classe A. **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v.17, n.2, p.273-95, 1981.
- MATZENAUER, R.; BUENO, A.C.; MALUF, J.R.T. Evapotranspiração máxima e coeficientes de cultura para o feijão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 7., 1991, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1991.
- OLIVEIRA, D.; VILLA NOVA, N.A. Evapotranspiração máxima e lâminas de irrigação necessárias para feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*, L.) no Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.4, n.1. p.29-36, 1996.
- PERRIER, A. Updated evapotranspiration, and crop water requirement definitions for the ICID Multilingual Dictionary (May 1984). In: **LES BESOINS DES CULTURES (CROP REQUERIMENTS)**. **Anais...** Paris, 1984. Paris: INRA, 1985. p.885-887.
- RITCHIE, J.T.; BURNETT, E. Dryland evaporative flux in a subumid climate: II. Plant influences. **Agronomy Journal**, Madison, v.63, p.56-72, 1971.
- TAN, C.S.; FULTON, J.M. Ratio between evapotranspiration of irrigated crops from floating lysimeters and class A pan evaporation. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v.60, p.197-201, 1980.
- TANNER, C. B.; JURY, W.A. Estimating evaporation and transpiration from a row crop during incomplete cover. **Agronomy Journal**, Madison, v.68, p.239-243, 1976.
- VAN BAVEL, C.H.M. Lysimetric measurements of evapotranspiration rates in the Eastern United States. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v.25, p.138-141, 1961.

EVAPOTRANSPIRAÇÃO DA CULTURA DO GIRASSOL E SUA RELAÇÃO COM A EVAPORAÇÃO DO TANQUE CLASSE "A"

RONALDO MATZENAUER,¹ JAIME R. TAVARES MALUF², ARISTIDES CÂMARA BUENO³

RESUMO – O estado do Rio Grande do Sul caracteriza-se por uma grande variabilidade climática, especialmente com relação à quantidade e distribuição da precipitação pluvial, ocorrendo, com frequência, períodos de baixa disponibilidade hídrica para as culturas de primavera-verão. Estudos visando a determinação das relações hídricas no sistema solo-planta-atmosfera, assumem destacada importância, com vistas à recomendação de suplementação hídrica e como subsídio em planejamento agrícola e em zoneamento agroclimático. O objetivo deste trabalho foi determinar a evapotranspiração máxima da cultura do girassol (ET_m) e relacioná-la com a evaporação do tanque classe A (E_o), para obtenção da razão ET_m/E_o (coeficiente K_c), em diferentes subperíodos. O trabalho foi desenvolvido no Centro de Pesquisa de Fruticultura, em Taquari, RS, 29° 48' S, 51° 49' W e 76 m de altitude, durante os anos agrícolas 1987/88, 1989/90, 1990/91 e 1991/92. A ET_m foi medida em evapotranspirômetros de drenagem do tipo Thornthwaite-Mather. A ET_m total no ciclo (semeadura-maturação fisiológica), variou de 371,5 mm a 488,5 mm, nos quatro anos, com uma média de 408,0 mm. O subperíodo, onde foi verificado maior consumo médio diário, foi o compreendido entre o início e o final da floração, com uma média nos quatro anos, de 6,5 mm/dia. Os valores médios da razão ET_m/E_o no ciclo, variaram de 0,63 a 0,75, com média de 0,67 nos quatro anos. Coincidente com o subperíodo de maior consumo de água, foram observados os maiores valores da razão ET_m/E_o, variando de 0,90 a 1,05, com um valor médio de 0,98.

Palavras chave: agrometeorologia, déficit hídrico, *Helianthus annuus* L.

EVAPOTRANSPIRATION OF SUNFLOWER AND ITS RELATIONSHIP WITH CLASS A PAN EVAPORATION

ABSTRACT – Rio Grande do Sul is a State characterized by climatic variations specially regarding to amount and distribution of rainfall, with frequent periods of low water availability for spring and summer crops. Studies to determine the water relationship with the soil-plant-atmosphere system become very important for the hydric supply recommendation, as well as to help agricultural planning and agroclimatic zoning. The purpose of this research was to establish the maximum evapotranspiration of sunflower (ET_m) and to connect it with Class A Pan evaporation (E_o) to obtain the ratio ET_m/E_o (K_c coefficient), at different sub-periods. The field trial was conducted at Centro de Pesquisa de Fruticultura, in Taquari/RS, Brazil, 29° 48' S, 51° 49' W and 76 m of altitude, during four growth seasons: 1987/1988, 1989/90, 1990/91 and 1991/1992. The ET_m was measured in drainage evapotranspirometers Thornthwaite-Mather type. The total ET_m at the cycle (sowing-physiological maturation) changed from 371.5 mm to 488.5 mm along the four years, with an average of 408.5 mm. The sub-period with highest daily mean consumption was from beginning to end of flowering, with an average of 6.5 mm/day in the four years. The mean values for the ratio ET_m/E_o at the cycle ranged from 0.63 to 0.75 with an average in four years of 0.67. The highest values of the ratio ET_m/E_o were also observed during the flowering sub-period, varying from 0.90 to 1.05, with an average of 0.98.

Key words: agrometeorology, water deficit, *Helianthus annuus* L.

INTRODUÇÃO

A produção agrícola gaúcha caracteriza-se pela grande variabilidade dos rendimentos entre locais e anos, principalmente das culturas que se desenvolvem no período de primavera-verão. A principal causa dos baixos rendimentos e da grande variabilidade observada é a variação na disponibilidade hídrica para as culturas, decorrente da má distribuição e da insuficiente quantidade de chuvas.

De acordo com resultados de ÁVILA (1996), a probabilidade de a precipitação pluvial superar a evapotranspiração potencial nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, em praticamente todo o Estado, é inferior a 60%. Esse nível de probabilidade determina a alta frequência de ocorrência de deficiências hídricas e

conseqüentes quebras de safras das culturas de primavera-verão produtoras de grãos.

O conhecimento das necessidades hídricas das culturas assume importância fundamental para o melhor entendimento das relações hídricas no sistema solo-planta-atmosfera, no planejamento da época de semeadura, na elaboração de projetos de irrigação e para o aperfeiçoamento de zoneamentos agroclimáticos.

A evapotranspiração de culturas tem sido objeto de estudo de vários pesquisadores (DENMEAD e SHAW, 1959; VAN BAVEL, 1961; DOSS et al., 1962; ENGLAND, 1963; JENSEN, 1973; BERLATO et al., 1986; MATZENAUER, 1992; OLIVEIRA e VILLA NOVA, 1996, entre outros), demonstrando a importância que esta linha de pesquisa assume para as atividades agrícolas.

1. Eng. Agr., Dr. – Equipe de Agrometeorologia, FEPAGRO. Rua Gonçalves Dias, 570, 90130-060 Porto Alegre, RS. Bolsista do CNPq.
 2. Eng. Agr., M.Sc. – Embrapa Trigo, Rodovia BR 285, km 174, 99001-970 Passo Fundo, RS.
 3. Eng. Agr. – Equipe de Agrometeorologia, FEPAGRO. Rua Gonçalves Dias, 570, 90130-060 Porto Alegre, RS.
- Recebido para publicação em 09/04/1998.

A evapotranspiração de culturas apresenta variações entre locais e anos, principalmente em função das condições de demanda evaporativa da atmosfera, mas, também, em função do comportamento das variáveis que determinam o crescimento e o desenvolvimento das plantas. Segundo DOOREMBOS e KASSAM (1979), a quantidade total de água requerida pelo girassol varia entre 600 a 1000 mm, dependendo fundamentalmente do clima e da cultivar, os quais determinarão a duração da estação de crescimento, e a demanda evaporativa da atmosfera. MATZENAUER (1992) determinou a evapotranspiração máxima da cultura do girassol para as condições da Depressão Central do Rio Grande do Sul, encontrando um valor, da sementeira à maturação fisiológica, de 393,9 mm, com um consumo médio diário de 3,8 mm. O maior consumo médio diário foi observado durante o subperíodo do início ao final da floração, com 6,2 mm por dia.

Sobre a quantidade de água consumida nos diferentes subperíodos da cultura do girassol, DOOREMBOS e KASSAM (1979) apresentaram uma distribuição percentual mais definida do consumo de água: 20% durante o período vegetativo, 55% da diferenciação do primórdio floral ao final da antese e 25% durante o subperíodo de enchimento de grãos.

A relação entre a evapotranspiração das culturas e os elementos meteorológicos ou fórmulas de estimativa da evaporação ou evapotranspiração, constitui-se uma importante linha de pesquisa, pois permite estimar o consumo de água das culturas em condições e locais diferentes daqueles onde o mesmo foi determinado, possibilitando a suplementação hídrica através da irrigação com maior precisão. Diversos pesquisadores têm relacionado a evapotranspiração de culturas com a evaporação do tanque classe A, com a radiação solar global e com a equação de Penman (DENMEAD e SHAW, 1959; DOSS et al., 1962; LOMAS et al., 1974; MATZENAUER et al., 1981; MATZENAUER et al., 1983; BERLATO et al., 1986).

Os elementos meteorológicos têm influência semelhante sobre a evaporação de superfície de água, superfície do solo e sobre a transpiração de superfícies vegetadas (FRITSCHEN e SHAW, 1961). CRUCIANI (1972) cita diversos trabalhos em que a evapotranspiração de plantas, em estádios de vegetação plena e sem deficiência hídrica, está correlacionada positiva e significativamente com a evaporação de superfície de água. Para a cultura do milho, resultados de FRITSCHEN e SHAW (1961) e MATZENAUER et al. (1981) mostram que o uso da água pela cultura é dependente do desenvolvimento das plantas e que a evaporação do tanque classe A pode ser usada para estimar a evapotranspiração de culturas e requerimentos de irrigação. O tanque de evaporação classe A tem sido utilizado como padrão para a estimativa da evapotranspiração de culturas (DENMEAD e SHAW, 1959; LOMAS et al., 1974; DOORENBOS e KASSAM, 1979; TAN e FULTON, 1980; MATZENAUER et al., 1981; BERLATO et al., 1986; MATZENAUER, 1992).

A razão entre a evapotranspiração máxima da cultura e a evaporação do tanque classe A (ETm/Eo) permite a estimativa das necessidades hídricas da cultura

em outras condições, dispondo-se, apenas, de dados de evaporação. De acordo com CHANG (1968), durante o início do ciclo de uma cultura anual, quando a cobertura do solo é incompleta, a razão ETm/Eo é baixa, variando de 0,2 a 0,5. Em culturas semeadas em linha, a maior parte da água perdida durante o estágio inicial dá-se pela evaporação do solo. Durante o período reprodutivo, quando ocorre a maior cobertura foliar, a relação varia de 0,75 a 1,15 para várias culturas. CAMARGO e PEREIRA (1990) afirmam que, em termos práticos, o Kc pode ser considerado como uma função da porcentagem de cobertura do terreno pela folhagem da cultura.

O presente trabalho teve como objetivos determinar a evapotranspiração máxima da cultura do girassol (ETm) em diferentes subperíodos e no ciclo, e relacioná-la com a evaporação do tanque classe A (Eo), para determinação da razão ETm/Eo.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho apresenta uma análise da evapotranspiração da cultura do girassol, de uma série de quatro experimentos conduzidos durante os anos agrícolas de 1987/88, 1989/90, 1990/91 e 1991/92. As determinações foram feitas para a épocas de sementeira de 29/09/87, 17/10/89, 01/10/90 e 16/10/91.

Os experimentos foram conduzidos no Centro de Pesquisa de Fruticultura, Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO), localizada na região climática da Depressão Central do Rio Grande do Sul, município de Taquari, a 76m de altitude, 29° 48' S e 51° 49' W. O solo da Estação pertence à unidade de mapeamento Rio Pardo e é classificado como Laterítico Bruno Avermelhado Distrófico de textura argilosa e de relevo suave ondulado.

O clima da região, segundo classificação climática de Köppen, é subtropical úmido de verão quente, do tipo fundamental Cfa, que predomina na maior parte do território do Rio Grande do Sul.

A evapotranspiração máxima da cultura foi determinada a campo, sem restrição hídrica, utilizando-se três evapotranspirômetros de drenagem do tipo Thornthwaite-Mather, medindo 1,36 m de comprimento, 0,92 m de largura e 0,70 m de profundidade, instalados no centro de áreas cultivadas medindo aproximadamente 3000 m². No decorrer do período experimental foram utilizados os híbridos de girassol: Contissol 711 (1987/88), Asgrow 521 (1989/90 e 1990/91) e GR 10 (1991/92). Durante os quatro anos de experimentação foi mantido o mesmo arranjo e densidade de plantas, sendo utilizado 0,68 m entre linhas e 0,30 m na linha, correspondendo a uma população de 50 000 plantas/ha.

O potencial matricial da água no solo foi medido com tensiômetros de vacuômetro, instalados no interior dos evapotranspirômetros nas profundidades de 0,15 m, 0,30 m e 0,45 m. Sempre que o potencial matricial da água no solo atingia valores entre -0,04 e -0,06 MPa, era feita suplementação hídrica através da irrigação, utilizando-se aspersores na área tampão e regadores manuais nos evapotranspirômetros. Este procedimento foi adotado, visando manter as plantas sem restrição hídrica.

A evapotranspiração da cultura (ETm) foi calculada pela equação:

$$ETm = P + I - D \quad (1)$$

sendo P a precipitação pluvial (mm), I a quantidade de água (mm) aplicada via irrigação e D, a quantidade de água drenada (mm).

Neste trabalho utiliza-se o termo evapotranspiração máxima da cultura (ETm), que é definida como a perda de água por uma cultura qualquer, em condições ótimas de densidade de plantas e fertilidade do solo, sem limitação de água no solo e em qualquer estágio de desenvolvimento (PERRIER, 1985). No texto, utiliza-se, também, como sinônimo, a expressão consumo de água.

A ETm foi determinada nos seguintes subperíodos: da sementeira até 10 dias após a emergência (S-10E), caracterizado neste trabalho como período de estabelecimento da cultura; 10E até 40 dias após a emergência, que coincide, aproximadamente, com a diferenciação do primórdio floral (10E-40E); 40E até início da floração (40E-IF); IF até final da floração (IF-FF); FF até a maturação fisiológica (FF-MF) e no ciclo completo (S-MF).

A evapotranspiração máxima da cultura foi relacionada com a evaporação do tanque classe A (Eo) em milímetros, nos mesmos subperíodos acima descritos, para obtenção do coeficiente Kc, pela expressão:

$$Kc = ETm/Eo \quad (2)$$

Os registros de evaporação do tanque classe A foram feitos em uma estação meteorológica instalada ao lado da área experimental.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os registros fenológicos para os anos agrícolas 1987/88, 1989/90, 1990/91 e

1991/92. Verifica-se pequena variação na duração dos subperíodos de ano para ano, oscilando de 98 a 103 dias para o ciclo completo. Nas Tabelas 2 a 6 são apresentados os dados de evapotranspiração máxima da cultura (ETm), evaporação do tanque classe A (Eo) e a razão ETm/Eo (coeficiente Kc), para a cultura do girassol, para os quatro anos agrícolas e para a média desses anos, respectivamente, em diferentes subperíodos de desenvolvimento e no ciclo completo. O consumo total de água, da sementeira à maturação fisiológica, variou de 371,5 mm a 488,5 mm nos quatro anos, com valores médios diários no ciclo variando de 3,6 a 5,0 mm. Os valores encontrados neste trabalho são menores do que os citados por DOORENBOS e KASSAM (1979).

Verifica-se que os maiores valores de evapotranspiração da cultura foram registrados durante o ano agrícola 1989/90. Os resultados dos outros três anos, apresentam pequena variação, com valores médios no ciclo de 3,6 a 3,8 mm/dia. A evapotranspiração de culturas sem restrição hídrica, é função das variáveis que determinam a demanda evaporativa da atmosfera e do comportamento das variáveis que influem no crescimento e desenvolvimento das plantas, havendo uma relação muito estreita com o índice de área foliar. Variações, tanto da demanda evaporativa como no desenvolvimento das plantas, afetam o consumo de água das culturas e a relação entre a evapotranspiração e a evaporação de tanque. Os maiores valores observados durante o ano agrícola 1989/90, são devidos, provavelmente, à maior demanda evaporativa, conforme pode ser verificado pelos dados de evaporação do tanque classe A apresentados na Tabela 3. Durante o referido ano agrícola, a demanda de água (evaporação do tanque) foi de 655 mm, enquanto nos demais anos os valores foram menores, variando de 582 mm (1990/91) a 592 mm (1991/92).

TABELA 1 – Datas de ocorrência das fases fenológicas do girassol, durante o período experimental. Centro de Pesquisa de Fruticultura, Taquari, RS, 1987/88 – 1991/92

Fases	Ano			
	1987/88	1989/90	1990/91	1991/92
Sementeira	29/09	17/10	01/10	16/10
Emergência	09/10	24/10	08/10	23/10
Início da floração	04/12	18/12	07/12	19/12
Final da floração	16/12	30/12	20/12	31/12
Maturação Fisiológica	10/01	23/01	12/01	23/01

TABELA 2 – Evapotranspiração máxima (ETm), evaporação do tanque classe A (Eo) e coeficiente Kc (ETm/Eo), em diferentes subperíodos e no ciclo do girassol. Centro de Pesquisa de Fruticultura, Taquari, RS, 1987/88

Subperíodos ¹	Duração (dias)	ETm (mm)		Eo (mm)		kc
		Total	Média diária	Total	Média Diária	
S - 10E	20	31,8	1,6	92	4,6	0,35
10E - 40E	30	97,5	3,3	159	5,3	0,62
40E - IF	16	77,7	4,9	93	5,8	0,84
IF - FF	12	74,7	6,2	83	6,9	0,90
FF - MF	25	112,2	4,5	160	6,4	0,70
S - MF	103	393,9	3,8	587	5,7	0,67

1.S - sementeira; 10E - 10 dias após a emergência; 40E - 40 dias após a emergência; IF - início da floração; FF - final da floração; MF - maturação fisiológica.
Sementeira - 29/09/1987.

TABELA 3 – Evapotranspiração máxima (ETm), evaporação do tanque classe A (Eo) e coeficiente Kc (ETm/Eo), em diferentes subperíodos e no ciclo do girassol. Centro de Pesquisa de Fruticultura, Taquari, RS, 1989/90

Subperíodos ¹	Duração (dias)	ETm (mm)		Eo (mm)		kc
		Total	Média diária	Total	Média Diária	
S – 10E	17	40,4	2,4	95	5,6	0,42
10E - 40E	30	135,2	4,5	204	6,8	0,67
40E - IF	15	92,3	6,1	110	7,3	0,85
IF – FF	12	83,8	7,0	88	7,3	0,95
FF - MF	24	136,8	5,7	158	6,6	0,86
S – MF	98	488,5	5,0	655	6,7	0,75

1.S - semeadura; 10E - 10 dias após a emergência; 40E - 40 dias após a emergência; IF - início da floração; FF - final da floração; MF - maturação fisiológica.
Semeadura - 17/10/1989.

TABELA 4 – Evapotranspiração máxima (ETm), evaporação do tanque classe A (Eo) e coeficiente Kc (ETm/Eo), em diferentes subperíodos e no ciclo do girassol. Centro de Pesquisa de Fruticultura, Taquari, RS, 1990/91

Subperíodos ¹	Duração (dias)	ETm (mm)		Eo (mm)		kc
		Total	Média Diária	Total	Média Diária	
S – 10E	17	32,3	1,9	70	4,1	0,46
10E - 40E	30	63,8	2,1	147	4,9	0,43
40E – IF	20	93,4	4,7	126	6,3	0,74
IF – FF	13	78,0	6,0	78	6,0	1,00
FF – MF	23	104,0	4,5	161	7,0	0,64
S – MF	103	371,5	3,6	582	5,7	0,63

1.S - semeadura; 10E - 10 dias após a emergência; 40E - 40 dias após a emergência; IF - início da floração; FF - final da floração; MF - maturação fisiológica.
Semeadura - 01/10/1990.

TABELA 5 – Evapotranspiração máxima (ETm), evaporação do tanque classe A (Eo) e coeficiente Kc (ETm/Eo), em diferentes subperíodos e no ciclo do girassol. Centro de Pesquisa de Fruticultura, Taquari, RS, 1991/92

Subperíodos ¹	Duração (dias)	ETm (mm)		Eo (mm)		kc
		Total	Média diária	Total	Média Diária	
S – 10E	17	29,0	1,7	83	4,9	0,35
10E - 40E	30	83,1	2,8	177	5,9	0,47
40E – IF	17	89,6	5,3	109	6,4	0,83
IF – FF	12	76,8	6,4	73	6,1	1,05
FF – MF	23	98,9	4,3	150	6,5	0,66
S – MF	99	377,4	3,8	592	6,0	0,63

1.S - semeadura; 10E - 10 dias após a emergência; 40E - 40 dias após a emergência; IF - início da floração; FF - final da floração; MF - maturação fisiológica.
Semeadura - 16/10/1991.

TABELA 6 – Evapotranspiração máxima (ETm), evaporação do tanque classe A (Eo) e coeficiente Kc (ETm/Eo), em diferentes subperíodos e no ciclo do girassol. Valores médios para os anos de 1987/88, 1989/90, 1990/91 e 1991/92. Centro de Pesquisa de Fruticultura, Taquari, RS

Subperíodos ¹	Duração (dias)	ETm (mm)		Eo (mm)		kc
		Total	Média diária	Total	Média Diária	
S – 10E	18	33,4	1,9	86	4,8	0,40
10E - 40E	30	95,0	3,2	171	5,7	0,56
40E – IF	17	88,3	5,2	111	6,5	0,80
IF – FF	12	78,3	6,5	79	6,6	0,98
FF – MF	24	113,0	4,7	157	6,6	0,71
S – MF	101	408,0	4,0	604	6,0	0,67

1.S - semeadura; 10E - 10 dias após a emergência; 40E - 40 dias após a emergência; IF - início da floração; FF - final da floração; MF - maturação fisiológica.

Durante o subperíodo da semeadura até 10 dias após a emergência, a evapotranspiração da cultura foi baixa, variando de 1,6 a 2,4 mm/dia. Estes resultados são observados, também, em outras culturas anuais como milho, feijão e soja (MATZENAUER, 1992), visto que a maior quantidade de água consumida durante este subperíodo deve-se à evaporação do solo, uma vez que a área foliar é muito pequena. Isto é explicado, pois, com um baixo IAF, a evaporação do solo compreende a maior parte da evapotranspiração (TANNER e JURY, 1976). Estes resultados também estão de acordo com as citações de CHANG (1968), segundo as quais a maior parte da água perdida durante o estágio inicial em culturas plantadas em linha, é pela evaporação do solo.

Durante o período vegetativo, verifica-se um aumento no consumo de água, à medida que a cultura se aproxima da floração. Este aumento ocorre devido ao incremento na demanda evaporativa da atmosfera, causado pelo aumento da temperatura do ar e da radiação solar, e, também, ao crescimento da área foliar. Com o crescimento da área foliar, aumenta a cobertura do solo, pelo sombreamento das folhas, sendo, portanto, que o maior consumo de água ocorre em função do incremento do componente transpiração, já que a evaporação do solo diminui.

O maior consumo de água foi registrado durante o subperíodo da floração, com valores oscilando de 6 a 7 mm/dia. Quando a semeadura do girassol ocorre durante a primeira quinzena de outubro, como neste trabalho, o subperíodo do início ao final da floração coincide com a segunda quinzena de dezembro, período em que ocorrem altas temperaturas e os maiores registros de radiação solar global para a latitude do local, conseqüentemente, com alta demanda evaporativa da atmosfera. Além disso, é durante a floração que se registra o índice de área foliar máximo para diversas culturas de primavera-verão, entre elas o girassol, com alta atividade fotossintética e fisiológica. Por estes motivos, é durante a floração que são observados os maiores valores de evapotranspiração da cultura.

No final do ciclo ocorreu redução na evapotranspiração. Isto é explicado devido ao declínio da atividade fotossintética das folhas, principalmente em culturas anuais, quando ocorre o rápido secamento dos caules e folhas.

Os dados de evapotranspiração para a cultura do girassol obtidos neste trabalho, caracterizam um modelo de resposta representativo para as condições do local de experimentação, considerando que são dados de quatro anos de pesquisa. O consumo de água do girassol, neste modelo, serve de base para lavouras irrigadas, permitindo determinar doses de rega em diferentes subperíodos, além de interferir em todas as fases de um planejamento de irrigação.

Os valores dos coeficientes Kc (razão ETm/Eo), para o ciclo completo do girassol, variaram de 0,63 a 0,75, com uma média de 0,67, nos quatro anos. Os coeficientes Kc apresentaram valores mais baixos durante os dois primeiros subperíodos, que englobam o estabelecimento da cultura e o início do período vegetativo, e valores mais elevados (média de 0,98) durante o subperíodo da floração. Estes resultados estão de acordo com os dados obtidos por RITCHIE e BURNETT (1971), segundo os quais a razão ETm/Eo aumenta com o incremento do IAF. A variação encontrada nos coeficientes, de ano para ano, é esperada, considerando-se que as variáveis meteorológicas que determinam a demanda evaporativa da atmosfera exercem influência semelhante sobre a perda de água de superfícies vegetadas e sobre a evaporação de superfície de água. Como a ETm de culturas depende da demanda evaporativa e da própria cultura, as variações observadas são devidas, também, a diferenças de crescimento e desenvolvimento das plantas que ocorreram entre os anos, em função das variações dos elementos meteorológicos que afetam a cultura, e das práticas culturais. São, portanto, resultados que podem ser considerados representativos e consistentes, podendo ser utilizados para o planejamento de lavouras irrigadas, para a definição da melhor época de semeadura para cada região e aperfeiçoamento de zoneamentos agroclimáticos.

CONCLUSÕES

A evapotranspiração máxima da cultura do girassol, determinada neste trabalho, é representativa para as condições climáticas da Depressão Central do Rio Grande do Sul.

A evapotranspiração máxima do girassol pode ser estimada para diferentes anos e localidades do estado do Rio Grande do Sul, utilizando-se os coeficientes Kc obtidos neste trabalho.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- ÁVILA, A. M.H. de; BERLATO, M.A.; SILVA, J.B. da; FONTANA, D.C. Probabilidade de ocorrência de precipitação pluvial mensal igual ou maior que a evapotranspiração potencial para a estação de crescimento das culturas de primavera-verão no Estado do Rio Grande do Sul. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, Porto Alegre, v.2, n.2, p. 149-154, 1996.
- BERLATO, M.A. As condições de precipitação pluvial no Estado do Rio Grande do Sul e os impactos das estiagens na produção agrícola. In: BERGAMASCHI, H. (Coord.). *Agrometeorologia aplicada à irrigação*. Porto Alegre: Editora da Universidade-UFRGS, 1992. p.11-24.
- BERLATO, M.A.; MATZENAUER, R.; BERGAMASCHI, H. Evapotranspiração máxima da soja e relações com a evapotranspiração calculada pela equação de Penman, evaporação do tanque "classe A" e radiação solar global. *Agronomia Sulriograndense*, Porto Alegre, v.22, n.2, p.251-259, 1986.
- CAMARGO, A.P.; PEREIRA, A.R. *Prescrição de rega por modelo climatológico*. Campinas: Fundação Cargill, 1990, 27p.. (Série Técnico Científica, 170).
- CHANG, Jen-Hu. *Climate and Agriculture: An Ecological Survey*. Chicago, Aldine, 1968. 304 p.
- CRUCIANI, D.E. *Balanço hídrico em solo cultivado com cana-de-açúcar*. Piracicaba, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, 1972. 35p.
- DENMEAD, O.T.; SHAW, R.H. Evapotranspiration in relation to the development of the corn crop. *Agronomy Journal*, Madison, v.51, p.725-726, 1959.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. *Yield response to water*. Roma: FAO, 1979. 179p. (FAO irrigation and Drainage Paper, n.24).
- DOSS, B.D.; BENNET, O.L.; ASHLEY, D.A. Evapotranspiration by irrigated corn. *Agronomy Journal*, Madison, v.54, p. 497-498, 1962.
- ENGLAND, C.D. Water use by several crops in a weighing lysimeter. *Agronomy Journal*, Madison, v.55, p.239-241, 1963.
- FRITSCHEN, L.J. & SHAW, R.H. Evapotranspiration for corn as related to pan evaporation. *Agronomy Journal*, Madison, v.53, p.149-150, 1961.
- JENSEN, M.E. *Consumptive use of water and irrigation water requirements*. New York: American Society of Civi Engineers, 1973. 215p.
- LOMAS, J.; SCHLESINGER, E.; LEWIN, J. Effects of environmental and crop factors on the evapotranspiration rate and water-use efficiency of maize. *Agricultural Meteorology*, Amsterdam, v.13, p.239-251, 1974.
- MATZENAUER, R. Evapotranspiração de plantas cultivadas e coeficientes de cultura. In: BERGAMASCHI, H. (Coord.). *Agrometeorologia aplicada à irrigação*. Porto Alegre, Editora da Universidade/UFRGS, 1992. p.33-47.
- MATZENAUER, R.; WESTPHALEN, S.L.; BERGAMASCHI, H.; SUTILI, V.R. Evapotranspiração do milho (*Zea mays* L.) e sua relação com a evaporação do tanque classe A. *Agronomia Sulriograndense*, Porto Alegre, v.17, n.2, p.273-95, 1981.
- MATZENAUER, R.; WESTPHALEN, S.L.; BERGAMASCHI, H. Relações entre a evapotranspiração do milho e as fórmulas de Penman e Thornthwaite. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.18, n.11, p.1207-1214, 1983.
- OLIVEIRA, D.; VILLA NOVA, N.A. Evapotranspiração máxima e lâminas de irrigação necessárias para feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*, L.) no Paraná. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v.4, n.1, p.29-36, 1996.
- PERRIER, A. Updated evapotranspiration, and crop water requirement definitions for the ICID Multilingual Dictionary (May 1984). In: LES BESOINS DES CULTURES (CROP REQUERIMENTS). Paris, 11-14, sept. 1984. Paris, INRA. p.885-887. 1985.
- RITCHIE, J.T.; BURNETT, E. Dryland evaporative flux in a subumid climate: II. Plant influences. *Agronomy Journal*, Madison, v.63, p.56-72, 1971.
- TAN, C.S.; FULTON, J.M. Ratio between evapotranspiration of irrigated crops from floating lysimeters and class A pan evaporation. *Canadian Journal of Plant Science*, Ottawa, v.60, p.197-201, 1980.
- TANNER, C. B.; JURY, W.A. Estimating evaporation and transpiration from a row crop during incomplete cover. *Agronomy Journal*, Madison, v.68, p.239-243, 1976.
- VAN BAVEL, C.H.M. Lysimetric measurements of evapotranspiration rates in the Eastern United States. *Soil Science Society of America Proceedings*, Madison, v.25, p.138-141, 1961.

CONCENTRAÇÃO DE SOLUÇÃO NUTRITIVA PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Dietes bicolor* (IRIDACEAE)¹

SARITA MERCEDES FERNANDEZ², ATELENE NORMANN KÄMPF³

RESUMO – No setor de Floricultura da Faculdade de Agronomia – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, Rio Grande do Sul, foi realizado um estudo com o objetivo de conhecer a sensibilidade de *Dietes bicolor* Steud Sweet ex Klatt à concentração da solução usada para adubação líquida. Cinco concentrações de solução nutritiva (0, 2, 4, 8 e 12 g da solução de Weihenstephan/litro de água) foram usadas como tratamentos em adubações semanais. O delineamento foi em blocos casualizados, com quatro repetições e 10 plantas por parcela (uma planta por vaso, com volume de um litro). As plantas foram avaliadas quanto à produção de biomassa e qualidade comercial, e o substrato quanto à evolução da concentração de sais durante o período de cultivo. Nas concentrações de 4, 8 e 12 g/l ocorreu a redução da produção de biomassa e da qualidade visual da parte aérea das plantas, além da salinização do substrato. O nível de adubação líquida semanal de 2 g/l produziu mudas livres de injúrias e com excelente qualidade visual.

Palavras-chave: adubação líquida, salinidade, produção comercial, floricultura.

CONCENTRATION OF THE NUTRIENT SOLUTION FOR PRODUCTION OF YOUNG PLANTS OF *Dietes bicolor* (IRIDACEAE)

ABSTRACT – There is a lack of technical information about the commercial production of young plants of *Dietes bicolor* Steud Sweet ex Klatt. This study, carried out at Floriculture Sector of Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), in Porto Alegre, RS/Brazil, had the objective to measure the vegetative growth of *D. bicolor* as affected by increasing fertilization levels and its sensibility to salt concentration. Plants were weekly fertilized with five concentrations of Weihenstephan nutrient solution: 0, 2, 4, 8 and 12 g/l. The experiment was designed in randomized blocks, with 4 replications and 10 plants per plot (one plant/pot of one liter volume). Plants were analyzed for the production of biomass and commercial quality. The salt accumulation in the substrate was quantified according to the total soluble salt concentration of leachates. Increasing the salt concentration, decreased the production of biomass and commercial quality. Plants fertilized with 2 g/l solution showed excellent commercial quality.

Key words: fertilization; salinity; commercial production of ornamental plants, floriculture.

INTRODUÇÃO

Dietes bicolor Steud Sweet ex Klatt (Iridaceae) tem sido muito utilizada em ajardinamentos no sul do Brasil, sendo conhecida sob o nome vulgar de “moréia amarela”.

Na literatura especializada encontram-se trabalhos sobre Taxonomia (BARNARD e GOLDBLATT, 1975; GOLDBLATT, 1981; DAHLGREN et al., 1985; GOLDBLATT, 1990), bem como sobre a evolução de espécies da família Iridaceae (GOLDBLATT, 1981; GOLDBLATT, 1990). Informações gerais sobre iridáceas e, especialmente, de *Dietes* em jardins são encontradas em enciclopédias e revistas para leigos. A deficiência de dados técnicos justifica a realização de estudos sobre o manejo da espécie em viveiros com a finalidade de produção comercial. Tendo em vista que o sistema de produção de plantas ornamentais está baseado no cultivo das mudas em recipientes, assume especial importância a concentração da solução nutritiva usada na adubação líquida.

Para RICHARDS (1954), as diferentes respostas de espécies e cultivares à concentração de sais exigem a elaboração de tabelas de tolerância à salinidade na adubação. PENNINGSFELD (1983) classificou as plantas ornamentais em três grupos quanto a esse aspecto: plantas mais sensíveis (Grupo 1); as medianamente sensíveis (Grupo 2) e as que são pouco sensíveis à concentração de sais (Grupo 3). Espécies que pertencem ao Grupo 1 correspondem àquelas que apresentam necessidade de pouca adubação; devem receber, no máximo, o total de 0,5 g de sais por litro de substrato como adubação de base no preparo do substrato. As adubações líquidas complementares devem ter concentração inferior a 2 g de uma formulação completa de nutrientes por litro de água. Espécies do Grupo 2 correspondem às plantas com mediana necessidade de adubação; devem receber, no máximo, 1,5 g de sais por litro de substrato na adubação de base e até 4 g/l nas adubações complementares. As plantas do Grupo 3 necessitam muita adubação; toleram receber até 3 g/l de sais na adubação de base e até 6 g/l nas adubações complementares.

1. Parte da dissertação, apresentada pela primeira autora, para obtenção do grau de Mestre em Fitotecnia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UFRGS, Porto Alegre, RS.

2. Biol., MSc. - Faculdade de Agronomia da UFRGS.

3. Biol., Dr. - Professora do Departamento de Horticultura e Silvicultura, Faculdade de Agronomia da UFRGS, Caixa Postal 776, 90001-970 Porto Alegre - RS/BRASIL. Bolsista do CNPq.

Recebido para publicação em 15/07/1996.

A concentração da solução nutritiva é mensurada por sua condutividade elétrica. JUDD e COX (1992) observaram que a elevação do nível da concentração da solução nutritiva provoca redução do crescimento das plantas. Estudando o comportamento de *Impatiens sp.* sob concentrações de solução nutritiva de 0,5 a 2,0 g/l, observaram a ocorrência de supressão do crescimento das plantas e incremento dos valores de condutividade elétrica do meio de cultivo.

POOLE e CHASE (1987), analisando soluções obtidas por lixiviação do substrato, verificaram que este método poderia ser adequado para indicar os níveis de salinidade aceitos pelas diferentes espécies. Através da condutividade do lixiviado pode-se determinar a faixa de concentração de sais onde as plantas crescem satisfatoriamente.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no viveiro do Departamento de Horticultura e Silvicultura da Faculdade

de Agronomia, UFRGS (paralelo 30°, Porto Alegre, RS), de abril/1995 a janeiro/1996, em túnel alto coberto com plástico transparente. Durante o experimento, a temperatura no interior do túnel plástico variou de 14° a 34° C.

Touceiras de *Dietes* foram subdivididas em unidades contendo uma fração de rizoma e um ramo com folhas adultas. As folhas foram podadas na altura de 10 cm e a parte inferior de cada rizoma foi polvilhada com ácido indol butírico a 0,1%.

Foram utilizados 200 vasos plásticos (altura 12 cm e diâmetro 10 cm) com capacidade para um litro, acompanhados de pratos individuais. Cada vaso foi preenchido com o substrato (composto orgânico e casca de arroz carbonizada, na proporção volumétrica de 1:1) com as características físicas e químicas apresentadas na Tabela 1. A CTC foi determinada pelo método descrito por TEDESCO et al. (1985) a pH atual do substrato; as demais análises foram realizadas conforme HOFFMANN (1970).

TABELA 1 – Características físicas e químicas do substrato utilizado no experimento. Faculdade de Agronomia/UFRGS, Porto Alegre, 1996

Características físicas	Valores	Características químicas	Valores
Densidade úmida	552 g/l	PH	6,3
Densidade seca	414 g/l	TTSS	0,2 g/l
% Matéria seca	75 %	CTC	7,3 cmol/l

O experimento foi delineado em blocos casualizados com 4 repetições, 5 tratamentos e 10 vasos por parcela (uma planta por vaso). As adubações foram semanais (100 ml de solução nutritiva por planta), ao longo de 28 semanas. Na adubação líquida foi utilizada a solução de Weihenstephan conforme PENNINGSFELD e KURZMANN (1975) (Tabela 2). Os tratamentos consistiram das seguintes concentrações de solução nutritiva: 0 (testemunha), 2, 4, 8 e 12 g de solução nutritiva completa por litro de água. Valores de pH, teor total de sais (TTSS) e condutividade elétrica dos tratamentos são apresentados na

Tabela 3. A Tabela 4 apresenta a quantidade de nutrientes aplicada em mg/planta/semana. Para determinar o TTSS das soluções, foi utilizado o método descrito por HOFFMANN (1970), transcrito por GROLLI (1991), que converte o valor da condutividade (em Siemens) para concentração de sais, expressa em gramas de KCl por litro de solução.

A qualidade visual da parte aérea (porcentagem de folhas injuriadas e extensão de injúrias) e a produção de biomassa (número de folhas, comprimento e largura, número de filhotes e número de plantas mortas) foram avaliadas no final do experimento.

TABELA 2 – Solução nutritiva utilizada na adubação de *Dietes bicolor*. Faculdade de Agronomia/UFRGS, Porto Alegre, 1996

Sal	Solução do experimento (g/10 l)
Ca(NO ₃) ₂ .4H ₂ O - Nitrato de Cálcio	74,28
KNO ₃ – Nitrato de potássio	—
KCl – Cloreto de potássio	24,78
(NH ₄) ₂ SO ₄ – Sulfato de amônio	0,60
KH ₂ PO ₄ – Fosfato de potássio monobásico	17,04
MgSO ₄ – Sulfato de magnésio	22,68

Na ₂ B ₄ O ₇ · 10H ₂ O - Borato de sódio	—
H ₃ BO ₃ - Ácido bórico	0,39
MnSO ₄ - Sulfato de manganês	0,30
ZnSO ₄ · 7H ₂ O - Sulfato de zinco	0,0024
CuSO ₄ · 5H ₂ O - Sulfato de Cobre	0,0024
Na ₂ MoO ₄ · 2H ₂ O - Molibdato de sódio	0,0024
FeSO ₄ · 7H ₂ O - Sulfato ferroso	1,32
EDTA - Ácido etilenodiaminotetraacético	1,80

Relação N:P₂O₅:K₂O = 1 : 0,7 : 1,7 do experimento

Relação N:P₂O₅:K₂O = 1 : 0,7 : 1,4 da solução Weihenstephan

TABELA 3 - Valores de pH, condutividade elétrica e teor total de sais solúveis das soluções utilizadas para as 28 adubações de *Dietes bicolor*. Faculdade de Agronomia/UFRGS, Porto Alegre, 1996

Concentração da solução nutritiva (g/l)	PH	CE (µS/cm)	TTSS (g/l)*
0	6,0	16,8	1,0
2	5,8	26,6	1,7
4	5,0	47,2	3,7
8	4,5	88,5	7,6
12	4,2	126,9	11,7

TABELA 4 - Adubação de *Dietes bicolor*: quantidade de nutrientes aplicada em mg/planta/semana. Faculdade de Agronomia/UFRGS, Porto Alegre, 1996

Concentração da solução nutritiva (g/l)	Nutrientes (mg/planta/semana)											
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe-EDTA	B	Mn	Zn	Cu	Mo
2	210	60	290	300	80	110	40	1,0	2,0	0,02	0,02	0,02
4	420	130	560	610	150	260	80	2,0	4,0	0,03	0,03	0,03
8	850	260	1190	1210	300	430	150	4,0	7,0	0,06	0,06	0,07
12	1280	390	1790	1800	460	640	230	7,0	10,0	0,1	0,1	0,1

A evolução da concentração salina na solução do substrato, ao longo do período experimental, foi acompanhada através de determinações do teor total de sais pelo seguinte procedimento: lixiviação do substrato no vaso, irrigando-o lentamente com água deionizada na proporção de 1 litro de água/1 litro de substrato; coleta do lixiviado de cada vaso; análise da concentração salina (TTSS). Em cada lixiviação foi utilizado um vaso por parcela, não repetindo o processo no mesmo vaso.

Os resultados foram submetidos à análise de variância; a significância das diferenças entre as médias foi avaliada pelo teste Duncan (p=0.05). Foi realizada

análise de correlação entre as concentrações das soluções nutritivas e o TTSS das frações lixiviadas e, também, entre as concentrações das soluções e o número de plantas mortas. O erro experimental foi avaliado pelo Coeficiente de Variação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Qualidade visual da parte aérea

Durante o experimento foi observada a formação de folhas com extremidades secas. Este sintoma foi mais acentuado nos tratamentos de concentrações de sais mais

elevadas. Plantas sem adubação, bem como as tratadas com 2 g/l, produziram folhas normais. No tratamento de 4 g/l houve um aumento gradual do sintoma até 1,2 cm (Tabela 5). Nos tratamentos de 8 e 12 g/l as plantas apresentaram pontas secas mais pronunciadas, com injúrias de 2,9 e 9,2 cm de comprimento, respectivamente. A porcentagem de folhas injuriadas (Tabela 5) foi de 68% no tratamento de 4

g/l e 78% no tratamento de 8 g/l, com efeito mais drástico no tratamento de 12 g/l, com cerca de 93%. O sintoma aqui descrito concorda com as observações de CARPENTER (1970), BERNSTEIN et al. (1972) e PENNINGSFELD e KURZMANN (1975), que sugerem, como causa dos sintomas encontrados, a restrição da absorção de água pelas raízes em presença de elevada concentração salina no substrato.

TABELA 5 – Qualidade visual da parte aérea de *Dietes bicolor*. Faculdade de Agronomia / UFRGS, Porto Alegre, 1996

Concentrações de solução nutritiva (g/l)	Extensão de injúrias nas folhas novas (cm)	% de folhas afetadas por injúrias
0	0,00 c	0,00 c
2	0,00 c	0,00 c
4	1,24 bc	68,37 b
8	2,94 b	77,60 b
12	9,24 a	92,65 a

Produção de biomassa

A formação de novas folhas pode ter sido influenciada pela maior disponibilidade de nutrientes, especialmente nitrogênio nas concentrações de 2 a 8 g/l, onde cada planta recebeu doses de 210 e 850 mg de N/semana. A redução do número de folhas sugere que o limite de tolerância ao aumento da salinidade foi atingido na dose de 1280 g de N/semana (Tabela 6).

LEA-COX e SYVERTSEN (1993) informam que a redução da absorção de água causada pela elevação da salinidade está diretamente relacionada ao aporte de nitrogênio, causando diminuição da produção de matéria seca e, até mesmo, a morte das plantas.

O comprimento médio de folhas também foi afetado, significativamente, pela variação na concentração da solução nutritiva (Tabela 6). Nos tratamentos de 2 e 4 g/l como na testemunha, o comprimento variou entre 39 e 41 cm. Nas soluções mais concentradas houve uma redução do crescimento para 36 cm em 8 g/l e 33 cm em 12 g/l. CARPENTER (1970), MENGEL e KIRKBY (1978), KLAR (1984), FRANCOIS (1985), SONNEVELD e VOOGT (1993) e ARAÚJO FILHO et al. (1995) constataram o mesmo tipo de efeito. SCHMUTZ e LÜDDERS (1993), SONNEVELD e VOOGT, (1993), ARAÚJO FILHO et al. (1995) reportam que plantas, submetidas a al-

tos teores de sais, são induzidas a promover um ajuste osmótico que pode afetar processos metabólicos, diminuindo a atividade enzimática, a síntese de proteínas e a atividade de mitocôndrias e de cloroplastos e, com a alteração destes processos, todo o desenvolvimento da planta é comprometido.

A largura média das folhas novas, formadas durante o período experimental, foi de 0,60 a 0,64 cm (Tabela 6), correspondendo à faixa inferior característica da espécie que, conforme descrito por GOLDBLATT (1981), varia de 0,60 a 1,20 cm. Não houve efeito significativo dos tratamentos sobre este parâmetro.

O número de plantas mortas por tratamento teve correlação ($r=0,96$) com o aumento dos níveis de adubação correspondendo a 3, 13 e 30 plantas mortas nos níveis de 4, 8 e 12 g/l, respectivamente. Nos tratamentos testemunha e 2 g/l não ocorreu morte de plantas.

A variação no número de afilhos foi de 0,3 a 0,7 por planta, independente dos tratamentos. MUNDSTOCK (1983), trabalhando com cereais, indica que a produção de afilhos em trigo depende, entre outros fatores, da disponibilidade de nutrientes minerais. No entanto, a produção de afilhos em *Dietes bicolor*, na fase de produção de mudas, parece não ter sido influenciada pela adubação.

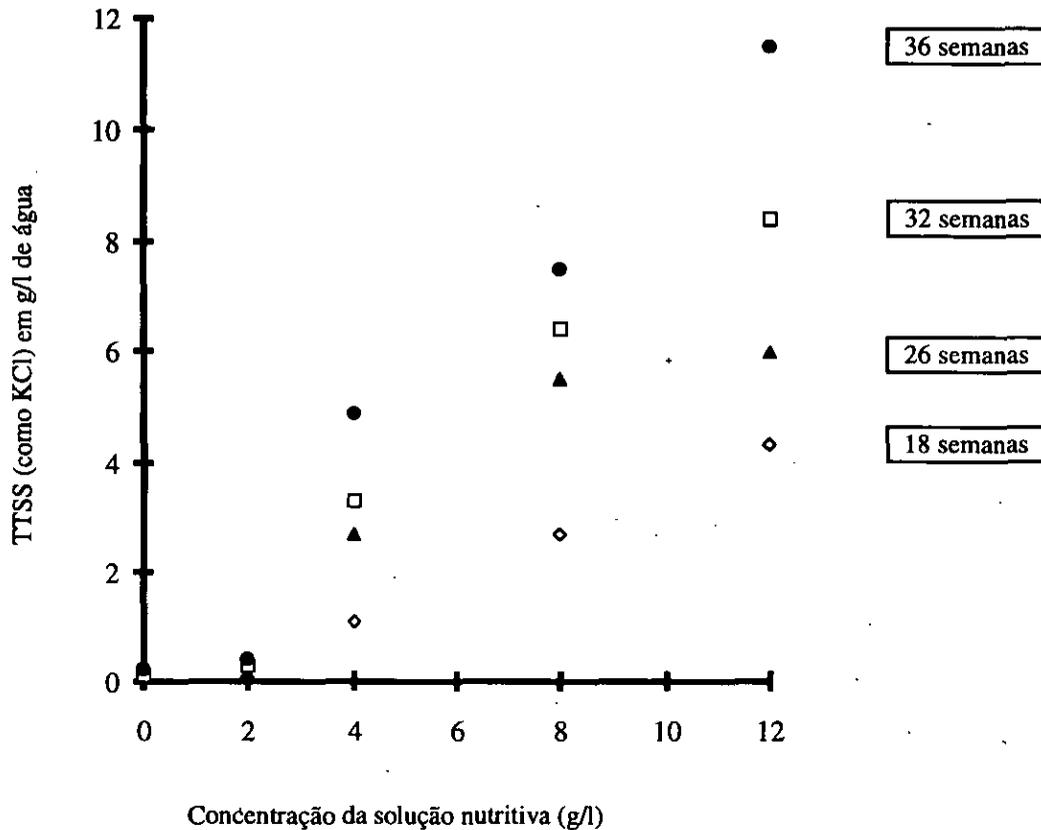
TABELA 6 – Produção de biomassa de *Dietes bicolor*. Faculdade de Agronomia/UFRGS, Porto Alegre, 1996

Concentrações da solução nutritiva g/l	Nº médio de folhas novas	Comprimento médio de folhas novas (cm)	Largura média das folhas (cm)
0	8,3 ab	40,2 a	0,62 a
2	8,6 ab	41,0 a	0,64 a
4	9,6 ab	38,8 a	0,61 a
8	10,6 a	36,4 ab	0,62 a
12	6,5 b	32,9 b	0,60 a

Concentração de sais no substrato de cultivo

A concentração da solução, nas frações lixiviadas, está correlacionada com os níveis de adubação usados como tratamentos (Figura 1). Esta correlação foi confirmada em quatro leituras: 18 semanas ($r=0,99$), 26 semanas ($r=0,95$), 32 semanas ($r=0,98$) e 36 semanas

($r=0,98$) após o início do experimento. Os resultados demonstram ter havido salinização dos substratos tratados com soluções de 4, 8 e 12 g/l, constatada desde a primeira leitura realizada. A ausência de acúmulo de sais no tratamento com 2 g/l sugere que as plantas tenham absorvido a quantidade de nutrientes oferecida.



CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos e nas condições em que foi conduzido o experimento, pode-se concluir que:

1. *Dietes bicolor* demonstrou ser sensível à salinidade, na fase de produção de mudas, podendo ser enquadrada como planta do Grupo 1 (plantas mais sensíveis a sais) na classificação de PENNINGSFELD;

2. apesar de o número de folhas novas ter sido incrementado pela adubação, até o tratamento de 8 g/l, e o comprimento de folhas novas, até 4 g/l, o trabalho demonstrou que adubações com 4, 8 e 12 g/l provocam injúrias, reduzindo, drasticamente, a qualidade visual da parte aérea das plantas;

3. a largura de folhas demonstrou não ser um bom parâmetro para a avaliação de *Dietes* quanto a resposta à salinidade;

4. o nível de concentração de sais mais adequado para as adubações complementares semanais é de 2 g/l, na fase de produção de mudas de *D. bicolor*;

5. a lixiviação do substrato de cultivo é um método útil para o monitoramento da concentração de sais.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- ARAÚJO FILHO, J. B.; GHEYI, H. R.; AZEVEDO, N. C. de; SANTOS, J. G. R. dos. Efeitos da salinidade no crescimento e no teor de nutrientes em cultivares de bananeira. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.19, n.3, p.417-422, 1995.
- BARNARD, T. T.; GOLDBLATT, P. A reappraisal of the application of specific epithets of the type species of *Moraea* and *Dietes* (Iridaceae). *Taxon*, Utrecht, v.24, n.1, p.125-131, 1975.
- BERNSTEIN, L.; FRANCOIS, L. E.; CLARK, R. A. Salt tolerance of ornamental shrubs and ground covers. *Journal of the American Society of Horticultural Science*, Alexandria, v.97, n.4, p.550-556, 1972.
- CARPENTER, E. D. Salt tolerance of ornamental plants. *American Nurseryman*, Rochester, v.131, n.2, p.54-64., 1970.
- DAHLGREN, R. M. T.; CLIFFORD, H. T.; YEO, P. F. *The families of the monocotyledons*. Berlin: Springer-Verlag, 1985. 520p.
- FRANCOIS, L. E. Salinity effects on germination, growth and yield of two squash cultivars. *HortScience*, Alexandria, v.20, n.6, p. 102-1104, 1985.

- GOLDBLATT, P. Systematics, phylogeny and evolution of *Dietes* (Iridaceae). *Annals of Missouri Botanical Garden*, St. Louis, v.68, p.132-153, 1981.
- GOLDBLATT, P. Phylogeny and classification of Iridaceae. *Annals of Missouri Botanical Garden*, St. Louis, v.77, p.607-627, 1990.
- GROLI, P. R. **Composto de lixo domiciliar urbano como condicionador de substratos para plantas arbóreas**. Porto Alegre, UFRGS, 1991. 125p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Departamento de Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, UFRGS. 1991.
- HOFFMANN, G. Verbindliche Methoden zur Untersuchung von TKS und gartnerischen Erden. *Mitteilungen der VDLUFA*, Heft, v.6, p.129-153, 1970.
- JUDD, L. K.; COX, D. A. Growth of New Guinea Impatiens inhibited by high growth-medium electrical conductivity. *HortScience*, Alexandria, v.27, n.11, p.1193-1194, 1992.
- LEA-COX, J. D.; SYVERTSEN, J. P. Salinity reduces water use and nitrate-N-use efficiency of citrus. *Annals of Botany*, London, v.72, n.4, p.47-54, 1993.
- KLAR, A. E. **A água no sistema solo-planta-atmosfera**. São Paulo: Nobel, 1984. 408p.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 4 ed. Bern: International Potash Institute, 1978. 687p.
- MUNDSTOCK, C. M. **Cultivo dos cereais de estação fria**. Porto Alegre: NBS Ltda., 1983. 265p.
- PENNINGSFELD, F. Kultursubstrate für den Gartenbau, besonders in Deutschland: Ein kritischer überblick. *Plant and Soil*, the Hague, v.75, p.269-281, 1983.
- PENNINGSFELD, F.; KURZMANN, P. **Cultivos hidropónicos y en turba**. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1975. 310p.
- POOLE, R. T.; CHASE, A. R. Response of foliage plants to fertilizer application rates and associated leachate conductivity. *HortScience*, Alexandria, v.22, n.2, p.317-318, 1987.
- RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: United States Salinity Laboratory, 1954. 160p.
- SCHMUTZ, U.; LÜDDERS, P. Physiology of saline stress in one mango (*Mangifera indica* L.) rootstock. *Acta Horticulturae*, Wageningen, n.341, p.160-167, 1993.
- SONNEVELD, C.; VOOGT, W. The concentration of nutrients for growing *Anthurium andreaeanum* in substrate. *Acta Horticulturae*, Wageningen, n.342, p.61-67, 1993.
- TEDESCO, J. M., VOLKWEISS, S. J.; BOHNEN, H. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Departamento de Solos, UFRGS, 1985. (Boletim técnico, 5)

RESPOSTA DO SORGO FORRAGEIRO À INOCULAÇÃO DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES

NEWTON DE LUCENA COSTA¹

RESUMO – O efeito da inoculação de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) sobre a produção de matéria seca (MS) e a composição química do sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* cv. AG-2003) foi avaliado sob condições de casa de vegetação. Foram utilizadas, neste experimento, oito espécies de FMA: *Glomus mosseae*, *G. fasciculatum*, *G. etunicatum*, *G. macrocarpum*, *Gigaspora margarita*, *Scutellospora heterogama*, *Acaulospora laevis* e *A. muricata*. Os maiores rendimentos de MS foram obtidos com a inoculação de *G. margarita*, *A. muricata* e *S. heterogama*. As maiores concentrações de fósforo foram registradas com a inoculação de *A. laevis* e *G. macrocarpum*, enquanto que as plantas inoculadas com *A. muricata*, *G. margarita* e *S. heterogama* absorveram maiores quantidades de fósforo. As maiores taxas de colonização radicular foram registradas com a inoculação de *A. muricata* e *S. heterogama*. Os maiores teores de nitrogênio foram observados com a inoculação de *A. muricata* e *G. margarita*, os quais não diferiram (P\$0,05) do obtido com *G. fasciculatum*. As plantas micorrizadas por *G. mosseae*, *G. fasciculatum* e *G. etunicatum* apresentaram os maiores teores de cálcio e magnésio, enquanto que a inoculação de *G. fasciculatum* e *G. mosseae* proporcionou os maiores teores de potássio. As maiores quantidades absorvidas de cálcio e potássio foram verificadas com a inoculação de *G. margarita*, enquanto que para o nitrogênio e o magnésio, plantas micorrizadas por *A. muricata* e *G. margarita* apresentaram os maiores valores.

Palavras-chave: matéria seca, nitrogênio, fósforo, raiz

RESPONSE OF FORAGE SORGHUM TO ARBUSCULAR MYCORRHIZAL INOCULATION

ABSTRACT – The effects of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) inoculation - *Glomus mosseae*, *G. fasciculatum*, *G. etunicatum*, *G. macrocarpum*, *Gigaspora margarita*, *Scutellospora heterogama*, *Acaulospora laevis* and *A. muricata* - on dry matter (DM) yield, and chemical composition of forage sorghum (*Sorghum bicolor* cv. AG-2003), were evaluated under greenhouse conditions. The highest DM yields were observed with the inoculation of *G. margarita*, *A. muricata* and *S. heterogama*. The most effective fungi in relation to phosphorus concentration were *A. laevis* and *G. macrocarpum*, while plants colonized by *A. muricata*, *G. margarita* and *S. heterogama* showed higher phosphorus uptake. The highest percentage of root colonization occurred on plants inoculated with *A. muricata* and *S. heterogama*. Higher nitrogen contents were obtained with the inoculation of *A. muricata* and *G. margarita*, which did not differ (P\$0.05) from those presented by *G. fasciculatum*. Plants inoculated with *G. mosseae*, *G. fasciculatum* and *G. etunicatum* showed higher calcium and magnesium contents, while those inoculated with *G. fasciculatum* and *G. mosseae* exhibited higher potassium contents. The highest calcium and potassium uptake was provided by plants inoculated with *G. margarita*, while plants colonized by *A. muricata* and *G. margarita* provided the highest nitrogen and magnesium uptake.

Key words: dry matter yield, nitrogen, phosphorus, root colonization

INTRODUÇÃO

A maioria das pastagens estabelecidas em Rondônia encontram-se em solos de baixa fertilidade natural, sendo o fósforo (P) um dos nutrientes em menor disponibilidade, pois além do fator capacidade, o fator intensidade é afetado pelo elevado poder de adsorção de P nos colóides do solo desta região (COSTA et al., 1997a,b). Estas características fazem com que sejam necessários grandes aportes de fertilizantes fosfatados para atender satisfatoriamente aos requerimentos nutricionais das plantas forrageiras. Entretanto, deve ser considerada, nesta prática, a possibilidade de utilização de métodos alternativos, uma vez que os custos com a adubação são elevados, considerando-se o fato da limitada capacidade das reservas minerais de P. Deste modo, deve-se buscar um manejo econômico e racional do meio, a partir dos recursos existentes, como é o caso dos benefícios decorrentes das associações micorrízicas, que é uma alternativa de grande relevância para aumentar a disponibilidade de P e sua absorção pelas plantas.

As micorrizas arbusculares (MA) são associações simbióticas mutualísticas entre as raízes da maioria das espécies vegetais superiores e certos fungos do solo, e são caracterizadas pelo íntimo contacto entre os simbioss, pela perfeita integração funcional, além da troca simultânea de metabólitos e nutrientes. Além de aumentar a absorção de P, a níveis adequados (BAYLIS, 1975), a colonização micorrízica comumente resulta em maior crescimento da planta hospedeira e na diminuição das relações de peso seco da raiz e parte aérea (SANDERS, 1975; SMITH e DAFT, 1978). Do ponto de vista do aproveitamento das forrageiras, é interessante que a parte aérea seja a mais desenvolvida possível (PAULINO et al., 1986). Os efeitos positivos da micorrização sobre o crescimento e absorção de fósforo em gramíneas forrageiras dos gêneros *Brachiaria*, *Andropogon*, *Panicum* e *Sorghum* foram relatados em diversos trabalhos (MIRANDA, 1982; SAIF 1987; SALINAS e SAIF, 1989; COSTA et al., 1995; MIRANDA e MIRANDA, 1996; IBIBIJEN et al., 1996). Desta forma, procurou-se, no presente trabalho, avaliar o efeito da inoculação de MA sobre a produção de forragem e composição química do sorgo forrageiro.

1. Eng. Agr., M.Sc. – Embrapa Amapá. Rodov. Jucelino Kubitschek, km 5, Macapá Fazendinha, 68902-280 Macapá, AP. Recebido para publicação em 01/10/1996.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, utilizando-se amostras de um Latossolo Amarelo, textura argilosa, coletado da camada arável (0 a 20 cm), destorroado e peneirado em malha de 6 mm, sendo, a seguir, esterilizado em autoclave a 110°C, por uma hora, a vapor fluente e pressão de 1,5 atm. Posteriormente, a acidez do solo foi corrigida através da aplicação de 2 t/ha de calcário dolomítico (PRNT = 100%), apresentando as seguintes características químicas: pH = 5,3; P = 2 mg/dm³; Ca + Mg = 1,9 cmol/dm³; Al = 0,3 cmol/dm³ e K = 76 mg/dm³.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados com três repetições, sendo os tratamentos constituídos por oito espécies de FMA (*Glomus mosseae*, *G. fasciculatum*, *G. etunicatum*, *G. macrocarpum*, *Gigaspora margarita*, *Scutellospora heterogama*, *Acaulospora laevis* e *A. muricata*). As unidades experimentais constaram de um vaso com capacidade para 3,0 kg de solo seco e a inoculação dos FMA foi feita adicionando-se 10 g de inóculo/vaso (solo + esporos + raízes), contendo, aproximadamente, 300 esporos/50 g de solo, o qual foi colocado numa camada uniforme, cerca de 5 cm abaixo do nível de plantio. Após o desbaste, deixou-se três plantas/vaso. O controle hídrico foi realizado diariamente através da pesagem dos vasos, mantendo-se o solo em 80% de sua capacidade de campo.

Após oito semanas de cultivo, as plantas foram cortadas rente ao solo, colocadas para secar em estufa a 65°C, por 72 horas, sendo a seguir pesadas e moídas em peneira de 2 mm. As concentrações de fósforo, nitrogênio, cálcio, magnésio e potássio foram determinadas segundo a metodologia descrita por TEDESCO (1982). A taxa de colonização radicular foi avaliada através da observação, ao microscópio, de 20 fragmentos de raízes com 2,0 cm de comprimento, clarificados com KOH e tingidos por azul de tripano em lactofenol, segundo o método de PHILLIPS e HAYMAN (1970).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise estatística detectou significância ($P \leq 0,05$) para o efeito da micorrização sobre os rendimentos de matéria seca do sorgo forrageiro (Tabela 1). Entre os fungos avaliados, os mais eficientes foram *G. margarita*, *A. muricata* e *S. heterogama*, pois proporcionaram incrementos de 213, 199 e 178%, respectivamente, em relação ao tratamento testemunha. KRISHNA e DART (1984) constataram diferenças significativas de seis espécies de FMA sobre o rendimento de forragem de milheto (*Pennisetum americanum*), sendo registrados os maiores valores com a inoculação de *Gigaspora calospora*, *G. margarita* e *Glomus fasciculatum*. Do mesmo modo, SANO e SOUZA (1986) verificaram que plantas de sorgo, inoculadas com *G. margarita* ou *G. gigantea*, forneciam produções de matéria seca significativamente superiores às não micorrizadas ou àquelas inoculadas com *Glomus clarum*. COSTA et al. (1995), com *Paspalum coryphaeum*, observaram maior efetividade de *A. muricata* e *S. heterogama*, comparativamente a *G. macrocarpum*, *G. etunicatum* e *G. margarita*. Segundo KRUCKELMANN (1975) as plan-

tas apresentam grande variabilidade na resposta à inoculação de FMA, a qual parece ser controlada geneticamente, através das variações fisiológicas dos endófitos e dos mecanismos de infecção, podendo ocorrer especificidade até mesmo ao nível de variedades. Em geral, as espécies de *Gigaspora*, *Acaulospora* e *Scutellospora* ocorrem em uma faixa maior de pH, apresentando melhor adaptação e maior efetividade em solos ácidos do que as de *Glomus* (GREEN et al., 1976; SIQUEIRA e HUBBELL, 1985).

As maiores concentrações de fósforo foram obtidas com a inoculação de *A. laevis* e *G. macrocarpum*, enquanto que as plantas inoculadas com *A. muricata*, *G. margarita* e *S. heterogama* apresentaram as maiores quantidades absorvidas de fósforo (Tabela 1). ZAMBOLIM e SIQUEIRA (1985) observam que as plantas micorrizadas tornam-se mais eficientes na absorção e utilização de nutrientes, notadamente o fósforo, por apresentarem menores valores de K_m , maior influxo de entrada de fósforo e absorção fora da zona de esgotamento. RHODES e GERDEMANN (1975) verificaram que plantas colonizadas absorviam P³² colocados até 8cm de distância da superfície da raiz, pois as hifas do fungo funcionam como extensão do sistema radicular, podendo absorver nutrientes além da zona dos pelos radiculares e fora da zona de depleção (1 a 2 mm). A micorrização, geralmente, implica em aumento na taxa fotossintética, respiração e transpiração, o que pode afetar, positivamente, a absorção de nutrientes da solução do solo (SIQUEIRA, 1983). Em plantas de trigo (*Triticum aestivum* L.), BRYLA e DUNIWAY (1997) verificaram que as raízes infectadas por MA apresentavam maior volume de água absorvida que as não micorrizadas, em consequência da maior demanda transpiratória das plantas e a maior condutividade hidráulica das raízes micorrizadas.

As taxas de colonização radicular foram significativamente afetadas ($P \leq 0,05$) pelas diferentes espécies de MA (Tabela 1). Os maiores valores foram registrados com a inoculação de *A. muricata* e *S. heterogama*. O mecanismo que regula a relação entre a infecção das raízes por MA não é ainda bem conhecido, porém deve estar associado ao nível crítico interno de fósforo da planta hospedeira (RAJAPAKSE et al., 1989). Neste trabalho observou-se essa tendência, pois maiores taxas de colonização radicular não refletiram, necessariamente, em maiores teores de fósforo no tecido das plantas. Resultados semelhantes foram relatados por IBUJIBIJEN et al. (1996) para plantas de sorgo forrageiro inoculadas com *Glomus clarum*. No entanto, a possibilidade de o fósforo do solo agir diretamente no crescimento do fungo e, conseqüentemente, na colonização micorrízica, também deve ser considerada, tendo sido observados resultados que confirmam esta hipótese. MIRANDA et al. (1989) demonstraram que existe um balanço entre fósforo do solo e do tecido que controla esta relação simbiótica. O efeito do fósforo do solo seria, provavelmente, mais evidente na fase inicial de colonização radicular, quando o fungo está se desenvolvendo no solo, seja na germinação dos esporos ou no desenvolvimento micelial anterior à penetração na raiz.

TABELA 1 – Rendimento de matéria seca, teores e quantidades absorvidas de fósforo e taxas de colonização radicular do sorgo forrageiro, em função da inoculação de fungos micorrízicos arbusculares

Tratamentos	Matéria Seca	Fósforo		Colonização radicular
	(g/vaso)	g/kg	mg/vaso	(%) ¹
Testemunha	4,12 e	1,23 e	5,06 d	----
<i>G. mosseae</i>	5,71 d	1,51 bcd	8,62 c	50,7 b
<i>G. fasciculatum</i>	6,24 cd	1,62 b	10,11 c	48,2 bc
<i>G. etunicatum</i>	7,38 bc	1,41 d	10,40 c	43,9 cd
<i>G. macrocarpum</i>	8,04 b	1,86 a	14,95 b	51,8 b
<i>G. margarita</i>	12,93 a	1,50 bcd	19,40 a	40,8 d
<i>S. heterogama</i>	11,46 a	1,47 cd	16,84 ab	59,6 a
<i>A. laevis</i>	7,55 bc	1,93 a	14,57 b	43,1 d
<i>A. muricata</i>	12,32 a	1,58 bc	19,46 a	63,5 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si (Tukey 5%)

¹ Valores analisados após transformação em arc seno $\sqrt{\%}$

Os maiores teores de nitrogênio foram observados com a inoculação de *A. muricata* e *G. margarita*, os quais não diferiram ($P \geq 0,05$) do fornecido por *G. fasciculatum* (Tabela 2). Plantas micorrizadas por *G. mosseae*, *G. fasciculatum* e *G. etunicatum* apresentaram os maiores teores de cálcio e magnésio, enquanto que a inoculação de *G. fasciculatum* e *G. mosseae* proporcionou os maiores teores de potássio. Em geral, para todos os nutrientes avaliados, observou-se um efeito de diluição de suas concentrações, em função do maior acúmulo de matéria seca. Do mesmo modo, SALINAS e SAIF (1989), com *Andropogon gayanus*, verificaram que a inoculação de *G. fasciculatum* resultava em maiores teores de ni-

trogênio e potássio, comparativamente aos fornecidos por oito espécies de FMA pertencentes aos gêneros *Gigaspora*, *Acaulospora* e *Entrophospora*. Resultados semelhantes foram reportados por MIRANDA (1982) com sorgo forrageiro e por COSTA et al. (1997b) com *Brachiaria brizantha*. As maiores quantidades absorvidas de cálcio e potássio foram verificadas com a inoculação de *G. margarita*, enquanto que para o nitrogênio e o magnésio, plantas micorrizadas por *A. muricata* e *G. margarita* apresentaram os maiores valores, os quais não diferiram entre si ($P \geq 0,05$) (Tabela 3). Tendências semelhantes foram relatadas por COSTA et al. (1995) para plantas de *P. coryphaeum* inoculadas com diversas espécies de FMA.

TABELA 2 – Teores de nitrogênio, cálcio, magnésio e potássio (g/kg) do sorgo forrageiro, em função da inoculação de fungos micorrízicos arbusculares

Tratamentos	Nitrogênio	Cálcio	Magnésio	Potássio
Testemunha	13,11 d	6,35 bc	4,39 c	15,29 c
<i>G. mosseae</i>	14,77 c	7,87 a	5,22 a	16,84 ab
<i>G. fasciculatum</i>	16,80 ab	7,64 a	5,43 a	17,38 a
<i>G. etunicatum</i>	15,94 b	7,55 a	5,39 a	16,33 b
<i>G. macrocarpum</i>	14,43 c	6,90 ab	4,71 b	14,45 d
<i>G. margarita</i>	17,15 a	6,74 ab	4,11 d	13,97 de
<i>S. heterogama</i>	13,97 cd	6,10 bc	4,06 d	13,81 de
<i>A. laevis</i>	14,82 c	5,95 bc	4,25 cd	14,08 de
<i>A. muricata</i>	17,64 a	5,45 c	4,80 b	13,34 e

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si (Tukey 5%)

TABELA 3 – Quantidades absorvidas de nitrogênio, cálcio, magnésio e potássio (mg/vaso) do sorgo forrageiro, em função da inoculação de fungos micorrízicos arbusculares

Tratamentos	Nitrogênio	Cálcio	Magnésio	Potássio
Testemunha	54,06 d	26,16 d	18,08 g	62,99 f
<i>G. mosseae</i>	84,32 cd	44,94 c	29,80 f	96,16 e
<i>G. fasciculatum</i>	104,83 c	47,67 c	33,88 def	108,45 d
<i>G. etunicatum</i>	117,64 c	55,72 c	39,78 cd	120,52 c
<i>G. macrocarpum</i>	116,02 c	55,47 c	37,87 de	116,18 cd
<i>G. margarita</i>	221,75 a	87,15 a	53,14 ab	180,63 a
<i>S. heterogama</i>	160,09 b	69,91 b	46,53 bc	158,26 b
<i>A. laevis</i>	111,89 c	44,92 c	32,09 def	106,30 de
<i>A. muricata</i>	217,32 a	72,59 b	59,14 a	164,35 b

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si (Tukey 5%)

CONCLUSÕES

1. A inoculação de FMA incrementou, significativamente, os rendimentos de matéria seca, teores e quantidades absorvidas de fósforo, nitrogênio, cálcio, magnésio e potássio do sorgo forrageiro;

2. os fungos mais efetivos, em termos de rendimento de matéria seca, foram *G. margarita*, *A. muricata* e *S. heterogama*;

3. os maiores teores de fósforo foram obtidos com a inoculação de *A. laevis* e *G. macrocarpum*, enquanto que as plantas inoculadas com *A. muricata*, *G. margarita* e *S. heterogama* foram mais eficientes na absorção de fósforo;

4. a inoculação de *G. margarita* e *A. muricata* resultou em maiores teores de nitrogênio e quantidades absorvidas de cálcio, magnésio, potássio e nitrogênio;

5. as espécies do gênero *Glomus* proporcionaram as maiores concentrações de cálcio, magnésio e potássio;

6. as plantas inoculadas com *A. muricata* e *S. heterogama* apresentaram as maiores taxas de colonização radicular.

BIBLIOGRAFIA CITADA

BAYLIS, G.T.S. The magnolioid mycorrhiza and mycotrophy in roots systems derived from it. In: SANDERS, F.E.; MOSSE, B.; TINKER, P.B., (Eds.), *Endomycorrhizas*. London: Academic Press, 1975. p.378-389.

BRYLA, D.R.; DUNIWAY, J.M. Water uptake by sunflower and wheat roots infected with arbuscular mycorrhizal fungi. *New Phytologist*, London, v.136, n.4, p.591-602, 1997.

COSTA, N. de L.; GONÇALVES, C.A.; RODRIGUES, A.N.A. Nutrientes limitantes ao crescimento de *Brachiaria decumbens* em Rondônia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27, 1997, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: SBCS, 1997a, 3p. (CD-ROM).

COSTA, N. de L.; PAULINO, V.T.; COSTA, R.S.C. da. Efeito de micorrizas arbusculares sobre o crescimento e nutrição mineral de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Porto Velho: EMBRAPA-CPAF Rondônia, 1997b, 13p. (Boletim de Pesquisa, 15)

COSTA, N. de L.; PAULINO, V.T.; COSTA, R.S.C. da; LEÔNIDAS, F. das C. Efeito da micorriza arbuscular sobre o crescimento e nutrição mineral de *Paspalum coryphaeum* FCAP-08. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32., 1995, Brasília. *Anais...* Brasília: SBZ, 1995. p.35-36.

GREEN, N.E.; GRAHAM, S.O.; SCHENCK, N.C. The influence of pH on the germination of vesicular-arbuscular mycorrhiza spores. *Mycologia*, New York, v.68, p.929-934, 1976.

IBIJBUNEN, J.; URQUIAGA, S.; ISMAILI, M.; ALVES, J.R.; BODDEY, R.M. Effect of arbuscular mycorrhizas on uptake of nitrogen by *Brachiaria arrecta* and *Sorghum vulgare* from soils labelled for several years with ¹⁵N. *New Phytologist*, London, v.133, n.3, p.487-494, 1996.

KRISHNA, K.R.; DART, P.J. Effect of mycorrhizal inoculation and soluble phosphorus fertilizer on growth and phosphorus uptake of pearl millet. *Plant and Soil*, The Hague, v.81, p.247-256, 1984.

KRUCKELMANN, H.W. Effects of fertilizers, soils, soil tillage and plant species on the frequency of *Endogone* chlamydospores and mycorrhizal infection in arable soils. In: SANDERS, F.E.; MOSSE, B.; TINKER, P.B., (Eds.), *Endomycorrhizas*. London: Academic Press, 1975. p.511-526.

MIRANDA, J.C.C. Influência de fungos endomicorrízicos inoculados a campo na cultura de sorgo e soja em um solo sob cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Piracicaba, v.6, n.1, p.19-23, 1982.

MIRANDA, J.C.C.; MIRANDA, L.N. Contribuição da micorriza arbuscular na resposta do sorgo à calagem, em solo Glei Pouco Húmico da região do cerrado. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DE SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 22., 1996, Manaus. *Anais...* Manaus: SBCS, 1997, p.8-9.

MIRANDA, J.C.C.; HARRIS, P.J.; WILD, A. Effects of soil and plant phosphorus concentrations on vesicular-arbuscular mycorrhiza in sorghum plants. *New Phytologist*, London, v.12, p.405-410, 1989.

- PAULINO, V.T.; RICCINI, D.F.; BAREA, J.M. Influência de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares e fosfatos em leguminosas forrageiras tropicais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Piracicaba, v.10, p.103-108, 1986.
- PHILLIPS, J.M.; HAYMAN, D.S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assesment of infection. *Transactions of British Mycological Society*, Cambridge, v.55, p.158-170, 1970.
- RAJAPAKSE, D.A.; ZUBERER, D.A.; MILLER, J.C. Influence of phosphorus level on VA mycorrhizal colonization and growth of cowpea cultivars. *Plant and Soil*, The Hague, v.114, n.1, p.45-52, 1989.
- RHODES, L.H.; GERDEMANN, J.W. Phosphate uptake zones of mycorrhizal and non-mycorrhizal onions. *New Phytologist*, London, v.75, p.555-561, 1975.
- SAIF, S.R. Growth responses of tropical forage plant species to vesicular-arbuscular mycorrhizae. I. Growth, mineral composition and mycorrhizal dependency. *Plant and Soil*, The Hague, v.97, n.1, p.23-35, 1987.
- SALINAS, J.G.; SAIF, S.R. Requerimientos nutricionales de *Andropogon gayanus*. In: TOLEDO, J.M.; VERA, R.; LASCANO, C.; LENNÉ, J.M., (Eds.), *Andropogon gayanus Kunth.: un pasto para los suelos ácidos del trópico*. Cali: Colombia, CIAT, 1989, p.105-165.
- SANDERS, F.E. Effect of foliar applied phosphate on the mycorrhizal infection of onion roots. In: SANDERS, F.E.; MOSSE, B.; TINKER, P.B. (Eds.), *Endomycorrhizas*. London: Academic Press, 1975. p.373-389.
- SANO, S.M.; SOUZA, D.M.G. Contribuição de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares no crescimento e absorção de fósforo pelo sorgo em solo esterilizado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Piracicaba, v.10, p.299-301, 1986.
- SIQUEIRA, J.O. *Nutritional and edaphic factors affecting spore germination, germ tube growth, and root colonization by the vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi*. Gainesville: University of Florida, 1983. Thesis Ph.D - Soil Microbiology. 124p.
- SIQUEIRA, J.O.; HUBBELL, D.H. Efeito diferenciado da acidez do solo sobre fungos formadores de micorriza vesicular-arbusculares (MVA). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 20, 1985, Belém. *Anais...* Belém: SBCS, 1985, p.57-58.
- SMITH, S.E.; DAFT, M.J. The effect of mycorrhizas on the phosphate content, nitrogen fixation and growth of *Medicago sativa*. In: MILLES, J.A., (Ed.), *Microbial ecology*. New York: Spring-Verlag, 1978. p.312-319.
- TEDESCO, M.J. Extração simultânea de N, P, K, Ca e Mg em tecido de plantas por digestão com H₂O₂ - H₂SO₄. Porto Alegre: UFRGS, 1982. 23p. (Informativo Interno, 1)
- ZAMBOLIM, L.; SIQUEIRA, J.O. *Importância e potencial das associações micorrízicas para a agricultura*. Belo Horizonte: EPAMIG, 1985. 36p. (Documentos, 36)

PHENOLICS ADSORPTION TO SOIL REDUCES THEIR ALLELOCHEMICAL ACTIVITY¹

RIBAS A. VIDAL² MICHAEL V. HICKMAN³, THOMAS T. BAUMAN³

ABSTRACT – Allelopathy could be used to reduce weed infestations, but adsorption of allelochemicals to soil can reduce its effects in agro-ecosystems. The objectives of this work were to study the effect of caffeic, ferulic, and salicylic acids, and catechol on *Setaria faberi* (SETFA) germination in Petri-dish and soil bioassays, and to determine the adsorption of these phenolic compounds to a silt clay loam soil. Petri-dish experiments, using SETFA as the indicator species, showed that the allelopathic potential of the phenolics tested was: ferulic acid > catechol > salicylic acid > caffeic acid. Caffeic acid, up to 27 mM, did not affect SETFA germination. SETFA germinated better in soils than in Petri-dish experiments, suggesting that adsorption plays an important role on the performance of the phenolic acids. Adsorption of the phenolics to soil ranged from 10 to 40 % of the applied concentration. Caffeic acid and catechol had more affinity with the soil than salicylic and ferulic acids. The rate of these phenolics in 12 t/ha of wheat straw is not enough to reduce SETFA germination in the field. These results indicate that allelochemical activity may be limited by their adsorption to the soil.

Key words: no-tillage, wheat, *Setaria faberi*, giant foxtail

ADSORÇÃO DE FENÓLICOS AO SOLO REDUZ SUA ATIVIDADE ALELOPÁTICA

RESUMO – Alelopatia poderia ser utilizada para reduzir infestações de plantas daninhas, mas a adsorção de aleloquímicos ao solo pode reduzir sua eficácia. Os objetivos deste trabalho foram avaliar o efeito de catecol e dos ácidos cafeico, ferúlico e salicílico na inibição da germinação de *Setaria faberi* (SETFA) em experimentos em placa de Petri e em vasos; e quantificar a adsorção destes fenólicos num solo argiloso. Experimentos em placa de Petri, utilizando SETFA como espécie indicadora, demonstraram que o potencial alelopático dos fenólicos testados foi: ácido ferúlico > catecol > ácido salicílico > ácido cafeico. Ácido cafeico, até 27 mM, não afetou a germinação de SETFA. Ocorreu melhor germinação de SETFA no solo do que em placas-de-petri, sugerindo que a adsorção afetou o desempenho dos fenólicos. A adsorção destes fenólicos ao solo variou entre 10 e 40 % do total aplicado. Ácido cafeico e catecol tiveram maior afinidade pelo solo do que os ácidos salicílico e ferúlico. A quantidade destes fenólicos em 12 t/ha de palha de trigo não foi suficiente para reduzir significativamente a germinação de SETFA no campo. Estes resultados indicam que os efeitos inibitórios dos aleloquímicos são limitados pela sua dose e adsorção ao solo.

Palavras-chave: plantio direto, trigo, *Setaria faberi*, capim setária.

INTRODUCTION

Annual weed infestation is reduced after several years of no-till farming. Allelopathy is one mechanism weed scientists think may cause the observed results. However, there are indications that allelochemical activity in the soil depend on processes of removal or dissipation such as adsorption, leaching, volatilization, photolysis and chemical or biological degradation (VIDAL and BAUMAN, 1997).

Adsorption is the most important soil factor controlling the fate of chemicals in the environment because it controls the chemical concentration present in the soil solution (SHEA, 1989). Allelochemicals are also adsorbed to soil particles and may have their concentration drastically reduced (DALTON, 1989; DALTON et al., 1989; GUENZI and McCALLA, 1966 a; HORRIE et al., 1989). DALTON et al. (1989) reported 20 to 60 % adsorption of ferulic acid one day after incubation in several sterilized soils. Likewise, GUENZI and McCALLA (1966 b) observed that the phenolic acids from wheat residues were highly

adsorbed to soils, whereas WANG et al. (1971) documented 60 to 98% adsorption of syringic or ferulic acids only three hours after incubation in soil.

The Freundlich equation is the most common mathematical description of adsorption:

$$x/m = K_f C^{1/n}$$

where x = amount adsorbed, m = amount of adsorbent, C = chemical concentration at equilibrium, K_f and n are empirical constants reflecting the degree of binding and the degree of linearity between the amount adsorbed and the concentration at equilibrium. If $1/n > 1$, the adsorption isotherm has a concave shape (S-type isotherm). If $1/n < 1$, the adsorption isotherm has a convex shape (L-type isotherm). If $1/n = 1$, K_f becomes a partition coefficient (K_d), and the linear equation is called a C-type isotherm (for constant partition) (SHEA, 1989; WEBER et al., 1989).

The objectives of this work were to examine whether germination media affect germination inhibition activity of caffeic, ferulic, salicylic acids, catechol, and to determine the adsorption of these phenolics.

1. Part of Ph. D. thesis of the first author. Work supported in part by CAPES, process CAPES - DAFA# 1925/91-07.

Paper # 14716 of the Agricultural Experimental Station, Purdue University, West Lafayette, INDIANA, USA.

2. Eng. Agr., Ph. D. - Prof. Adjunto, Faculdade de Agronomia, UFRGS. Caixa Postal 776, 90001-970 Porto Alegre, RS. E-mail: vidal@ifl.ifufrgs.br

3. Eng. Agr., Ph. D. - Prof., Department of Botany and Plant Pathology, Purdue University, West Lafayette, IN 47906-1155, USA.

Recebido para publicação em 13/06/1997.

MATERIAL AND METHODS

Preparation of phenolic solution and controls

The phenolics caffeic, ferulic, and salicylic acids, and catechol, purchased from Sigma (Sigma Chemical Company), were dissolved in methanol, which constituted 10% of the final water solution. In all experiments, methanol 10% in deionized water was used as control.

Effect of media on phenolics performance

The effect of three media on the performance of wheat extracts, caffeic, ferulic, and salicylic acids, and catechol was determined with a bioassay in controllable environment chamber, using *Setaria faberi* (SETFA) as reagent species. The experimental design was a randomized complete block with 15 treatments and 3 replications.

Wheat extract (10% w/w) was obtained with methanol 10% in deionized water. The rates of caffeic, ferulic, and salicylic acids, and catechol were 27, 5, 36, and 45 mM (or 5000, 970, 5000, and 5000 ppm), respectively.

The media tested included filter paper, placed in Petri dishes, and either soil or sterilized soil, placed in pots. The sterilized soil was autoclaved for 1 h at 120 C and 220 kPa. Each petri-dish had 2 filter papers, 7 ml of the phenolic solution, and 250 SETFA seeds. Each pot had 300 cm³ soil and 250 SETFA seeds placed 1 cm below the surface. The pots were placed in containers with the phenolic solution to provide constant sub-irrigation. The chambers were maintained at 27° C with 14/10 h photoperiod. SETFA seedlings were counted 7 days after the installation of the experiment. The data were expressed as a percentage germination in relation to the water control for each media.

Adsorption of selected phenolics

Adsorption of catechol, caffeic, ferulic, and salicylic acids was determined using the batch method adapted from WEBER et al. (1986) using 1.0 g soil in an Erlenmeyer flask with 40 ml solution of a known phenolic concentration. The soil was a Chalmer silty clay loam collected from the upper 5 cm from the Purdue Agronomy Research Center at West Lafayette, IN, thoroughly mixed, air dried at 24° C, and passed through a 2 mm mesh screen. The flask was shaken on a rotating table shaker at 160 rotations per minute (RPM) for 48 h; the solution was centrifuged at 6000 RPM for 10 min, and the supernatant was filtered through 0.45 µm mesh filter papers. Phenolic concentration were determined by high pressure liquid chromatographic (HPLC) analysis.

Each phenolic was tested at four concentrations with three replications. The initial concentrations were: 0.0, 4.5, 7.5, and 10.0 mM for catechol; 0.0, 0.7, 1.5, and 3.0 mM for caffeic acid; and 0.0, 1.2, 2.5, and 5.0 mM for salicylic and ferulic acids.

Final concentrations were determined in 20 µl samples injected in a Hewlett-Packard Series 1050 HPLC equipped with a quaternary pump and multiple wavelength detector. The HPLC had a Spherisorb ODS Hypersil, 5 µm, 20 by 4 mm guard column and a Spherisorb ODS 5

µm, 250 by 4 mm column, which worked at 24° C constant temperature. Elution was performed during 10 min using 30% of solution A and 70% solution B at 1 ml/min flow rate. Solution A was 1% acetic acid in deionized water and B was 100% acetonitrile for catechol and salicylic acid analysis, whereas A was 100% acetonitrile and B was 1% acetic acid in deionized water for caffeic and ferulic acid analysis.

Catechol was detected at 275 nm wavelength, and caffeic, ferulic and salicylic acids were detected at 300 nm. Peaks occurred at 3.3, 3.8, 4.6, and 5.8 min for caffeic acid, catechol, ferulic acid, and salicylic acid, respectively. The relative concentration of each phenolic was determined using external standards as follows: known concentration of the standard was subjected to the same HPLC analysis as the supernatant reported above; the resultant peak area for each standard was used to determine the concentration for the area obtained from the supernatant peaks. The final concentration in the solution was subtracted from the initial concentration and the result was assumed to be the amount adsorbed to the soil.

SETFA response to rates of selected phenolics

Four experiments were conducted in controllable environment chambers to determine SETFA germination in response to rates of caffeic, ferulic, and salicylic acids, and catechol. Each experiment had 4 treatments (rates) and 3 replications. Rates tested were: 0.0, 2.2, 3.0, and 27.0 mM for caffeic acid; 0.0, 2.5, 9.0, and 45.0 mM for catechol; 0.0, 1.2, 2.5, and 5.0 mM for ferulic acid; and 0.0, 2.5, 5.0, and 36.0 mM for salicylic acid.

Each plot consisted of a Petri dish with two filter papers, 7 ml of phenolic solution, and 250 SETFA seeds. The chambers were maintained at 27° C with 14/10 h photoperiod.

SETFA seedlings were counted 7 days after the installation of the experiment. The data were expressed as a percentage germination in relation to the water control.

Data analysis

All data was subjected to analysis of variance (ANOVA). To ensure homocedasticity, ANOVA was also performed in the data transformed to $\log(x+1)$, where x was the observed data. In the experiment testing the media effect on phenolic performance, the separation of means was performed with LSD. In the experiment of adsorption, the concentration adsorbed and concentration at equilibrium (final) for each phenolic were log-transformed and used to solve the Freundlich equation (SHEA, 1989; WEBER et al., 1989). In the experiments of rate response, the degrees of freedom of treatments were partitioned into effect linear, quadratic, and deviation from quadratic by orthogonal contrasts.

RESULTS AND DISCUSSION

Effect of media on phenolics performance

Media and treatments interacted affecting the performance of phenolics on SETFA germination (Table 1). The number of SETFA seedlings was similar in all

three media in control pots (water + methanol treatments). Caffeic acid did not affect SETFA germination in the three media tested (Table 1). Catechol and salicylic acid were highly inhibitory to SETFA germination in Petri-dish bioassays, but had no effect when soil was the media. Ferulic acid strongly inhibited SETFA germination in Petri-dish bioassays, partially

inhibited germination in soil media, and did not affect SETFA germination when sterilized soil was the media. Germination of SETFA in Petri dishes and sterilized soil containing wheat extracts was reduced in relation to the water control, whereas the SETFA germination in non-sterilized soil containing wheat extracts increased in relation to the water control (Table 1).

TABLE 1 - Effect of media and solution treatments on SETFA germination. Purdue University, West Lafayette, IN

Treatment	Petri-dish	Soil	Sterilized soil
		-----%-----	
Caffeic acid	86 Ax ¹	96 CDx	78 Cx
Catechol	0 Dy	114 BCx	137 Ax
Ferulic acid	19 Cdy	70 Dx	102 Bx
Salicylic acid	0 Dy	94 CDx	97 BCx
Wheat extract	49 BCy	155 Ax	67 Cy

1. Uppercase letters compare means within treatment, lowercase letters compare means within media.

Several researchers have observed that binding of allelochemicals to soil would reduce their performance in nature (DALTON, 1989; DALTON et al., 1989; GUENZI and McCALLA, 1966 a; HORRIE et al., 1989). Binding of the phenolics to soil particles could explain, in part, the reduced performance of catechol, ferulic acid, salicylic acid, and wheat extracts on SETFA. Soil binding and microbial decomposition could account

for the increased SETFA germination in soil treated with wheat extracts.

Adsorption of selected phenolics

The amount of caffeic acid, catechol, ferulic acid, and salicylic acid adsorbed to soil is presented in Table 2. For all four phenolics, the amount adsorbed increased with increasing initial concentration.

TABLE 2 - Amount of phenolic adsorbed to soil after incubation in three initial concentrations, and Freundlich equation parameters. Purdue University West

Phenolic	Amount adsorbed after			Equation parameters ²	
	Initial Concentrations ¹			Kf	1/n
	1	2	3		
	---- mg/g soil (%) ----				
Caffeic	41 (30) ³	85 (31)	114 (21)	2.45	0.6
Catechol	106 (21)	276 (33)	418 (38)	0.09	1.3
Ferulic	48 (19)	91 (19)	290 (29)	0.03	1.4
Salicylic	14 (8)	30 (8)	51 (7)	0.37	0.7

1 Initial concentrations were: 135, 270, 540 mg/l for caffeic acid; 505, 825, 1101 mg/l for catechol; 242, 485, 971 mg/l for ferulic acid; and 172, 345, 690 mg/l for salicylic acid, respectively.

2 Freundlich equation is: $x/m = K_f C^{1/n}$, where x=amount adsorbed, m=amount of soil, C = chemical concentration at equilibrium, K_f and n = empirical constants.

3 Number in parenthesis represent percentage adsorbed in relation to The initial concentration.

The adsorption of caffeic and salicylic acid followed an L-type isotherm ($1/n < 1$). The L-type isotherm indicates that these phenolics have a preferential sorption initially compared to water or other solutes, with sorption decreasing as more phenolic is sorbed because of the difficulty for a bombarding phenolic molecule to find a vacant site in the adsorbent

(WEBER and MILLER, 1989). These authors indicate that L-type isotherms occur when specific bondings are involved, or sorbed molecules are not vertically oriented, or water molecules are not strong competitors for adsorption sites, or when a mixture of several adsorbents (organic matter plus clay for instance) is present (WEBER and MILLER, 1989). Herbicides that

follow an L-type adsorption to soils are alachlor, atrazine, bromacil, diquat, diuron, fluridone, glyphosate, paraquat, and prometryn (WEBER and MILLER, 1989).

The adsorption of catechol and ferulic acid followed an S-type isotherm ($1/n > 1$). The S-type isotherm indicates that these phenolics have a relatively low adsorption initially, and adsorption increases as the number of molecules on the surface increases (also called cooperative sorption mechanism) (WEBER and MILLER, 1989). Three conditions are required: the molecule has one point attachment, the molecule has moderate intermolecular attraction because orient vertically when sorbed, and suffers strong competition for adsorption sites from water and other molecules (WEBER and MILLER, 1989). Herbicides that follow an S-type adsorption to montmorillonite are acetochlor, alachlor, and metolachlor (WEBER and MILLER, 1989; WEBER et al., 1986).

High K_d values indicate a higher affinity between the phenolic and the adsorbents (SHEA, 1989; WEBER and MILLER, 1989). In the L-type isotherm, caffeic

acid had more affinity with the soil than salicylic acid (Table 2), and this compound was less adsorbed than the former in all concentrations tested. In the S-type isotherm, catechol had more affinity with the soil than ferulic acid (Table 2). In fact, 20% of catechol or ferulic acid was adsorbed at the lower concentration tested, but 38% of catechol and only 29 % of ferulic acid was adsorbed to soil at the highest concentration tested (Table 2).

SETFA response to rates of selected phenolics

Catechol had the classical quadratic effect on SETFA germination. Increasing catechol rate from 0 to 2.5 mM increased the germination, subsequent rate increase to 45 mM resulted in decreased SETFA germination (Table 3). Ferulic and salicylic acid up to 2.5 mM did not affect SETFA germination, but increasing the rates to 5.0 and 36.0 mM, respectively, severely reduced SETFA germination (Table 3). Caffeic acid, up to 27 mM, did not affect SETFA germination (Table 3).

TABLE 3 – SETFA germination as influenced by selected phenolic compounds at various concentrations. Purdue University, West Lafayette, IN

Rate ¹	Phenolics			
	Caffeic	Catechol	Ferulic	Salicylic
1	100 a ²	100 b	100 a	100 a
2	116 a	170 a	114 a	92 a
3	94 a	28 c	91 a	52 b
4	76 a	0 d	25 b	0 c

1 Rates were: 0.0, 2.2, 3.0, 27.0 mM for caffeic acid; 0.0, 2.5, 9.0, 45.0 mM for catechol; 0.0, 1.2, 2.5, 5.0 Mm for ferulic acid; and 0.0, 2.5, 5.0, 36.0 mM for salicylic acid, respectively.

2 Means in the column followed by the same letter are not significantly different ($p=95\%$).

The allelopathic potential of the phenolics tested in Petri-dish experiments was: ferulic acid > catechol > salicylic acid. The germination of SETFA was inhibited by 50% with rates between 2.5 to 5.0 mM of ferulic acid, 2.5 to 9.0 mM of catechol, and with 5 mM of salicylic acid (Table 3). These results coincide with those reported by DUKE (1986) were rates up to 5 mM of several phenolics were necessary to inhibit germination of several test species by 50%.

Ferulic acid is the most abundant in wheat residues of the phenolics studied (GUENZI and MACCALLA, 1966, a; GUENZI and MACCALLA, 1966, b). Assuming the concentration of ferulic acid as 120 mg/kg of wheat dry mass (GUENZI and MACCALLA, 1966, a), then 12 t/ha of wheat residues would contribute 1.44 kg/ha of ferulic acid if all the ferulic acid was immediately released to the soil. Assuming that after release ferulic acid accumulated in the top 100 μ m (0.1 mm) of the soil, the concentration of this phenolic acid would be 1100 mg/kg soil (assuming soil density of 1.3 g/cm³). This concentration would dilute linearly to 5 mg/kg soil if ferulic acid diffused uniformly to 2 cm depth in the soil. This reasoning illustrates that in the surroundings of the decomposing wheat residues the

concentration of ferulic acid could be high enough to inhibit SETFA germination by 75%, only if all of the ferulic acid in the residue were released and no removal (such as adsorption) or degradation processes occurred.

This reasoning allow us to speculate that, in no-till soils, allelochemicals present in wheat residues have activity limited by time and space. Time limitation occurs because the allelochemicals are not released at once from the decaying wheat residues, and because adsorption and degradation reduce the concentration available in the soil solution. Space limitations occur because, even if all the allelochemicals in wheat residues were released at once, and microbial degradation and adsorption were precluded, the performance of the phenolics would be spatially limited to seeds placed near the decomposing wheat residues, because of reduced concentration.

KIMBER (1973) indicated that, in nature, the concentrations range from inhibitory, for some allelochemicals, to stimulatory, for other allelochemicals, and the resultant net effect may be lower inhibition or stimulation or no effect at all. Some authors have argued that allelochemicals act synergistically, thus magnifying their phytotoxic capabilities (EINHELLIG and

RASMUSSEN, 1978). Few experiments were conducted to test this hypothesis. However, herbicide science indicates that synergism is a rare occurrence and usually antagonistic (GREEN, 1989; ZHANG et al., 1995) or additive (GREEN, 1989) effects are the norm. As expected, DUKE et al. (1984) reported antagonism between p-coumaric and ferulic acids on lettuce seed germination, and BLUM et al. (1984) observed antagonism between ferulic, caffeic, and vanillic acids on cucumber radicle growth.

CONCLUSIONS

This work indicated that SETFA germinated better in soil than in Petri-dish experiments, suggesting that adsorption plays an important role on the performance of the phenolic acids. Adsorption of the phenolics to soil ranged between 10 to 40 % of the applied concentration. Petri-dish experiments using SETFA as the indicator species showed that the allelopathic potential of the phenolics tested was: ferulic acid > catechol > salicylic acid > caffeic acid. Caffeic acid, up to 27 mM, did not affect SETFA germination. These results indicate that allelochemical activity is limited by their adsorption to soil.

LITERATURE CITED

- BLUM, U.; DALTON, B. R.; RAWLINGS, J. O. Effects of ferulic acid and some of its microbial metabolic products on radicle growth of cucumber. *Journal of Chemical Ecology*, New York, v.10, p.1169-1191, 1984.
- DALTON, B. R. Physicochemical and biological processes affecting the recovery of exogenously applied ferulic acid from tropical forest soils. *Plant and Soil*, The Hague, v.115, p.13-22, 1989.
- DALTON, B. R.; BLUM, U.; WEED, S. B. Plant phenolic acids in soils: sorption of ferulic acid by soil and soil components sterilized by different techniques. *Soil Biology and Biochemistry*, Oxford, v.21, p.1011-1018, 1989.
- DUKE, S. O.; WILLIAMS, R. D.; MARKHART, A. H. Interaction of moisture stress and three phenolic compounds on lettuce seed germination. *Annals of Botany*, London, v.51, p.923-926, 1984.
- EINHELLIG, F. A.; RASMUSSEN, J. A. Synergistic inhibitory effects of vanillic and p-hydroxybenzoic acids on radish and grain sorghum. *Journal of Chemical Ecology*, New York, v.4, p.425-436, 1978.
- GREEN, J. M. Herbicide antagonism at the whole plant level. *Weed Technology*, Champaign, v.3, p.217-226, 1989.
- GUENZI, W. D.; MCCALLA, T. M. Phenolic acids in oat, wheat, sorghum, and corn residues and their phytotoxicity. *Agronomy Journal*, Madison, v.58, p.303-304, 1966a.
- GUENZI, W. D.; MCCALLA, T. M. Phytotoxic substances extracted from soil. *Soil Science Society of America Proceedings*, Madison, v.30, p.214-216, 1966b.
- HORRIE, H.; NEMOTO, M.; NISHIMURA, N. Dynamics of allelochemicals from broom (*Cytisus scoparius*) and their accumulation in soil. *Weed Research*, Oxford, v.34, p.47-56, 1989.
- KIMBER, R. W. L. Phytotoxicity from plant residues. II. The effect of time of rotting of straw from some grass and legumes on the growth of wheat seedlings. *Plant and Soil*, The Hague, v.38, p.347-361, 1973.
- SHEA, P. J. Role of humidified organic matter in herbicide adsorption. *Weed Technology*, Champaign, v.3, p.190-197, 1989.
- VIDAL, R. A.; BAUMAN, T. T. Fate of allelochemicals in the soil. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 27, n.2, 1997. (no prelo)
- WANG, T. S. C.; YEH, K. L.; CHENG, S. Y. et al. Behavior of soil phenolic acids. In: *Biochemical interactions among plants*. Washington: National Academy of Sciences, 1971. p.113-120.
- WEBER, J. B.; MILLER, C. T. Organic chemical movement over and through soil. In: SAWHNEY, B. L.; BROWN, K. W. (Eds.). *Reactions and movement of organic chemicals in soils*. Madison: Soil Science Society of America, 1989. p.305-334. (SSSA Special Publication, 22)
- WEBER, J. B.; SWAIN, L. R.; STREK, H. J. et al. Soil, herbicide sorption and model plant-soil systems. In: N. D. CAMPER (Ed.). *Research methods in weed science*. Champaign: SWSS, 1986. p.155-188.
- ZHANG, J.; HAMILL, A. S.; WEAVER, S. E. Antagonism and synergism between herbicides: trends from previous studies. *Weed Technology*, Champaign, v.9, p.86-90, 1995.

INFLUÊNCIA DO GLYPHOSATE, ISOLADO OU MISTURADO COM 2,4-D ÉSTER, SOBRE A MESOFAUNA EM SEMEADURA DIRETA DE SOJA EM CAMPO NATIVO¹

MIGUEL VICENTE WEISS FERRI², FLÁVIO LUIZ FOLETTTO ELTZ³

RESUMO – Objetivando avaliar o efeito do herbicida glyphosate, isolado ou em mistura com 2,4-D éster, sobre os organismos que compõem a mesofauna do solo, entre os quais ácaros, colêmbolos, coleópteros e himenópteros, em campo nativo, com soja em semeadura direta, foi conduzido um experimento na Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, no ano agrícola de 1995/96. Avaliaram-se tratamentos com glyphosate nas doses de 360, 720 e 1080 g/ha e.a., isoladas ou em mistura com 200 g/ha de 2,4-D, aplicados em dois volumes de calda (50 ou 200 l/ha), além de uma testemunha sem controle. Os resultados do experimento indicam que as populações de ácaros, colêmbolos, coleópteros e himenópteros não foram afetadas pelo herbicida glyphosate, independente da dose testada ou da mistura com 2,4-D; porém, foram diminuídas pela ocorrência de estiagem após a aplicação dos tratamentos.

Palavras-chave: plantio direto, herbicida, pastagem nativa, fauna do solo

INFLUENCE OF GLYPHOSATE, ALONE OR IN MIXTURE WITH 2,4-D ESTER, ON NATIVE PASTURE SOIL MESOFAUNA WITH NO-TILL SOYBEANS

ABSTRACT – The objective of this study was to evaluate the effect of the herbicide glyphosate, applied alone or in mixture with 2,4-D ester, on a native pasture soil mesofauna, such as Acarina, Collembola, Coleoptera and Hymenoptera, with no-till soybeans. The experiment was carried out at Universidade Federal de Santa Maria, RS/Brazil, in 1995/96. The following treatments were evaluated: glyphosate at 360, 720 and 1080 g/ha e. a., alone or mixed with 200 g/ha of 2,4-D ester, sprayed in two volumes (50 and 200 l/ha), and an unsprayed control. The results indicate that the mesofauna populations were not affected by the use of glyphosate at all doses, alone or in mixture with 2,4-D, although a decrease in the populations was observed due to a drought period after the treatments.

Key words: no-tillage, herbicide, grassland, soil fauna

INTRODUÇÃO

A distribuição e a permanência dos artrópodes no solo varia com a disponibilidade de alimento, umidade, espaço poroso, teor de oxigênio, temperatura, inundação, tipos e manejo de culturas, agrotóxicos utilizados, teor de matéria orgânica, sistemas de cultivo, predação, hábito alimentar, entre outros (BUTCHER et al., 1971).

As gramíneas perenes são de grande importância para a fauna do solo, pois a cobertura vegetal propicia abrigo para muitas espécies da mesofauna que vivem em habitats epiedáficos, além de apresentar uma grande biomassa radicular que, junto com a cobertura vegetal, servem de alimento aos artrópodes do solo (STEEN, 1983). O cultivo causa declínio na abundância e diversidade da fauna do solo, em comparação com ecossistemas não cultivados. Práticas, como o cultivo mínimo e a semeadura direta, geralmente comportam populações maiores de artrópodes edáficos que a semeadura convencional, devido ao menor distúrbio mecânico ao habitat, mudanças menos drásticas de temperatura e umidade e distribuição de resíduos na superfície do solo. A semeadura direta, por manter os resíduos vegetais na superfície, por a estrutura do solo permanecer inalterada e pela menor variação de umidade e temperatura, imita os ecossistemas naturais, tornando-se um habitat favorável à mesofauna do solo (PERDUE e CROSSLEY JR., 1989).

KLIRONOMOS e KENDRICK (1995) salientam que a temperatura e a umidade são variáveis importantes para a estrutura das comunidades que compõem a fauna do solo, sendo que cada espécie tem sua temperatura e umidade ótimas, para distribuição e permanência no ambiente (BUTCHER et al., 1971), onde, por exemplo, os ácaros e colêmbolos são sensíveis à baixa umidade do solo e à alta temperatura.

Os coleópteros, apesar de, em certos casos, serem considerados insetos-praga, principalmente os da família Scarabaeidae, apresentam características desejáveis à agricultura, como transporte de resíduos às camadas mais profundas do solo e abertura de galerias, o que melhora a estrutura e facilita a infiltração de água e raízes (RAW, 1971; GASSEN, 1993). Os himenópteros, usualmente, dominam a biomassa dos insetos do solo e, provavelmente, são os que mais afetam a sua estrutura (LEE e FOSTER 1992). Para BERRY (1994), a estrutura do solo é afetada pelas formigas, através da pedoperturbação, devido à construção dos montículos de solo, dos ninhos e do sistema de galerias.

Os herbicidas podem afetar diretamente os componentes da mesofauna, se forem tóxicos, ou indiretamente, através de seus efeitos sobre a vegetação (EDWARDS e STAFFORD, 1979). A influência dos herbicidas sobre a mesofauna varia com o grupo químico, dosagem, persistência, número de pulverizações, efeito sobre a vegetação e condições climáticas

1. Parte da Dissertação de Mestrado apresentada pelo primeiro autor para obtenção do título de Mestre junto ao Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria.

2. Eng. Agr., M.Sc. - Caixa Postal 138, 85550-000 Coronel Vivida, PR.

3. Eng. Agr., Ph.D. - Professor Titular, Departamento de Solos, Centro de Ciências Rurais, UFSM, 97119-900 Santa Maria, RS.

Recebido para publicação em 21/07/1997.

(POPOVICI et al., 1977; EIJSACKERS e BUND, 1980; SUBAGJA e SNIDER, 1981).

Luz, umidade, temperatura, concentração de alimento, textura e estrutura afetam a distribuição vertical e horizontal da fauna do solo (USHER, 1971; WHELAN, 1985; KLIRONOMOS e KENDRICK, 1995). A contínua mudança no padrão de distribuição horizontal e vertical da fauna do solo, devido às flutuações diurnas e sazonais, pode alterar a probabilidade de contato com os herbicidas pulverizados (EIJSACKERS e BUND, 1980).

FOX (1964) e PRASSE (1978) indicam que o 2,4-D - Amina, aplicado sobre gramíneas, não afetou a população de colêmbolos e ácaros. Em trabalhos realizados em laboratório e a campo, IL'IN (1969) concluiu que o 2,4-D - Amina, em doses normais de uso, não foi tóxico aos himenópteros (formigas). Ao avaliar o efeito de dois dessecantes, entre eles o glyphosate, sobre a mesofauna em semeadura direta, SOUZA et al. (1995) observaram que não houve diferença em relação à testemunha sem herbicida, para o número de ácaros, colêmbolos e coleópteros, demonstrando efeito não tóxico deste herbicida sobre esses organismos.

Poucos são os trabalhos que indicam o efeito dos herbicidas glyphosate e 2,4-D sobre os organismos que compõem a mesofauna do solo, entre os quais ácaros, colêmbolos, coleópteros e himenópteros. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito destes herbicidas sobre os componentes da mesofauna do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi conduzido no ano agrícola de 1995/96, numa área de campo nativo pertencente a Universidade Federal de Santa Maria, em solo classificado como Podzólico Vermelho-Amarelo. Os tratamentos constaram de doses do herbicida glyphosate a 360, 720 e 1080 g/ha de equivalente ácido, isolado ou misturado com 200 g/ha de equivalente ácido do herbicida 2,4-D - éster, e foram aplicados em dois volumes de calda: 50 e 200 l/ha, além de testemunha sem controle. A aplicação dos herbicidas ocorreu em 30/10/95, com pulverizador costal pressurizado a CO₂, munido de cinco pontas distanciadas em 0,50 m, em forma de leque, tipo XR Teejet 110.01 VS à pressão constante de 15 lb/pol² e XR Teejet 110.03 à pressão de 35 lb/pol², para os volumes de calda de 50 e 200 l/ha, respectivamente. A temperatura média, durante a aplicação, foi de 17 °C; a umidade relativa do ar, 73 %, e a velocidade média do vento, 9 km/h. As precipitações pluviométricas, próximo da aplicação, foram de 63 mm, dois dias antes, e 10

mm, dez dias após a aspersão dos herbicidas. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com esquema trifatorial, arranjados em parcelas sub-subdivididas no tempo, com 4 repetições. As parcelas mediram 2,5 m x 12 m, as subparcelas 2,5 m x 6 m e as sub-subparcelas foram as épocas de coletas. A população da mesofauna coletada foi submetida à transformação arco seno $\sqrt{X/100}$ para análise de variância. O efeito dos tratamentos sobre a mesofauna foi determinado com auxílio de uma armadilha de Tretzel (TRETZEL, 1952), instalada no interior de cada subparcela. A armadilha constituiu-se de um frasco de vidro (6,5 cm de diâmetro e 20 cm de comprimento), contendo 100 ml de água com formol a 2%, enterrado no solo, de modo que seus bordos ficassem ao nível da superfície do solo e protegido com telha francesa. Foram realizadas seis coletas: a primeira 7 dias antes e as demais 7, 14, 21, 28 e 43 dias após aplicação dos herbicidas. Cada coleta correspondeu a sete dias de permanência das armadilhas no solo. Após cada coleta, procedeu-se à identificação e contagem dos organismos em laboratório.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A metodologia adotada, com objetivo de avaliar o efeito do herbicida glyphosate, aplicado isolado ou em mistura com o 2,4-D, sobre a mesofauna do solo, permitiu amostrar cinco classes de organismos (Insecta, Arachnida, Diplopoda, Crustacea e Chilopoda) agrupadas em onze ordens (Colembola, Orthoptera, Coleóptera, Himenóptera, Díptera, Isoptera, Homoptera, Hemiptera, Lepidoptera, Acarina e Araneae).

A Tabela 1 contém os resultados da análise estatística para ácaros, colêmbolos, coleópteros e himenópteros. Houve efeito significativo da época de coleta para todos os organismos, da interação herbicida x volume de calda para colêmbolos e himenópteros, além da interação volume de calda x época de coleta e efeito individual do volume de calda para himenópteros.

Os ácaros foram a segunda população entre os organismos estudados, com média de 49 ácaros/armadilha/coleta, num total de 16 604 ácaros coletados (Tabela 1). A análise dos dados indicou que a população de ácaros variou no tempo (épocas de coleta) e como não ocorreu interação entre época de coleta, herbicidas e volume de calda, esta variação deve-se a qualquer outro fator, como condições meteorológicas durante o período de coleta (Tabela 1). O efeito não tóxico do 2,4-D sobre os ácaros é confirmado por FOX (1964) e PRASSE (1978), enquanto que o efeito não tóxico do glyphosate é confirmado por SOUZA et al. (1995).

TABELA 1 – Quadrados médios, médias, número total de indivíduos coletados e coeficiente de variação das variáveis ácaros, colêmbolos coleópteros e himenópteros

Causas de variação	Variáveis			
	Ácaros	Colêmbolos	Coleópteros	Himenópteros
Bloco	25,97 ns	53,49 ns	7,72 ns	8,11 ns
Herbicidas	8,75 ns	14,22 ns	0,68 ns	4,46 ns

DIRETA DE SOJA EM CAMPO NATIVO				
Erro A	6,16	12,32	0,68	2,75
Volume de calda	4,28 ns	11,32 ns	0,04 ns	19,54 *
Herbicidas x Vol. de calda	2,09 ns	10,42 *	1,51 ns	7,16 *
Erro C	5,99	3,86	0,76	1,70
Época de coleta	207,42 *	165,76 *	20,35 *	43,84 *
Herbicidas x Época de coleta	2,53 ns	5,32 ns	0,89 ns	1,71 ns
Vol.de calda x Época de col.	2,56 ns	3,03 ns	0,59 ns	6,33 *
Herb. x Vol. de calda x Época de coleta	2,52 ns	4,90 ns	0,55 ns	3,54 ns
Erro D	3,03	5,98	0,60	2,63
Média	49,0	73,0	4,0	38,0
Número total de indivíduos	16.604	24.373	1.406	12.875
Coefficiente de variação (%)	26,41	30,82	46,78	27,47

* Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste F.

A população de ácaros apresentou comportamento semelhante entre os tratamentos, em todas as épocas de coleta, com redução acentuada no número de indivíduos aos 14 dias, seguido de aumento aos 21 dias e, novamente, redução até 43 dias após a aplicação dos herbicidas (Figura 1), indicando que a variação na população seja devido as condições meteorológicas du-

rante as coletas. A ocorrência de estiagem (Figura 2), com efeito acentuado sobre a umidade do solo, principalmente a partir de 35-40 dias da aplicação dos herbicidas, pode ter reduzido a população de ácaros, visto que estes organismos são afetados pela baixa umidade do solo, conforme indicado por BUTCHER et al. (1971).

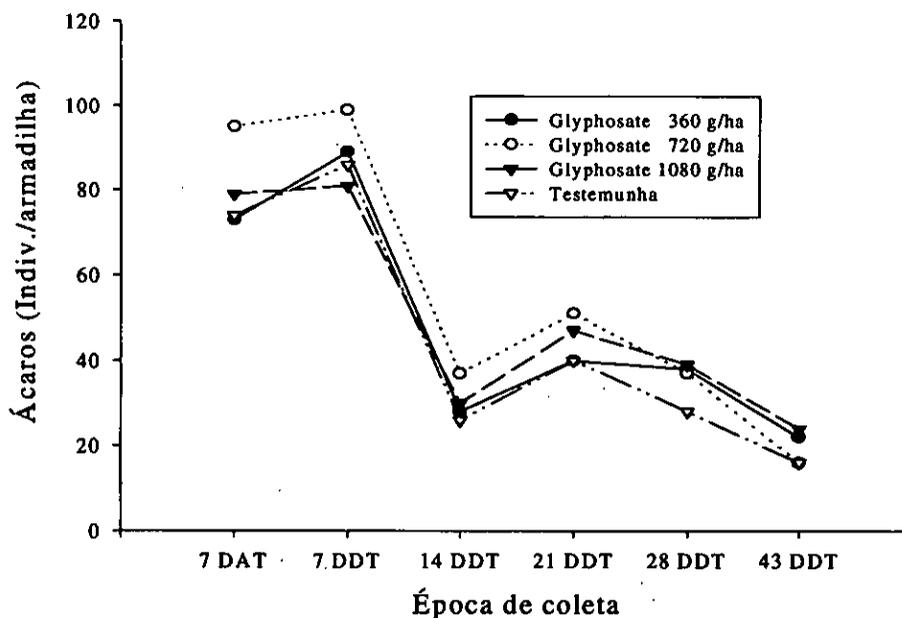


FIGURA 1 - Flutuação populacional de ácaros em campo nativo, dias antes (DAT) e dias depois (DDT) da aplicação de glyphosate e 2,4-D

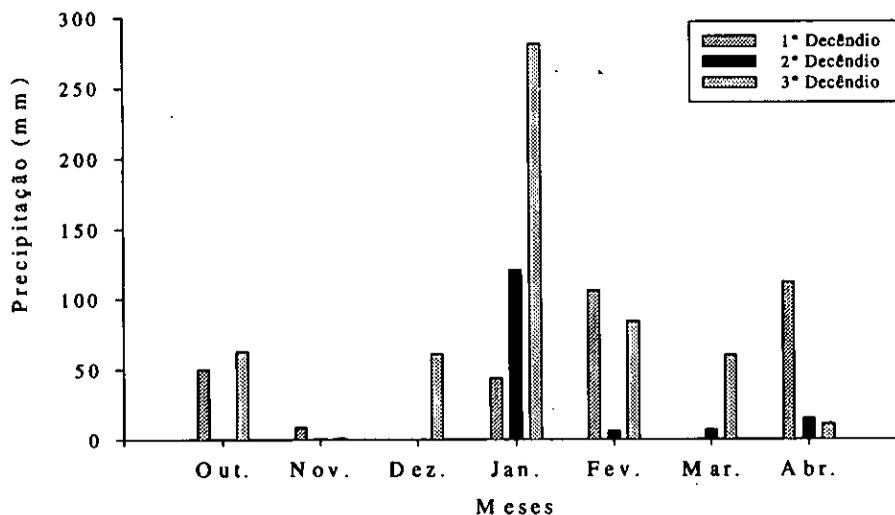


FIGURA 2 – Precipitação pluviométrica (mm) por decênio, ocorrida de outubro de 1995 a abril de 1996. Estação Meteorológica, UFSM, Santa Maria, RS

Os colêmbolos apresentaram a maior população entre os organismos estudados, com média de 73 indivíduos/armadilha/coleta, totalizando 24 373 indivíduos (Tabela 1). A análise estatística acusou que o glyphosate, independente da dose ou da mistura com 2,4-D, não afetou os colêmbolos. Igual conclusão obtiveram FOX (1964) e PRASSE (1978), para o 2,4-D, e SOUZA et al. (1995) para o glyphosate. A interação herbicida x volume de calda (Tabela 1) indica que os herbicidas apresentaram comportamento diferente nos volumes de calda de 50 e 200 l/ha.

A Figura 3 demonstra variação na resposta às doses do glyphosate utilizadas, onde o glyphosate, a 360 g/ha, apresentou aumento na população de colêmbolos, quando aplicado nos volumes de calda de 200 l/ha, e diminuição no volume de calda de 50

l/ha. Quando o glyphosate foi aplicado na dose de 720 g/ha, ocorreu diminuição na população de colêmbolos em ambos volumes de calda, para as coletas aos 7 e 14 dias após a aplicação dos herbicidas, enquanto que a 1080 g/ha ocorreu aumento em ambos os volumes de calda. Nas demais épocas de coleta o comportamento da população de colêmbolos foi semelhante para a maioria dos tratamentos, com redução acentuada aos 14 e 43 dias da aplicação. A flutuação populacional, observada nos volumes de calda de 50 e 200 l/ha (Figura 3), não confirma um possível efeito do aumento da concentração do Glyphosate, quando aplicado no volume de calda de 50 l/ha, visto que o glyphosate, a 1080 g/ha, mesmo quando aplicado em 50 l/ha, não reduziu a população de colêmbolos.

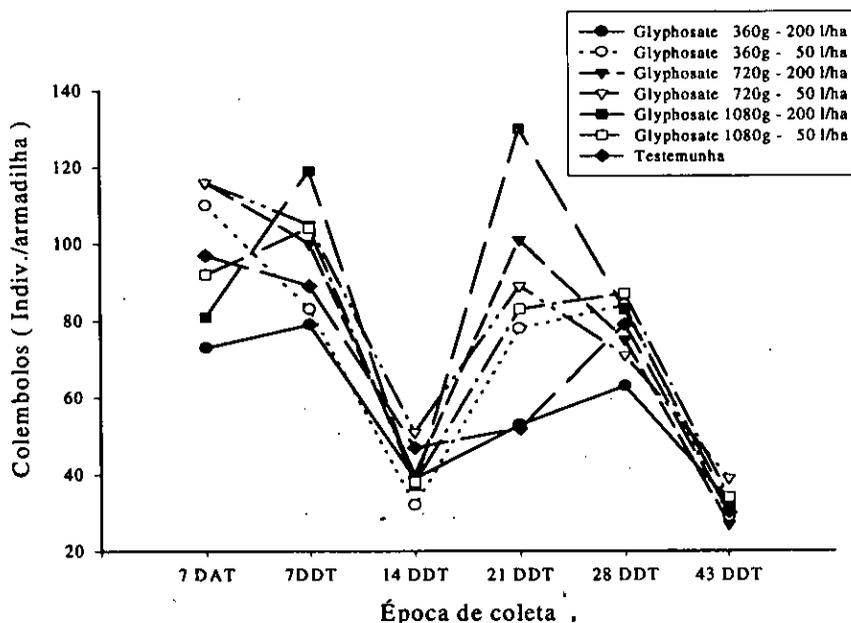


FIGURA 3 – Flutuação populacional de colêmbolos em campo nativo, dias antes (DAT) e dias depois (DDT) da aplicação de glyphosate para os volumes de calda de 50 e 200 l/ha

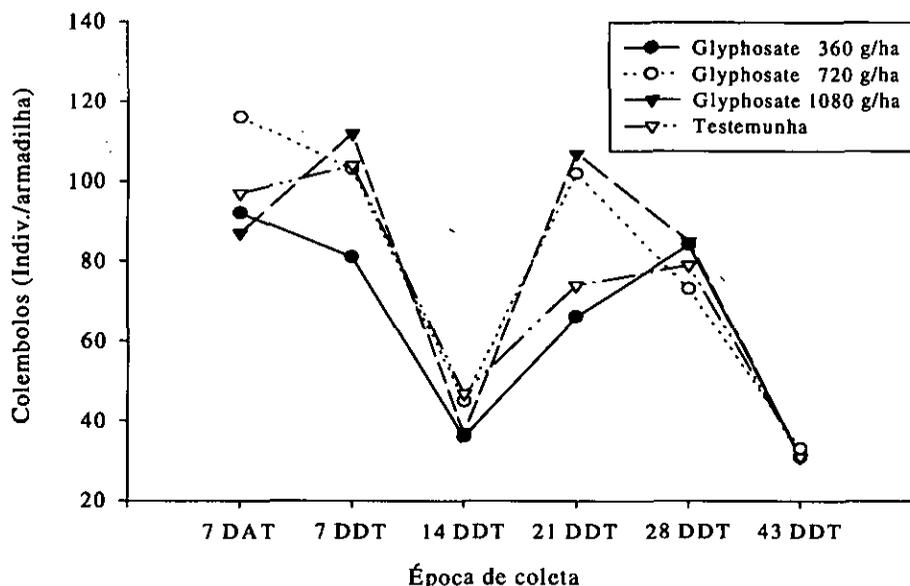


FIGURA 4 - Flutuação populacional de colêmbolos em campo nativo, dias antes (DAT) e dias depois (DDT) da aplicação de glyphosate e 2,4-D

A comparação das Figuras 3 e 4 demonstra comportamento semelhante da população de colêmbolos nas épocas de coleta, tanto para o efeito dos herbicidas (Figura 4), quanto para os volumes de calda (Figura 3), indicando que a variação na população de colêmbolos pode ser devido às condições meteorológicas no período de coleta.

O efeito da época de coleta indica que as condições meteorológicas pode ser a causa da variação na população de colêmbolos. Com exceção do glyphosate a 360 e 720 g/ha, que reduziu a população nos

primeiros sete dias após a aplicação, o comportamento da população de colêmbolos, foi semelhante em todos os tratamentos. Houve redução acentuada no número de indivíduos aos 14 dias, seguido de aumento aos 21 e 28 dias e redução aos 43 dias da aplicação. Isto indica que a estiagem, com seus efeitos sobre a umidade do solo, principalmente após 35 e 40 dias da pulverização (Figura 2), pode ter afetado a população de colêmbolos (Figura 4), pois estes insetos são sensíveis à baixa umidade do solo, conforme BUTCHER et al. (1971).

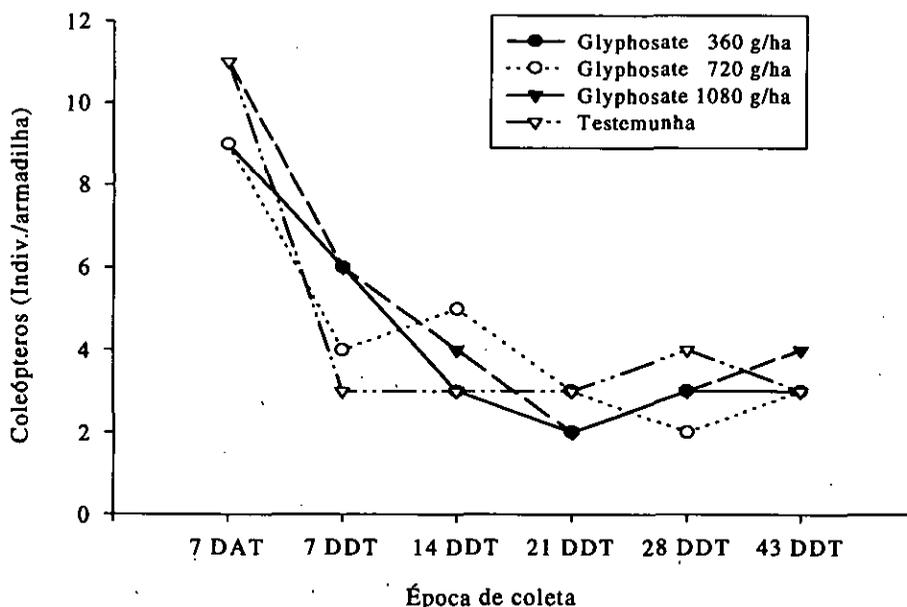


FIGURA 5 - Flutuação populacional de coleópteros em campo nativo, dias antes (DAT) e dias depois (DDT) da aplicação de glyphosate e 2,4-D

A média de coleópteros coletados foi de 4 indivíduos/armadilha/coleta, totalizando 1406 indivíduos (Tabela 1). O efeito significativo, apenas da época de coleta, indica que independente da dose, mistura com o 2,4-D ou volume de calda, a aplicação do glyphosate sobre o campo nativo não exerceu influência negativa sobre os coleópteros nele existentes, indicando que as variações na população devem-se às condições climáticas no período de coleta (Figura

2). O efeito não tóxico do glyphosate sobre os coleópteros também foi observado por SOUZA et al. (1995).

O comportamento dos coleópteros nas diferentes épocas de coleta foi semelhante na maioria dos tratamentos, com estabilização e redução na população à medida que se intensificou a estiagem, indicando que as condições meteorológicas podem ter afetado os coleópteros (Figura 5).

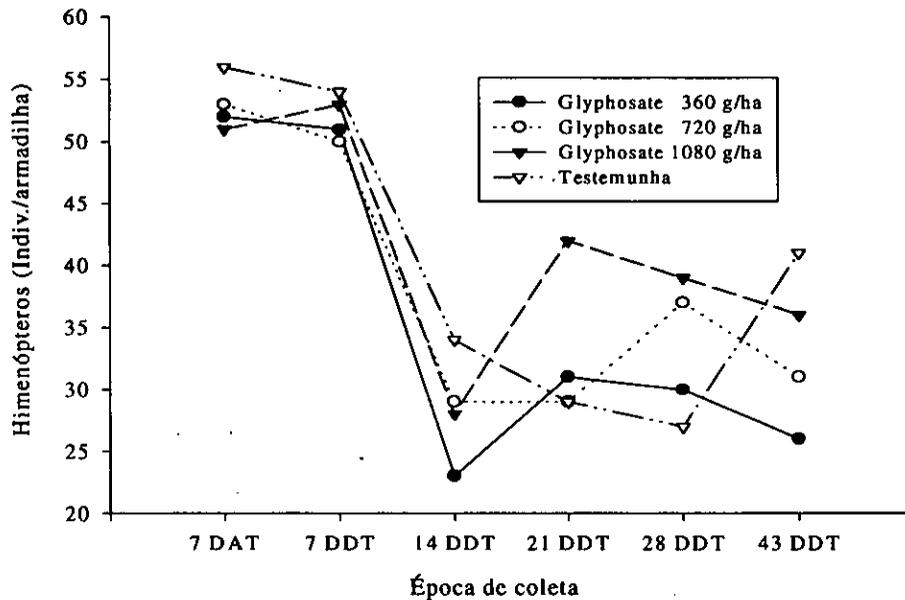


FIGURA 6 – Flutuação populacional de himenópteros em campo nativo, dias antes dos tratamentos (DAT) e dias depois (DDT) da aplicação de glyphosate e 2,4-D

Os himenópteros, com 12.875 indivíduos e média de 38 indivíduos/armadilha/coleta, foram o terceiro grupo em número coletado. A análise estatística (Tabela 1) demonstrou que o glyphosate, em suas diferentes doses não afetou os himenópteros, mesmo quando misturado ao 2,4-D. O efeito não tóxico do 2,4-D sobre os himenópteros é confirmado por IL'IN (1969).

Como nos grupos anteriores, a população de himenópteros variou nas diferentes épocas de coleta, indicando que as condições meteorológicas (Figura 2) podem ter influenciado no comportamento desses organismos. A população de himenópteros variou nas épocas de coleta (Figura 6), com redução no número de indivíduos aos 14 e 43 dias, para todos os trata-

mentos com herbicida. A maior população de himenópteros, na testemunha sem herbicida (Figura 6), observada na avaliação aos 43 dias da aplicação dos tratamentos, provavelmente deve-se aos efeitos dos herbicidas sobre a vegetação do campo nativo, visto que as condições ambientais foram as mesmas em todos os tratamentos.

Apesar da interação época de coleta e volume de calda (Tabela 1), a análise do comportamento da população de himenópteros nas diferentes épocas de coleta (Figura 7), não permite separar com segurança os efeitos do volume de calda sobre a população de himenópteros. Desta forma, sugere-se novos estudos para comprovar o efeito do volume de calda sobre a população desses organismos.

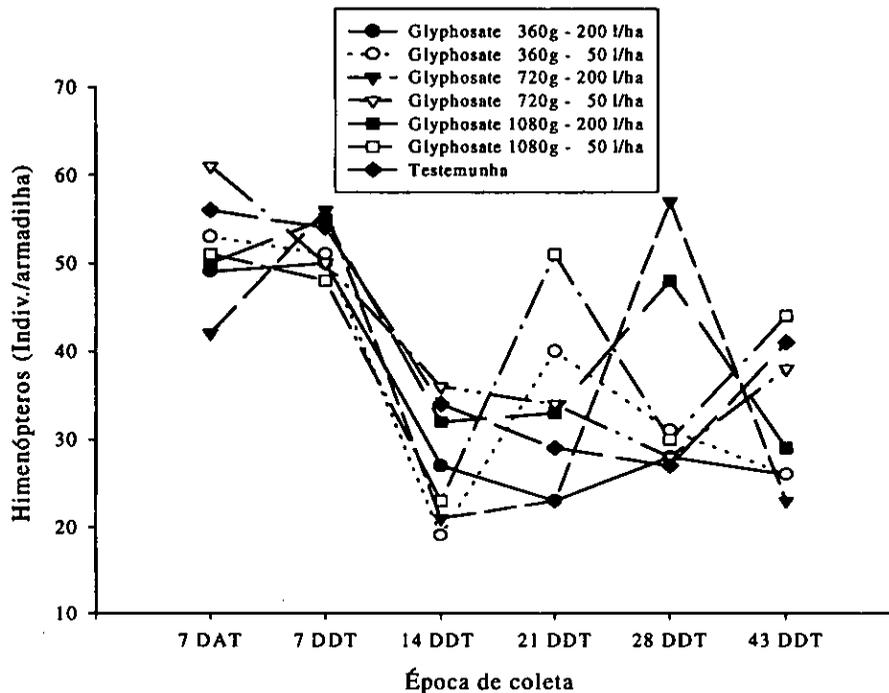


FIGURA 7 – Flutuação populacional de himenópteros em campo nativo, dias antes (DAT) e dias depois (DDT) da aplicação de glyphosate para os volumes de calda de 50 e 200 l/ha

CONCLUSÕES

Os dados, analisados e discutidos neste trabalho, permitem concluir que o glyphosate, a 360, 720 e 1080 g/ha, não afetou as populações de ácaros, colêmbolos, coleópteros e himenópteros em nenhuma das épocas de coleta, independente de estar ou não misturado a 200 g/ha de 2,4-D. Houve aumento nas populações de colêmbolos e himenópteros, quando os volumes de calda aumentaram de 50 para 200 l/ha, até 7 dias após a aplicação dos tratamentos. A estiagem, ocorrida após a aplicação dos tratamentos, diminuiu a população dos organismos estudados.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- BERRY, E. C. Earthworms and other fauna in the soil. In: HATFIELD J. L.; STEWART, B. A. (Eds.) *Soil biology: effects on soil quality. Advance in Soil Science*, London, p.61-90, 1994.
- BUTCHER, J. W.; SNIDER, R., SNIDER, R. J. Bioecology of edaphic collembola and acarina. *Annual Review of Entomology*, Palo Alto, v.16, p.249-288, 1971.
- EDWARDS, C. A., STAFFORD, C. J. Interaction between herbicides and soil fauna. *Annual of Applied Biology*, Wellesbourne, v.91, p.132-137, 1979.
- EIJSSACKERS, H.; BUND, C.F. van de. Effects on soil fauna In: HANCE, R.J. (Ed.) *Interactions between herbicides and the soil*. London: Academic Press, 1980. p.255-305.
- FOX, C. J. S. The effects of five herbicides on the number of certain invertebrate animals in grassland soil. *Canadian Journal of Plant Science*, Ottawa, v.44 p.405-409, 1964.
- GASSEN, D. N. O manejo de pragas no sistema semeadura direta. In: **SEMEADURA DIRETA NO BRASIL**. Pas-

- so Fundo: Aldeia Norte; EMBRAPA/CNPT; FECOTRIGO/FUNDACEP; Fundação ABC, 1993. p.61-75.
- IL'IN, A. M. Toxicity of herbicides towards ants and earthworms. *Zool. Zh.*, Moscou, v.48, p.141-143, 1969.
- KLIRONOMOS, J. N.; KENDRICK, B. Relationships among microarthropods, fungi, and their environment. *Plant and Soil*, The Hague, v.170, n.1. p.209-231, 1995.
- LEE, K. E.; FOSTER, R. C. Soil fauna and soil structure. *Australian Journal of Soil Research*, East Melbourne, v.29, p.745-746, 1992.
- PERDUE, J. C.; CROSSLEY Jr, D. A. Seasonal abundance on soil mites (Acari) in experimental agroecosystems: effects of drought in no-tillage and conventional tillage. *Soil and Tillage Research*, Amsterdam, v.15, p.117-124, 1989.
- POPOVICI, I.; STAN, G.; STEFAN, V. et al. The influence of atrazine on soil fauna. *Pedobiologia*, Jena, v.17, p.209-215, 1977.
- PRASSE, I. Indications of structural changes in the communities of microarthropods of the soil in an agroecosystem after applying herbicides. *Agricultural Ecosystem and Environmental*, Amsterdam, v.13, p.205-215, 1978.
- RAW, F. Artrópodos (excepto Ácaros y Colémbolos). In: BURGESS, A.; RAW, F. (Eds.) *Biología del suelo*. Barcelona: Omega, 1971, p.379-423.
- SOUZA, R. O. de.; ANTONIOLI, Z. I.; DORNELLES, S. H. B. Influência de dois dessecantes aplicados na aveia preta sobre a mesofauna em semeadura direta. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS**, 20., 1995, Florianópolis. **Resumos ...** Florianópolis: S.B.C.P.D, 1995. p.456.
- STEEN, E. Soil animals in relation to agricultural practices and soil productivity. *Swedish Journal of Agricultural Research*, Stockholm, v.13. p.157-165, 1983.

- SUBAGJA, J.; SNIDER, R. J. The side effects of herbicides atrazine and paraquat upon *Folsomia candida* and *Tullbergia granulata* (Insecta, Colembola). *Pedobiologia*, Jena, v.22, p.141-152, 1981.
- TRETZEL, E. Technik und bedeutung des fallenfanges für oekologische untersuchungen. *Zoology Anz.*, Jena, v.155, p.276-287, 1952.
- USHER, M. B. Seasonal and vertical distribution of population of soil arthropods: Mesostigmata. *Pedobiologia*, Jena, v.22 p.43-49, 1971.
- WHELAN, J. Seasonal fluctuations and vertical distribution of the acarine fauna of three grassland sites. *Pedobiologia*, Jena, v.28, p.191-201, 1985.

SISTEMAS DE CULTIVO NO CONTROLE DE ARROZ-VERMELHO

ENIO MARCHEZAN¹, FLÁVIO MOREIRA XAVIER², LINDOLFO STORCK¹, VANDRO ROGÉRIO VIZZOTTO³

RESUMO – Avaliou-se o efeito de diferentes sistemas de cultivo no controle do arroz-vermelho, durante os anos agrícolas de 1991/92 a 1994/95. Para quantificar a eficiência dos sistemas de cultivo, foram estimados o número de grãos de arroz-vermelho na profundidade de 0-10 centímetros no solo, número de plantas e panículas de arroz-vermelho, respectivamente na pré-semeadura e pré-colheita. Concluiu-se que sistemas de cultivo convencional e cultivo mínimo, que incluem rotação de culturas, reduzem a quantidade de arroz-vermelho, desde que se utilize produtos herbicidas eficientes.

Palavras-chave: *Oryza sativa*, cultivo mínimo, planta daninha

CROPPING SYSTEMS AS A WAY TO CONTROL RED RICE

ABSTRACT – During four growing seasons (1991/92 through 1994/95) different cropping systems were tested as a way to control red rice plants in rice fields. In order to quantify the efficiency of the systems evaluated, the number of red rice seeds in a 10 cm soil layer was counted, as well as the number of plants before rice seeding and the number of red rice panicles before harvest. The conclusion was that cropping systems which include crop rotation accompanied by efficient herbicides, are capable of controlling this weed, both on the normal soil preparing method or under minimum tillage.

Key words: *Oryza sativa*, minimum tillage, weed

INTRODUÇÃO

A utilização de áreas de solos hidromórficos no Rio Grande do Sul está restrita, basicamente, ao cultivo de arroz irrigado e de pastagem natural para pecuária. Com essa forma de exploração, alguns entraves à lavoura orizícola adquirem proporções que comprometem sua economicidade. A infestação por arroz-vermelho constitui-se no principal problema da lavoura na maioria dos municípios produtores, inviabilizando cerca de 15% das áreas para o cultivo convencional, segundo o Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA, 1987).

Os principais prejuízos causados pela presença dessa planta daninha são devidos à competição em produtividade, redução do valor comercial do arroz, infestação de novas áreas, hibridação com o arroz cultivado e ao acamamento das plantas. Na relação entre plantas de arroz-vermelho e a produtividade do arroz comercial, cada panícula de arroz-vermelho/m² provoca redução de cerca de 18 kg/ha no rendimento do arroz (SOUZA e FISHER, 1986; MONTEALEGRE e VARGAS, 1989).

A persistir a forma predominante de manejo nessas lavouras, mais áreas serão incorporadas àquelas inviáveis economicamente em função do aumento do banco de sementes, pois sementes de arroz-vermelho e preto podem permanecer viáveis no solo por períodos superiores a 12 anos (SMITH, 1992). Dessa forma, é necessário que sejam propostas alternativas que minimizem o problema, ao mesmo tempo que possibilitem uma utilização mais intensiva destas áreas, não se restringindo, apenas, ao cultivo do arroz.

O sistema de cultivo mínimo e a rotação de culturas são métodos que podem ser utilizados no controle do arroz-vermelho (SOUZA, 1989). MENEZES (1991)

obteve produtividade, em sistema de cultivo mínimo, cerca de 38% superior ao cultivo convencional, em áreas com infestação de arroz-vermelho. Para KLOSTERBOER (1978), a maneira mais prática e econômica para controlar arroz-vermelho é a rotação de culturas. No entanto, PAULETTO et al. (1991) alertam que, para viabilizar tecnicamente cultivos alternativos em áreas de várzea, é necessário um eficiente sistema de drenagem, pois, além do controle do arroz-vermelho, as culturas podem contribuir para a melhoria das condições químicas e físicas do solo, embora essas modificações não ocorram em curto período de tempo. BALDWIN (1978), KLOSTERBOER (1978) e SACCOL (1991) relatam a necessidade de os cultivos alternativos ocuparem a área por três ou mais anos seguidos antes de retomar o cultivo de arroz, para que seja exercido eficiente controle do arroz-vermelho.

Este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito de sistemas de cultivo do solo no controle do arroz-vermelho em solo de várzea.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na área de várzea do Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, em planossolo (hidromórfico) pertencente à unidade de mapeamento Vacacaí. A área apresentava alta infestação de arroz-vermelho em função do cultivo contínuo de arroz durante cinco anos no sistema convencional.

Os tratamentos foram constituídos por 10 sistemas de cultivo nos anos agrícolas de 1991/92 a 1994/95, variando as culturas e os métodos de preparo do solo, conforme Tabela 1.

1. Eng. Agr., Dr. - Prof. do Departamento de Fitotecnia, CCR/UFSM. Campus Camobi 97105-900 Santa Maria, RS. Pesquisador CNPq.

2. Eng. Agr. - Prof. do Departamento de Solos, CCR/UFSM. Campus Camobi, 97105-900 Santa Maria, RS.

3. Eng. Agr. - Mestrando em Agronomia da UFSM. Bolsista CAPES.

Recebido para publicação em 22/07/1997.

TABELA 1 – Sistemas de cultivo nos anos agrícolas de 1991/92 a 1994/95. Santa Maria, RS, 1997

Sistemas de cultivo	91/92	92/93	93/94	94/95
S1	Arroz c*	Arroz c	Arroz c	Arroz c
S2	Arroz c	Soja c	Arroz c	Soja c
S3	Arroz c	Milho c	Arroz c	Milho c
S4	Arroz m*	Arroz m	Arroz m	Arroz m
S5	Arroz m	Soja m	Arroz m	Soja m
S6	Arroz m	Milho m	Arroz m	Milho m
S7	Arroz c	Arroz m	Arroz c	Arroz m
S8	Arroz c	Soja m	Arroz c	Soja m
S9	Arroz c	Milho m	Arroz c	Milho m
S10	Arroz m	Milho m	Soja c	Arroz c

c* = cultivo convencional m* = cultivo mínimo

As culturas de verão foram o arroz, soja e milho. No inverno, metade da área das parcelas foi semeada com azevém e a outra metade permaneceu com vegetação natural. Os tratamentos bifatoriais, 10 sistemas e dois níveis de azevém (com e sem) foram casualizados segundo o delineamento blocos ao acaso, com três repetições e faixas nos dois sentidos. A unidade experimental apresentava dimensões de 4,5 x 15 m. Cada faixa do fator azevém tinha 4,5 x 150 m e, perpendicularmente, cada faixa do fator sistema de cultivo 9,0 x 15 m.

Para a implantação das culturas de verão, tanto no preparo convencional quanto para o cultivo mínimo, utilizou-se arado e grade e fez-se o aplainamento superficial do solo. O preparo do solo foi realizado 15 dias antes da semeadura, quando as culturas foram implantadas na forma convencional de cultivo e, aproximadamente, 60 dias antes da semeadura, no cultivo mínimo.

O controle de plantas daninhas do cultivo mínimo foi com glifosate na dose de 1920 g i.a./ha. Para a cultura do arroz foi usado quinclorac + óleo mineral na dose de 375 g i.a./ha + 1 l/ha, respectivamente. Para a cultura da soja foi aplicado o herbicida metolachlor, na dose de 2880 g i.a./ha, dois dias após a semeadura. No milho foi aplicado metolachlor na dose de 2880 g i.a./ha, no primeiro cultivo, e nicossulfuron na dose de 60 g i.a./ha, no segundo cultivo.

Os parâmetros analisados foram: o número de grãos de arroz-vermelho no solo, a população de plantas de arroz-vermelho antes da semeadura dos cultivos e o número de panículas de arroz-vermelho na pré-colheita das culturas.

A estimativa do banco de grãos de arroz-vermelho no solo foi obtida através de amostras de solo coletadas 30 dias antes da semeadura das culturas, com cilindro de 9,4 cm de diâmetro, na profundidade de 0 a 10 cm, com três repetições por unidade experimental. A separação dos grãos de arroz do solo

foi através de lavagem das amostras sobre tela com abertura de malha suficiente para impedir a passagem de grãos de arroz-vermelho.

A estimativa da população de plantas de arroz-vermelho foi realizada anualmente, uma semana antes da semeadura, pela contagem de plantas dentro um quadro de 0,5 x 0,5 m, disposto em dois pontos sobre a unidade experimental. Em testes preliminares estimou-se que, pela observação das sementes, 90% das plântulas na pré-semeadura eram de arroz-vermelho. Dessa forma, o número de plântulas foi contado e multiplicado por 0,9. O número de panículas de arroz-vermelho, presente na pré-colheita das culturas, foi determinado pela contagem de panículas em um quadrado de 0,5 m de lado, com duas repetições por unidade experimental.

A análise estatística foi procedida mediante uma análise de variância, separadamente, para cada ano, sendo as médias comparadas pelo teste de Duncan ao nível de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número estimado de grãos de arroz-vermelho presentes no solo na profundidade de 0 - 10 cm, nos sistemas e anos de cultivo encontra-se na Tabela 2.

Houve grande variação entre as médias das unidades experimentais, com relação à quantidade inicial de grãos de arroz-vermelho no solo, oscilando de 644 a 5595 grãos/m², nas unidades experimentais que receberam os sistemas de cultivo S7 e S5, respectivamente. Esta variação, embora não significativa, é atribuída à desuniformidade de distribuição do arroz-vermelho na área, necessitando grande número de amostras do solo para obter maior precisão (MARCHEZAN et al., 1993). Como a viabilidade desses grãos é desconhecida, a interpretação dos resultados de grãos de arroz-vermelho deve ser realizada em conjunto com as outras variáveis.

TABELA 2 – Número de sementes de arroz-vermelho/m² em diferentes sistemas de cultivo no período de 1991/96, média e coeficiente de variação (CV). Santa Maria, RS, 1997

Sistemas	91/92	92/93	93/94	94/95	95/96
S1	759	1243 b*	1140	2460	4053 a
S2	5181	3408 a	1621	2616	334 de
S3	2971	2717 ab	852	4795	122 e
S4	1888	1612 b	1428	3522	4170 a
S5	5595	3684 a	1404	5813	626 de
S6	2878	1220 b	939	2164	361 de
S7	644	2901 ab	1104	2630	3459 ab
S8	2924	2924 ab	1176	3650	196 e
S9	2993	2441 ab	744	2058	1061 cd
S10	4560	3534 a	348	318	1978 bc
Média	3039	2568	1076	3003	1636
CV(%)	95	68	77	93	72

* Sistemas com médias não ligadas por mesma letra, na vertical, diferem pelo teste de Duncan a 5%.

Após quatro anos de cultivo houve redução média de 46% do banco de arroz-vermelho no solo. Nos dois primeiros anos houve redução do banco de sementes, elevando-se após o terceiro cultivo e diminuindo, novamente, após o quarto cultivo. Esse incremento, verificado em 1994/95, foi decorrente de chuva e ventos fortes ocorridos na pré-colheita de 1993/94 que causaram degrane de praticamente 100% do arroz-vermelho, pois nesse ano agrícola, exceto S10, todas as parcelas foram cultivadas com arroz (Tabela 1). Analisando-se os resultados de 1992/93, não se observa consistência no efeito diferencial quanto ao número de grãos de arroz-vermelho no solo, em função dos sistemas de preparo do solo executados em 1991/92, pois em algumas parcelas o cultivo mínimo de arroz reduziu o banco de arroz-vermelho e, noutras, contribuiu para o aumento de arroz-vermelho no solo, o mesmo ocorrendo com o cultivo convencional. Apesar da redução na média da quantidade de arroz-vermelho no solo, avaliada na pré-semeadura do ano de 1993/94, proporcionada pelos sistemas de cultivo utilizados em 1992/93, não houve diferença significativa entre eles. Em 1994/95 também não se verificou diferença entre os sistemas de cultivo, ano em que houve elevação na média do número de grãos de arroz-vermelho no solo, causada pelo degrane de arroz-vermelho ocorrido no ano anterior nas parcelas cultivadas com arroz.

Na Tabela 2 constata-se, também, que houve efeito dos sistemas de cultivo utilizados em 1994/95, avaliado na pré-semeadura de 1995/96 pela redução da quantidade de grãos de arroz-vermelho no solo. Esta última avaliação contém o efeito das culturas e manejo do solo dos sistemas de cultivo nos quatro anos. Os sistemas de cultivo, nos quais era cultivado arroz todos os anos, apresentaram aumen-

to na quantidade de grãos de arroz-vermelho no solo, não havendo diferença entre o sistema convencional de cultivo e o cultivo mínimo (S1 e S4, respectivamente), ou pela combinação de manejo do solo representado pelo sistema de manejo S7.

A eficiência do cultivo mínimo de arroz no controle do arroz-vermelho é altamente dependente das condições climáticas e de manejo no período do estabelecimento da cultura. Assim, a ocorrência de chuvas ou a irrigação para a emergência das plantas propiciam também a emergência de arroz-vermelho, retirando parte da vantagem do cultivo mínimo. A dinâmica populacional de plantas daninhas é influenciada pelas práticas de manejo do solo, que alteram o ambiente físico onde encontram-se as sementes, afetando a germinação e a dormência das invasoras (DYER, 1995). Nesse sentido NOLDIN et al. (1995) relatam que, um ano após a colheita, há uma perda de 100% da viabilidade de sementes de arroz-vermelho, quando mantidas na superfície sem mobilização do solo ou enterradas a 12 centímetros de profundidade.

Excetuando-se os sistemas de cultivo S9, onde possivelmente tenham havido problemas de amostragem, e o sistema de cultivo S10, no qual foi cultivado arroz no último ano, os sistemas de cultivo com soja e milho (S2, S3, S5, S6 e S8) apresentaram redução do banco de arroz-vermelho, proporcionando controle médio de 91%, quando comparados os valores de 1995/96 com 1991/92. Considerando os procedimentos de manejo do solo, observa-se que no cultivo convencional de soja e arroz (S2) e no sistema de cultivo mínimo com as mesmas culturas (S5) os valores de redução do banco de arroz-vermelho foram semelhantes, como também no cultivo convencional S3, de milho e arroz, e no cultivo mínimo S6.

Embora a percentagem elevada de redução no banco de arroz-vermelho no solo proporcionada pelos sistemas de cultivo com rotação de culturas, tanto em cultivo mínimo como convencional (Tabela 2), ainda permanece uma quantidade de grãos de arroz-vermelho suficiente para reinfestação da área, poden-

do inviabilizar o esforço no controle dessa planta daninha (Tabelas 3 e 4). Esses resultados indicam que em áreas com alta infestação de arroz-vermelho, antes de adotar rotação de culturas ou mesmo cultivo mínimo, devem-se utilizar práticas de manejo que reduzam a quantidade de arroz-vermelho no solo.

TABELA 3 – Número de plantas de arroz-vermelho/m² em diferentes sistemas de cultivo no período de 1991/95, média e coeficiente de variação (CV). Santa Maria, RS, 1997

Sistemas	91/92	92/93	93/94	94/95 ⁽¹⁾	94/95 ⁽²⁾
S1	933	----	795 a	1654 a	597 a
S2	2389	117 ab*	409 ab	1373 b	397 b
S3	1955	84 bc	184 b	719 d	647 a
S4	2989	----	659 a	1096 c	100 de
S5	2644	173 a	180 b	256 e	325 bc
S6	1240	28 c	113 b	200 e	99 de
S7	1777	----	769 a	861 d	211 cd
S8	2914	129 ab	167 b	352 e	219 cd
S9	1966	102 ab	63 b	325 e	200 cd
S10	3685	101 ab	56 b	4 f	17 e
Média	2249	105	340	684	281
CV(%)	62	40	39	46	46

* Sistemas com médias não ligadas por mesma letra, na vertical, diferem pelo teste de Duncan a 5%.

(1) Sem azevém no inverno; (2) com azevém no inverno.

Na Tabela 3 constata-se que houve redução do número de plantas na média dos sistemas com os anos de cultivo. Os valores observados em cada ano permitem caracterizar que o sistema de cultivo de arroz, no sistema convencional de preparo do solo (S1), foi o que apresentou a maior quantidade de plantas de arroz-vermelho na pré-semeadura, na média da área com e sem azevém, em 1994/95.

A influência do azevém na emergência de plântulas de arroz-vermelho, foi significativa no ano agrícola de 1993/94. Nesse ano as parcelas com azevém apresentavam apenas 15% das plântulas de arroz-vermelho, se comparadas com as parcelas sem azevém. Em 1994/95 a média do número de plântulas encontradas nas parcelas com azevém foi de 41% em relação àquelas sem azevém. Este efeito supressor do azevém, na emergên-

cia de plântulas de arroz-vermelho, só foi observado enquanto as plantas de azevém não haviam completado o ciclo biológico. Não houve efeito do azevém na quantidade de panículas de arroz-vermelho na colheita, inferindo-se que, em áreas com alta infestação, o azevém não auxilia no controle.

Nos três anos avaliados, houve diferença dos sistemas de cultivo na redução da quantidade de panículas de arroz-vermelho (Tabela 4). No último ano de avaliação constatou-se que os sistemas de cultivo com arroz apresentaram o maior número de panículas de arroz-vermelho (S1, S4, S7 e S10). Aqueles com culturas alternativas ao arroz irrigado (milho e soja) constituíram o grupo com menor presença de arroz-vermelho (S2, S3, S5, S6, S8 e S9), tanto no sistema de preparo convencional do solo como no cultivo mínimo.

TABELA 4 – Número de panículas de arroz-vermelho/m² na pré-colheita das culturas em diferentes sistemas de cultivo no período de 1991/95, média e coeficiente de variação (CV). Santa Maria, RS, 1997

Sistemas	92/93	93/94	94/95
S1	----	186 a	175 b
S2	191 ab	139 abc	10 d
S3	139 b	91 cd	9 d
S4	----	136 abc	204 ab

SISTEMAS DE CULTIVO NO CONTROLE DE ARROZ-VERMELHO

S5	234 a	106 bcd	5 d
S6	42 c	57 de	4 d
S7	---	170 ab	238 a
S8	178 ab	120 abcd	5 d
S9	142 b	115 bcd	3 d
S10	135 b	11 c	105 c
Média	152	113	76
CV(%)	29	28	23

* Sistemas com médias não ligadas por mesma letra, na vertical, diferem pelo teste de Duncan a 5% .

CONCLUSÕES

Em áreas com alta infestação de arroz-vermelho, deve-se, antes de adotar a rotação de culturas ou o cultivo de arroz, promover a redução do banco de sementes de arroz-vermelho no solo.

Os sistemas de cultivo, que incluem rotação de culturas, são eficientes na redução da quantidade de arroz-vermelho, desde que se utilizem herbicidas eficientes.

O cultivo mínimo e o sistema de cultivo convencional, utilizado nas culturas de arroz, soja e milho, apresentam respostas semelhantes quanto ao controle de arroz-vermelho no solo e número de panículas na colheita.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- BALDWIN, F. L. Red rice control and alternatives crops. In: RED RICE, RESEARCH AND CONTROL, 1978, Beaumont. *Proceedings...* Beaumont: Texas A & M University, 1978. p.16-18.
- DYER, W. E. Exporting weed dormancy and germination requirement through agronomic practices. *Weed Science*, Champaign, v.43, p.498-503, 1995.
- IRGA. Instituto Riograndense do Arroz. A lavoura orizícola do Rio Grande do Sul. *Lavoura Arrozeira*, Porto Alegre, v.40, n.370, p.12-53, 1987.
- KLOSTERBOER, A. D. Red rice control in Texas. In: RED RICE, RESEARCH AND CONTROL, 1978, Beaumont. *Proceedings...* Beaumont: Texas A & M University, 1978. p.35-37.
- MARCHEZAN, E.; STORCK, L.; ASSUIT, J. Tamanho da amostra para estimar a quantidade de sementes de arroz-vermelho em solo cultivado. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.23; n.1, p.96-96, 1993.
- MENEZES, V. H. Avaliação do sistema de cultivo mínimo em arroz irrigado no controle de arroz-vermelho. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 1991, Camboriú. *Anais...* Camboriú: EPAGRI, 1991. p.276-279.
- MONTEALEGRE, F. A.; VARGAS, J. P. Efecto de algunas prácticas culturales sobre la población de arroz rojo y los rendimientos del cultivo comercial. *Arroz*, Bogotá, v.38, p.19-24, 1989.
- NOLDIN, J. A.; CHANDLER, J. M.; MAULEY, G. N. Longevidade de sementes de arroz-vermelho (*Oryza sativa*) no solo. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 1995, Camboriú. *Anais...* Camboriú: EPAGRI, 1995. p.233-235.
- PAULETTO, E. A.; TURATTI, A. L.; GOMES, A. da S. et al. Produtividade de arroz irrigado em sistema de cultivo mínimo em rotação com soja e milho. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 1991, Camboriú. *Anais...* Camboriú: EPAGRI, 1991. p.125-129.
- SACCOL, A. V. Cultivos alternativos para solos hidromórficos. In: principais problemas da lavoura de arroz, 1991, Santa Maria. *Anais...* Santa Maria, 1991. p.123-149.
- SMITH, R. J. Red rice control. *Agribusiness worldwide*, New York, p.18-23, 1992.
- SOUZA, P. R. de; FISHER, M. M. Arroz-vermelho: danos causados à lavoura gaúcha. *Lavoura Arrozeira*, Porto Alegre, v.39, n.368, p.19-20, 1986.
- SOUZA, P. R. de. Arroz-vermelho: um grande problema. *Lavoura Arrozeira*, Porto Alegre, v.42, n.387, p.30-31, 1989.

**PRESENÇA DE MICORRIZAS NAS TANGERINEIRAS
'MONTENEGRINA'/Poncirus trifoliata EM FUNÇÃO DE NÍVEIS
DE ADUBAÇÃO COM P E CALAGEM¹**

NESTOR VALTIR PANZENHAGEN², PAULO VITOR DUTRA DE SOUZA³, OTTO CARLOS KOLLER⁴

RESUMO – Esta pesquisa objetivou estudar a influência de níveis de adubação do solo sobre a colonização de fungos micorrízicos arbusculares (FMA), teores de nutrientes do solo e das folhas e produção de frutos em tangerineiras 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore), enxertadas em *Poncirus trifoliata* Raf. O plantio foi realizado em julho de 1988, em solo podzólico vermelho-escuro. Os tratamentos constaram das seguintes adubações de manutenção do solo: 1) nitrogênio e potássio + calagem; 2) nitrogênio e potássio + calagem e correção de fósforo antes do plantio; 3) nitrogênio e fósforo, na dosagem simples, e potássio + calagem; 4) nitrogênio e fósforo, na dosagem dupla, e potássio + calagem; 5) nitrogênio e fósforo, na dosagem simples, e potássio sem calagem de reposição. Houve um aumento da infecção das raízes com FMA à medida em que foram reduzidos os níveis de adubação fosfatada. Os teores de P no solo foram altos nas parcelas adubadas com este nutriente e baixos nos tratamentos sem adubação fosfatada anual. No entanto, não ocorreram diferenças significativas nos níveis foliares de P e na produção acumulada das plantas, indicando uma influência positiva dos FMA na absorção de P em plantas não adubadas com este elemento, até oito anos após o plantio.

Palavras-chave: micorriza, adubação, fruta cítrica.

**MYCORRHIZAL FUNGI COLONIZATION ON THE 'MONTENEGRINA'
TANGERINES/Poncirus trifoliata DUE TO LEVELS OF P AND LIMING**

ABSTRACT – The objectives of the present study were to investigate the influence of mineral fertilization on the colonization by arbuscular mycorrhizal (AM) fungi, nutrient levels in soil and leaves, and yield of 'Montenegrina' tangerines (*Citrus deliciosa* Tenore) grafted onto *Poncirus trifoliata* Raf. The orchard was planted in July 1988 on a dark red podzolic soil (Rhodic Paleodult). The following treatments of soil fertilizers support were applied: 1) N, K and liming; 2) N, K, liming and P, before planting; 3) N, P, K and liming; 4) N, K, double rate of P and liming; 5) N, P and K without liming. The colonization of AM fungi was increased by reduction of P fertilizers. Levels of P were high on the plots fertilized with P and decreased in treatments without annual P. However, differences did not occur in leaf P level and total fruit production, due to increase of colonization by AM fungi in plants without P fertilizer until eight years after planting.

Key words: mycorrhizae, fertilizer, citrus.

INTRODUÇÃO

Os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) formam associações mutualísticas com raízes da maioria das espécies vegetais. Morfológica e anatomicamente, as micorrizas arbusculares são caracterizadas pela invasão inter e intracelular das células corticais pelas hifas dos fungos, com formação de arbúsculos, vesículas e esporos característicos. O micélio formado externamente funciona como uma extensão do sistema radicular da planta hospedeira, aumentando a interface raiz-solo e, conseqüentemente, a absorção de nutrientes e água do solo (LOPES et al., 1983). As plantas micorrizadas normalmente tornam-se mais resistentes ao estresse hídrico, à salinidade, ao transplante e ao ataque de alguns patógenos (SOUZA et al., 1995). Além disso, os FMA exercem um papel importante na otimização da absorção e transporte de nutrientes, desde o solo para as células radiculares, principalmente de nutrientes de difusão lenta como o fósforo, contribuindo para a efi-

ciência da nutrição e crescimento das plantas (CARDOSO et al., 1986; NEMEC e VU, 1990; TOBAR et al., 1994).

Vários fatores podem afetar a colonização das raízes pelos fungos micorrízicos, como o pH, a umidade, a temperatura, a adubação e a fertilidade do solo, luminosidade e aplicação de produtos fitossanitários. Em relação aos nutrientes, altas doses de fósforo no solo e no tecido foliar comumente reduzem a colonização, a produção de esporos e de micélio externo (LOPES et al., 1983). Em geral, espécies com uma quantidade escassa de pêlos radiculares, como os cítricos (KOLLER, 1994), são altamente dependentes dos FMA (NEMEC, 1992; SOUZA et al., 1995).

Assim, devido à importância das associações micorrízicas em citros, este trabalho tem por objetivo avaliar a presença de micorrizas arbusculares no córtex das raízes de tangerineiras 'Montenegrina' e sua relação com a produção de frutos, em virtude de diferentes níveis de adubação do solo com fósforo e calagem.

1. Trabalho financiado pelo FINEP/CNPq.

2. Eng. Agr. M.Sc. - Bolsista de Pesquisa, Recém-Mestre, CNPq/RHAE. Rua Kraemer Eck, 71. 93800-000 Saporanga, RS.

3. Eng. Agr. - Bolsista Recém-Doutor, CNPq. Departamento de Horticultura e Silvicultura, Faculdade de Agronomia/UFRGS. Caixa Postal 776, 91501-970 Porto Alegre, RS.

4. Eng. Agr., Ph.D. - Professor do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, UFRGS. Bolsista de Pesquisa 1A do CNPq. Caixa Postal 776, 91501-970 Porto Alegre, RS.

Recebido para publicação em 06/08/1997.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado num pomar de tangerineiras 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore), enxertadas em *Poncirus trifoliata* Raf., localizado na Estação Experimental Agrônômica da UFRGS, em Eldorado do Sul/RS. O solo da área experimental é classificado como podzólico vermelho-escuro, de textura franco-argilosa, com relevo ondulado e substrato granito (ESPIRITO SANTO, 1988). As principais limitações deste solo referem-se à baixa fertilidade natural, geralmente muito ácido, com problemas de toxidez de alumínio, baixos teores de cálcio, matéria orgânica e fósforo disponível (BRASIL, 1973).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com cinco tratamentos e quatro repetições. Cada parcela constou de três plantas úteis, rodeadas por plantas bordaduras. O espaçamento utilizado constou de 5 m entre fileiras e de 2,5 m entre plantas, nas linhas de plantio.

Os tratamentos foram:

- 1) Solo com adubação de manutenção com nitrogênio e potássio, acrescido de calagem anual (sem P);
- 2) Solo com adubação de manutenção com nitro-

gênio e potássio, acrescido de calagem anual e correção de fósforo antes do plantio;

3) Solo com adubação de manutenção com nitrogênio, fósforo na dosagem simples (P_1) e potássio, acrescido de calagem anual;

4) Solo com adubação de manutenção com nitrogênio, fósforo na dosagem dupla (P_2) e potássio, acrescido de calagem anual;

5) Solo com adubação de manutenção com nitrogênio, fósforo na dosagem simples (P_1) e potássio, sem calagem de reposição anual.

Antes do plantio foi realizada a análise do solo. Baseado nestes resultados, em maio de 1988, realizou-se a correção do solo em todos os tratamentos, com calcário dolomítico, visando elevar o pH do solo para 6,0. No tratamento 2, na mesma data, efetuou-se a adubação corretiva do solo com P em toda a área destas parcelas. A incorporação foi realizada mediante lavração até 20 cm, seguida de gradagem. As adubações de manutenção, no período de julho de 1988 a março de 1996, foram realizadas por planta, em cobertura, na área de projeção da copa. As dosagens de nitrogênio, fósforo, potássio e calcário, aplicadas por árvore, assim como as épocas de aplicação, estão descritas na Tabela 1.

TABELA 1 – Quantidades de fertilizantes minerais e de calcário dolomítico aplicadas, por árvore e época de adubação, em tangerineiras 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore), durante o período experimental, com base nas recomendações de SIQUEIRA et al. (1987) – EEA/UFRGS

Época	Nutrientes ^e corretivo	Quantidades aplicadas (g/planta)							
		1º ano (88/89)	2º ano (89/90)	3º ano (90/91)	4º ano (91/92)	5º ano (92/93)	6º ano (93/94)	7º ano (94/95)	8º ano (95/96)
Agosto	N		30	45	60	85	110	130	150
	P ₂ O ₅	-	-	250	280	320	360	400	450
	K ₂ O	-	-	50	75	105	140	175	250
	Calcário dolomítico	300	400	500	700	900	1100	1300	1500
Out/Nov	N	30	40	60	80	110	140	170	190
Fevereiro	N	40	50	75	110	145	180	220	250
	K ₂ O	-	-	50	75	105	140	175	250

Para a avaliação dos tratamentos testados foram coletados os seguintes dados: peso total de frutos produzidos por planta e classificados em três categorias; análise de pH e teores de P, K, Ca e Mg no solo e N, P, K, Ca e Mg nas folhas, e infecção micorrízica.

A colheita foi realizada de 1991 a 1996. Os frutos foram classificados em três categoria, a saber:

- 1ª – frutos de primeira, com diâmetro superior a 6,7 cm;
- 2ª – frutos de segunda, com diâmetro entre 5,7 e 6,7 cm;

3ª – frutos de terceira, com diâmetro inferior a 5,7 cm.

A coleta de amostras de solo foi realizada em março de 1996, na profundidade de zero a 15 cm, na linha limítrofe imaginária da projeção da copa. Para a análise foliar coletou-se a terceira e a quarta folha a partir do fruto, durante o mês de fevereiro do mesmo ano.

As análises de solo e das folhas foram realizadas no Laboratório de Análise de Solos e Tecidos do Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia da

UFRGS, segundo a metodologia descrita por TEDESCO et al. (1995).

Em abril de 1996 realizou-se a coleta de raízes secundárias por planta, numa profundidade de zero a 10 cm, na região limítrofe da área de projeção da copa, visando investigar a intensidade de colonização com fungos micorrízicos. As raízes foram lavadas com água destilada e cortadas em segmentos de 1 cm, num total de 100 por parcela, que foram clarificados e tingidos, segundo adaptações ao método descrito por PHILLIPS e HAYMAN (1970). Assim, os segmentos foram colocados em solução de KOH a 10% em copos de Beaker, e mantidos em banho-maria à temperatura de 90 a 100° C, por 10 minutos. Após a repetição deste procedimento, procedeu-se à lavagem dos segmentos das raízes com água destilada, por três vezes. Em seguida, os segmentos foram transferidos para uma solução de 100 ml de hipoclorito de sódio a 1%, adicionado de 0,5 ml de ácido clorídrico, por 7 a 10 minutos. Após a eliminação da referida solução, os segmentos foram lavados com água destilada por três vezes. Os segmentos de raízes foram tingidos com algumas gotas de azul de Aman (lactofenol + azul de tripano) e aquecidos a 90° C por 1 minuto; o excesso da tintura foi retirado através da imersão em água destilada. Finalmente, os segmentos de raízes foram montados em lâminas e examinados em microscópio ótico para avaliar a presença de hifas, vesículas e arbuscúlos, segundo o método descrito por NEMEC

(1992). A porcentagem de raízes infectadas foi obtida do número de segmentos infectados em relação ao total analisado.

Para a avaliação da intensidade de hifas no córtex foi atribuída a seguinte escala de valores: 0 – ausência de hifas; 1 - baixa presença de hifas; 2 – presença moderada de hifas; 3 – intensa presença de hifas.

A densidade de vesículas e de arbuscúlos no córtex foi calculada obedecendo-se uma escala de zero a três. Atribuiu-se o valor '0' para a ausência de estruturas; '1', de 1 a 49 estruturas; '2', de 50 a 99 estruturas; e '3', para 100 ou mais estruturas.

Para a verificação de diferenças significativas entre os diversos tratamentos de adubação utilizou-se o teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A infecção micorrízica foi detectada em todos os tratamentos testados (Tabela 2). Verificou-se um decréscimo na infecção à medida em que foram aumentados os níveis de adubação do solo com P. A intensidade de ocorrência de hifas, vesículas e arbuscúlos, estruturas constituintes das micorrizas arbusculares, também foi reduzida com o incremento dos níveis de adubação fosfatada. Estas estruturas mostraram-se mais pronunciadas no tratamento com ausência de adubação com P, de conformidade com as observações feitas por LOPES et al. (1983).

TABELA 2 – Influência de níveis de adubação com fósforo e calagem na infecção radicular da tangerineira 'Montenegrina' com micorrizas arbusculares. Amostragem realizada em abril de 1996 – EEA/UFRGS

Tratamentos	Infecção (%)	Estruturas/campo ótico		
		Hifas ^a	Vesículas	Arbuscúlos
1. N, K + calagem (sem P)	89,81 a	1,82 a	1,17 a	1,49 a
2. N, K + P pré-plantio + calagem	85,88 ab	1,70 ab	1,11 ab	1,11 b
3. N, P ₁ , K + calagem	79,80 abc	1,49 ab	1,09 ab	1,09 ab
4. N, P ₂ , K + calagem	66,62 bc	1,35 ab	1,03 ab	1,03 ab
5. N, P ₁ , K, sem calagem	62,41 c	1,05 b	0,61 b	0,61 b

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si (Duncan 5%).

^a Valores subjetivos, considerando 0: ausência de hifas a 3: intensa presença de hifas.

A análise do solo (Tabela 3) acusou a presença de altos teores de potássio em todos os tratamentos. Os teores de fósforo foram baixos nos tratamentos 1 (ausência

de adubação fosfatada) e 2 (adubação fosfatada antes do plantio). Nos demais tratamentos ocorreram altos teores de P, resultantes da reposição anual deste elemento.

TABELA 3 – Influência de níveis de adubação com fósforo e calagem em tangerineiras 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore) sobre o pH e teores de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) do solo, na profundidade de zero a 15 cm, em março de 1996 - EEA/UFRGS

Tratamentos	Ph	P (mg/L)	K(mg/L)	Ca(me/dl)	Mg(me/dl)
1. N, K + calagem (sem P)	4,57 a	6,2 c	283,2 a	2,2 a	0,7 a
2. N, K + P pré-plantio + calagem	4,37 a	8,5 c	234,0 ab	1,7 b	0,5 b
3. N, P ₁ , K + calagem	4,57 a	121,5 b	209,2 b	1,7 b	0,7 a
4. N, P ₂ , K + calagem	4,42 a	207,7 a	224,0 ab	1,9 ab	0,8 a
5. N, P ₁ , K, sem calagem	4,25 a	107,0 b	173,2 b	1,0 c	0,3 c

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si (Duncan 5%).

Em todos os tratamentos o pH do solo foi muito baixo, segundo os padrões da COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO – RS e SC (1995). Isto foi devido, provavelmente, ao efeito de acidificação do solo, provocada pelo continuado uso de sulfato de amônio como fonte de nitrogênio (PORTELINHA, 1995; PANZENHAGEN, 1996). Estes resultados evidenciam, também, que nos tratamentos 1 a 4, a quantidade de calcário dolomítico, aplicado anualmente, foi insuficiente para manter o pH do solo próximo a 6,0. No tratamento 5, a ausência da calagem de reposição proporcionou a presença dos menores teores de Ca e Mg, quando comparados aos demais tratamentos.

Vários autores enfatizam a ocorrência da elevação da colonização de fungos MA em função da redu-

ção dos níveis de acidez do solo. Desta forma, é de se esperar que em condições de pH do solo mais elevado haja um incremento nos níveis de infecção das raízes com MA. Para SIQUEIRA et al. (1982), o pH do solo altera a solubilidade dos íons do meio e a permeabilidade das membranas do fungo, e em consequência, podem ocorrer modificações na intensidade de absorção de alguns nutrientes do solo.

Segundo os padrões da COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO – RS e SC (1995) para citros, verifica-se, na Tabela 4, a presença de altos teores foliares de nitrogênio, níveis satisfatórios de cálcio e magnésio, e baixos teores de fósforo e potássio em todos os tratamentos.

TABELA 4 – Teores foliares de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) em tangerineiras ‘Montenegrina’ (*Citrus deliciosa* Tenore), em função de níveis de adubação com fósforo e calagem. Amostragem da terceira e quarta folha a partir do fruto realizada em março de 1996 - EEA/UFRGS

Tratamentos	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
1. N, K + calagem (sem P)	3,17 a	0,10 a	0,71 b	3,22 b	0,41 a
2. N, K + P pré-plantio + calagem	2,97 a	0,10 a	0,85 a	3,77 a	0,39 a
3. N, P ₁ , K + calagem	3,03 a	0,10 a	0,76 ab	3,72 a	0,40 a
4. N, P ₂ , K + calagem	2,97 a	0,10 a	0,79 ab	3,80 a	0,42 a
5. N, P ₁ , K, sem calagem	3,10 a	0,10 a	0,81 ab	3,62 a	0,32 b

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si (Duncan 5%).

Um aspecto interessante pode ser verificado na comparação dos teores de nutrientes do solo com os das folhas. Nos tratamentos 3, 4 e 5 os altos índices de P total no solo contrastaram com baixos teores observados nos tratamentos 1 e 2. Apesar destas diferenças no solo, não se observou variações nos conteúdos foliares de P entre os tratamentos. Esta resposta pode ser atribuída, em parte, ao baixo pH do solo que, segundo ANGHINONI e VOLKWEISS (1995), diminui a disponibilidade de P às plantas pela formação de compostos de baixa solubilidade no solo. Além deste fator, é preciso considerar que os maiores índices de infecção com FMA nos tratamentos 1

e 2 (sem reposição anual com P) podem ter contribuído para a obtenção de teores foliares de fósforo semelhantes em todos os tratamentos, pois as FMA tem capacidade de solubilizar e fornecer às plantas nutrientes que, em princípio, estariam indisponíveis, principalmente o P. Observações semelhantes foram feitas por CARDOSO et al. (1986), NEMEC e VU (1990) e TOBAR et al. (1994).

A observação dos dados de produção de frutos, nas seis primeiras safras (Tabela 5), evidencia que não houve diferença significativa entre os tratamentos, no que tange ao somatório do peso dos frutos de primeira e segunda categorias e da produção total.

TABELA 5 – Peso total de frutos de primeira + segunda categorias, produzidos por planta, e soma geral da produção de tangerina ‘Montenegrina’ (*Citrus deliciosa* Tenore), submetida a níveis de adubação com fósforo e calagem. Somatório das safras de 1991 a 1996 - EEA/UFRGS

Tratamentos	Peso da produção (em kg/planta)	
	1 ^a + 2 ^a categoria	Total
1. N, K + calagem (sem P)	71,37 a	84,22 a
2. N, K + P pré-plantio + calagem	75,46 a	88,05 a
3. N, P ₁ , K + calagem	75,44 a	88,36 a
4. N, P ₂ , K + calagem	86,89 a	104,56 a
5. N, P ₁ , K, sem calagem	65,92 a	77,89 a

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si (Duncan 5%).

A ausência de diferenças na produção total de frutos e nos teores foliares de P entre os tratamentos, apesar da grande diferença nos teores de P no solo (Tabela 3), mostram que na presença de MA é possível obter boas produções de tangerina com níveis baixos de P no solo.

CONCLUSÕES

A colonização micorrizica das tangerineiras aumenta com a diminuição da adubação fosfatada;

As micorrizas arbusculares favorecem a absorção de P em solo com baixos teores deste nutriente, permitindo a manutenção do estado produtivo das tangerineiras em nível semelhante ao obtido em solos adubados com P, até oito anos após o plantio.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- ANGHINONI, I.; VOLKWEISS, S.J. Fósforo. In: GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; TEDESCO, M.J. *Princípios de fertilidade de solo*. Porto Alegre: Departamento de Solos da UFRGS, 1995. 265p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisas Pedológicas. *Levantamento de reconhecimento dos solos do Rio Grande do Sul*. Recife: DNPA, 1973. 431p. (Boletim Técnico, 30)
- CARDOSO, E.J.B.N.; ANTUNES, V.; SILVEIRA, A.P.D.; OLIVEIRA, M.H.A. Eficiência de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares em porta enxertos de citros. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.10, n.1, p.25-30, 1986.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS e SC. *Recomendações de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina*. 3. ed., Passo Fundo: SBCS - Núcleo Regional Sul, 1995. p.1-224.
- ESPIRITO SANTO, F.R.C. do. *Distribuição de óxidos de ferro em um catena de solos derivados de granito na região fisiográfica da Depressão Central no Estado do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: UFRGS, 1988. 141p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, UFRGS, 1988.
- KOLLER, O.C. *Citricultura: laranja, limão e tangerina*. Porto Alegre: Rígel, 1994. 446p.
- LOPES, E.S.; SIQUEIRA, J.O.; ZAMBOLIM, L. Caracterização das micorrizas vesicular-arbusculares (MVA) e seus efeitos no crescimento das plantas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.7, n.1, p.1-19, 1983.
- NEMEC, S.; VU, J.C.V. Effects of soil phosphorus and *Glomus intraradices* on growth, nonstructural carbohydrates and photosynthetic activity of *Citrus aurantium*. *Plant and Soil*, Dordrecht, v.128, n.1, p.257-263, 1990.
- NEMEC, S. Plant roots as mycorrhizal fungus inoculum for citrus grown in the field in Florida. *Advances in Horticultural Science*, Firenze, v.6, n.2, p.93-96, 1992.
- PANZENHAGEN, N.V. *Fontes e níveis de adubação em pomar novo de tangerineiras 'Montenegrina' (Citrus deliciosa Tenore)*. Porto Alegre: UFRGS, 93p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, UFRGS, 1996.
- PHILLIPS, J.M.; HAYMAN, D.S. Improved procedures for cleaning roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Transactions of the British Mycological Society*, Londres, v.55, p.158-161, 1970.
- PORTELINHA, N.V. *Sistemas de manejo do solo em pomar novo de tangerineiras 'Montenegrina' (Citrus deliciosa Tenore)*. Porto Alegre: UFRGS, 117p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, UFRGS, 1995.
- SIQUEIRA, J.O.; HUBBEL, D.H.; SCHENK, N.C. Spore germination and germ tube growth of a vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus in vitro. *Mycologia*, New York, v.74, n.6, p.952-959, 1982.
- SIQUEIRA, O.J.F.; SCHERER, E.E.; TASSINARI, G.; ANGHINONI, I.; PATELLA, J.F.; TEDESCO, M.J.; MILAN, P.A.; ERNANI, P.R. *Recomendações de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina*. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1987. 100p.
- SOUZA, P.V.D.; ALMELA, V.; AGUSTI, M. Inoculación de patrones de cítricos con micorrizas vesiculares-arbusculares y su comportamiento en los suelos de vivero. *Phytoma*, Valência, n.65, v.1, p.17-22, 1995.
- TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. 1995. *Análises de solo, plantas e outros materiais*. 2.ed. Porto Alegre: Departamento de Solos da UFRGS, 1995. 174p. (Boletim Técnico de Solos, 5)
- TOBAR, R.; AZCÓN, R.; BAREA, J.M. Improved nitrogen uptake and transport from ¹⁵N-labelled nitrate by external hyphae of arbuscular mycorrhiza under water-stressed conditions. *New Phytologist*, Cambridge, v.126, p.119-122, 1994.

AVALIAÇÃO DE SUBDOSES DE HERBICIDAS SISTÊMICOS NÃO-SELETIVOS EM SOJA

NILSON G. FLECK¹, RODRIGO NEVES², RIBAS A. VIDAL³, LEANDRO VARGAS⁴

RESUMO – Realizou-se experimento na Estação Experimental Agronômica/UFRGS, em Eldorado do Sul, Rio Grande do Sul, em 1995/96, com o objetivo de avaliar efeitos do uso de subdoses de herbicidas sistêmicos não-seletivos em soja, aplicados em estádios avançados de desenvolvimento. Os herbicidas 2,4-D, nas doses de 5 e 10 g/ha e.a., imazapyr, a 25 e 50 g/ha e.a., e sulfosate, a 25 e 50 g/ha e.a., foram aspergidos no início do florescimento (estádio R₁) ou no início da formação de legumes (estádio R₂). Imazapyr, independente da dose utilizada, reduziu a altura de inserção do primeiro legume e a estatura das plantas de soja, quando aplicado no início do florescimento, e reduziu o número de grãos por legume, quando aplicado no início da formação dos legumes. Imazapyr também reduziu o rendimento de grãos de soja, principalmente, quando aplicado no início da formação dos legumes, reduzindo este parâmetro em 48%, com 25 g/ha, e em 81%, com 50 g/ha, quando comparados à testemunha. O herbicida 2,4-D não diferiu da testemunha para as variáveis avaliadas. Sulfosate em relação à testemunha, aumentou o rendimento de grãos da cultura em 10%, na média das doses utilizadas.

Palavras-chave: reprodução vegetal, controle de plantas daninhas, *Glycine max* (L.) Merrill.

EVALUATION OF SUB-RATES OF NON-SELECTIVE SYSTEMIC HERBICIDES IN SOYBEANS

ABSTRACT – One experiment was conducted at Estação Experimental Agronômica/UFRGS, in Eldorado do Sul, Rio Grande do Sul, during the 1995/96 growing season, to evaluate the effects of use of sub-rates of non-selective systemic herbicides on soybean, applied at advanced developmental stages. The treatments consisted of applications of the herbicides 2,4-D at rates of 5 and 10 g/ha e.a., imazapyr at 25 and 50 g/ha e.a., and sulfosate at 25 and 50 g/ha e.a., sprayed at flowering initiation (R₁ stage) or at the beginning of pod development (R₂ stage). Imazapyr, regardless of the rate applied, reduced the first pod height and the soybean plant height when sprayed at beginning of pod formation. Imazapyr also reduced grain yield by 48% for rate 1 and by 81% for rate 2, when compared to untreated plots, and applied at beginning of pod development. The herbicides 2,4-D and sulfosate did not differ from the untreated check for the variables evaluated. In relation to the untreated plots, sulfosate increased soybean grain yield by 10%, on the average of rates.

Key words: reproductive characters, weed control, *Glycine max* (L.) Merril.

INTRODUÇÃO

A soja é uma das principais culturas semeadas no Brasil, sendo a maior fonte de óleo e de proteína vegetal, tanto para alimentação humana como animal. As plantas daninhas constituem-se num dos fatores de maior interferência na produção de soja por competirem pelos recursos do meio, reduzindo a produtividade; por aumentarem o custo de produção; por prejudicarem as operações de colheita; e por diminuírem a qualidade das sementes (COSTA, 1996). Normalmente, o controle de plantas daninhas nas culturas tem sido realizado, principalmente, nos estádios iniciais de desenvolvimento, para impedir sua competição por água, luz e nutrientes. Porém, plantas daninhas que escapam aos métodos iniciais de controle ou que emergem tardiamente podem produzir quantidades de sementes que assegurem infestações nos anos subsequentes (ANDRES e FLECK, 1994 a). Além disso, o aparecimento de novas plantas daninhas-problema, bem como de plantas daninhas parasitas ou resistentes aos herbicidas, e a possibilidade de uso de herbicidas não-

seletivos em lavouras de culturas anuais, tem encorajado pesquisas sobre sistemas alternativos para o seu controle.

A utilização de herbicidas, em estádios avançados de crescimento de plantas daninhas, pode ser considerada como uma possibilidade promissora no manejo destas espécies pois evita o reabastecimento do banco de sementes em áreas previamente pouco infestadas com espécies consideradas nocivas (ANDRES e FLECK, 1994 b). Os herbicidas podem afetar a população de plantas daninhas nos anos seguintes, interferindo na formação de sementes e na sua dormência (ROJAS-GARCIDUENAS e KOMMEDAHL, 1960); diminuindo a produção de sementes (ANDRES e FLECK, 1994b) e influenciando na germinação e no crescimento das plântulas (ISAACS et al., 1989). O controle de plantas daninhas, extremamente indesejáveis ou nocivas, pode ser realizado com herbicidas não-seletivos, em especial quando estiverem envolvidas áreas com extensões limitadas (ISAACS et al., 1989).

AZLIN e MCWORTER (1981) referem que aplicações de glyphosate antes da colheita da soja desseca

1. Eng. Agr., Ph.D. - Prof. Aposentado do Departamento de Plantas de Lavoura, Faculdade de Agronomia/UFRGS. Bolsista do CNPq. Caixa Postal 776, 90001-970 Porto Alegre, RS.

2. Eng. Agr. - Aluno do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia/ UFRGS.

3. Eng. Agr., Ph.D. - Prof. Adjunto do Departamento de Plantas de Lavoura, Faculdade de Agronomia/ UFRGS. Bolsista do CNPq.

4. Eng. Agr. - Aluno do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia/ UFRGS.

Recebido para publicação em 05/11/1997.

mais cedo as plantas daninhas e a folhagem da soja, podendo ajudar no controle de plantas daninhas perenes no ano seguinte. COLE e CERDEIRA (1982) descrevem que sementes oriundas de plantas de *Vigna unguiculata*, em estádios imaturos de desenvolvimento, originaram plântulas menos vigorosas, no caso de essas plantas terem sido dessecadas com glyphosate, do que aquelas provenientes de plantas não dessecadas. Da mesma forma, a produção de sementes de *Rumex crispus* foi reduzida em quase 100 % com aplicações de 2,4-D, antes ou após o florescimento, além disso, a germinação das poucas sementes produzidas foi consideravelmente reduzida (MAUN e CAVERS, 1969).

Para o manejo adequado de plantas daninhas é necessário que os herbicidas interfiram na reprodução das mesmas sem afetarem negativamente as plantas cultivadas. Por exemplo, as aplicações de glyphosate na cultura da soja, com finalidade de dessecação, devem ser feitas após a senescência nas plantas, quando as folhas tornam-se amareladas e começam a cair (JEFFERY et al., 1981). CERKAUSKAS et al. (1982) citam que sementes de soja provenientes de plantas tratadas com glyphosate, nos estádios de crescimento R_{3,5} a R₇, com frequência apresentam-se descoloridas e com vigor reduzido. Porém, aplicações de glyphosate entre 7 e 12 dias antes da colheita pode controlar plantas perenes sem causar efeitos adversos no rendimento de grãos ou na qualidade das sementes de soja (AZLIN e MCWHORTER, 1981).

HENZELL et al. (1985) descrevem efeitos prejudiciais sobre a progênie de *Arabidopsis thaliana* seguindo exposição foliar subletal a herbicidas, antes ou durante o início do estádio de florescimento das plantas-mãe. GARCIA-TORRES et al. (1995) citam que mesmo baixas doses de imazapyr (20 a 40 g/ha) aplicadas às plantas de girassol durante os estádios reprodutivos de crescimento causaram fitotoxicidade e reduziram drasticamente o rendimento de grãos.

Caso herbicidas não-seletivos possam ser aplicados em estádios específicos do desenvolvimento das sementes de plantas daninhas, de tal forma que a quantidade de sementes viáveis, que retornam ao solo, seja reduzida sem causar efeito adverso sobre a cultura, pode-se alcançar benefícios de longo prazo nos programas de controle de infestantes (RATNAYAKE e SHAW, 1992).

O presente experimento objetivou avaliar a resposta da soja ao uso de herbicidas sistêmicos não-seletivos, quando aplicados em subdoses em estádios avançados de desenvolvimento.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo na Estação Experimental Agronômica (EEA), da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), durante o período de novembro de 1995 a março de 1996. A EEA/UFRGS está localizada no município de Eldorado do Sul, RS, região fisiográfica da Depressão Central. O solo, onde foi instalado o experimento, pertence à unidade de mapeamento São

Jerônimo, sendo classificado como Podzólico Vermelho-Escuro, distrófico (Pauleduft).

A adubação do solo foi procedida de acordo com a análise química e constou da aplicação de 15 kg/ha de N, 60 kg/ha de P₂O₅ e 60 kg/ha de K₂O, o equivalente a 300 kg/ha de adubo da fórmula 5-20-20. O solo sofreu preparo convencional com aração e gradagem. A soja, cultivar RS-7 Jacuí (ciclo médio) foi semeada no dia 20 de novembro de 1995, resultando na densidade de 40 plantas/m² distribuídas em espaçamento de 0,5 m entre fileiras. O experimento foi conduzido com suplementação hídrica através de irrigação por aspersão, quando necessário. Cada unidade experimental apresentava área de 15 m², contendo seis fileiras de plantas.

Os tratamentos, a comparar, foram arranjados no delineamento experimental de blocos completamente casualizados com quatro repetições, dispostos em esquema fatorial. As épocas de aplicação de herbicida, utilizadas como fator A, foram as seguintes: aplicação no início do florescimento (estádio R₁) e no início da formação de legumes (estádio R₂). Como fator B, utilizou-se subdoses de herbicidas não-seletivos, as quais foram: 5 e 10 g/ha e.a. para 2,4-D (ácido 2,4-D-diclorofenoxiacético), na forma de sal dimetilamina, 25 e 50 g/ha e.a. para imazapyr {ácido (±)-2-[4,5-dihidro-4-metil-4-(1-metiletil)-5-oxo-1H-imidazol-2-ilo]-3-piridino carboxílico}, na forma de sal de amônio e 25 e 50 g/ha e.a. para sulfosate [N-(fosfometil) glicina], na forma de sal trimetilsulfônico. Acrescido a estes, utilizou-se um tratamento sem aplicação herbicida (testemunha).

Os herbicidas foram aplicados em pós-emergência da cultura utilizando-se pulverizador costal de precisão, operado à pressão constante de 150 kPa, empregando-se bicos de jato leque, série 110.03, os quais propiciaram volume de calda equivalente a 200 l/ha. Aos 7 e 21 dias após a emergência da soja (DAE), foi realizado controle de ervas gramíneas com haloxyfop-metil na dose de 125 g/ha. O controle de pragas foi procedido com chlorpirifos aos 15 DAE e com endosulfan aos 45 e 60 DAE.

Os efeitos dos tratamentos foram estimados em 10 plantas colhidas, aleatoriamente, nas duas fileiras centrais de cultivo de cada parcela, avaliando-se a estatura de planta, a altura de inserção do primeiro legume, o número de ramos laterais, o número de legumes por planta, o número de grãos por legume e o peso de mil grãos. O rendimento de grãos foi obtido através da colheita da área útil da parcela (8 m²), sendo determinado o teor de umidade e referido a 13 %.

As variáveis avaliadas no experimento foram submetidas a duas análises de variância. A primeira envolveu o delineamento fatorial constituído pelos três herbicidas, duas subdoses e duas épocas de aplicação, sem a inclusão da testemunha. Para tal, após a verificação da significância estatística pelo teste F, efetuou-se a comparação das médias através do teste de Tukey. Posteriormente, aplicou-se o teste bilateral de Dunnett, para diferenciar os tratamentos com herbicidas da testemunha. Em ambas as análises utilizou-se o nível de significância de 5 % de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A estatura de plantas foi menor, na média dos herbicidas e doses testadas, quando estes foram aplicados no início do florescimento das plantas (Tabela 1). Este efeito foi acentuado para o herbicida imazapyr, o qual mostrou-se significativamente diferente da testemunha quando aplicado em ambas as doses no início do florescimento (Tabela 2).

Também a altura de inserção do primeiro legume foi reduzida pelo imazapyr, em relação à testemunha, quando aplicado na dose menor no início da formação de legumes e em ambas as doses no início do florescimento. Os herbicidas 2,4-D e sulfosate não diferiram entre si e em relação à testemunha, sendo os valores dos mesmos percentualmente superiores aos do herbicida imazapyr para esta variável (Tabela 3).

TABELA 1 – Altura de plantas de soja em duas épocas de aplicação na média de subdoses de herbicidas sistêmicos não-seletivos. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1995/96

Épocas de aplicação	Altura das plantas	
	cm/planta	%
Florescimento	88 b ¹	92
Formação de legumes	94 a	98
Testemunha	96	100
CV (%)	9,5	

¹ Médias seguidas de letra diferente, comparadas na coluna, diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

TABELA 2 – Altura de plantas de soja na média de subdoses e de épocas de aplicação de herbicidas sistêmicos não-seletivos. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1995/96

Herbicidas	Altura das plantas	
	cm/planta	%
2,4-D	96 a ¹	100
Sulfosate	96 a	100
Imazapyr	82 b *	85
Testemunha	96	100
CV (%)	9,5	

Médias seguidas de mesma letra, comparadas na coluna, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

* Média seguida por asterisco difere da testemunha pelo teste de Dunnett a 5 % de probabilidade.

TABELA 3 – Altura de inserção do primeiro legume em plantas de soja tratadas com subdoses de herbicidas sistêmicos não-seletivos, em duas épocas de aplicação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1995/96

Herbicidas	Altura de inserção do primeiro legume			
	Florescimento		Formação de legumes	
	cm	%	cm	%
2,4-D	A 22 a ¹	96	A 21 ab	91
Sulfosate	A 23 a	100	A 23 a	100
Imazapyr	B 10 b *	43	A 17 b *	74
Testemunha		23	(100 %)	
CV (%)		17,9		

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula, comparadas nas colunas, ou antecedidas de mesma letra maiúscula, comparadas nas linhas, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

* Médias seguidas por asterisco diferem da testemunha pelo teste de Dunnett a 5 % de probabilidade. (Diferem ambas as doses aplicadas no início do florescimento e a dose menor aplicada no início da formação de legumes).

Os números de ramos laterais, de legumes por planta e de grãos por legume apresentaram reduções acentuadas, quando se utilizou o herbicida imazapyr comparado aos demais herbicidas (2,4-D e sulfosate), os quais não se diferenciaram da testemunha (Tabela 4). O herbicida imazapyr também reduziu o número de ramos laterais, quando aplicado na dose maior em ambas as épocas. O

imazapyr reduziu, ainda, o número de legumes por planta, quando aplicado na dose maior no início do florescimento (Tabela 5) e o número de grãos por legume, quando aplicado em ambas as doses e épocas (Tabela 6).

O número de ramos laterais por planta, apesar de não ser um componente do rendimento para a soja, apresenta grande importância, pois incrementa a produção

de componentes, contribuindo significativamente no rendimento final da cultura. Segundo MARCHEZAN e COSTA (1983), os ramos contribuíram com, aproximadamente, 66 % do total dos legumes, número de grãos e rendimento de grãos produzidos pela planta de soja. Isso ocorre, segundo os autores, porque os ramos produzem, aproximadamente, o dobro de flores e legumes fixados comparado aos produzidos pelo caule. De acordo com esses autores, os menores rendimentos de grãos obtidos naquele estudo deveriam-se à baixa fixação de flores e legumes, fato que reduz o potencial de rendimento.

Especula-se que o herbicida imazapyr pode ter reduzido os parâmetros anteriormente citados por causar

insuficiência de produtos fotossintéticos, por induzir deficiência protéica na planta e por estimular a abscisão de flores e legumes. Esses fatos podem ocorrer por este herbicida inibir a ação da enzima acetolactato sintase (ALS), a primeira enzima da rota de síntese dos aminoácidos valina, leucina e isoleucina, essenciais ao desenvolvimento normal das plantas (VIDAL, 1997; AHRENS, 1994; DEVINE et al., 1993). Além disso, herbicidas com esse mecanismo de ação são translocados às regiões meristemáticas, impedindo a divisão celular e causando morte de tecidos, encarquilhamento e clorose foliar (RAY, 1984; CLAUS, 1987).

TABELA 4 – Número de ramos laterais em plantas de soja tratadas com subdoses de herbicidas sistêmicos não-seletivos na média de épocas de aplicação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1995/96

Herbicidas	Número de ramos			
	Dose menor		Dose maior	
	n°	%	n°	%
2,4-D	A 6,0 a ¹	100	A 6,6 a	110
Sulfosate	A 5,8 a	97	A 6,3 a	105
Imazapyr	A 4,2 b	70	B 2,2 b *	37
Testemunha	6,0		(100 %)	
CV (%)	21,3			

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula, comparadas nas colunas, ou antecedidas de mesma letra maiúscula, comparadas nas linhas, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

* Média seguida por asterisco difere da testemunha pelo teste de Dunnett a 5 % de probabilidade. (Difere a dose maior aplicada em ambas as épocas).

TABELA 5 – Número de legumes em plantas de soja na média de subdoses de herbicidas sistêmicos não-seletivos e de épocas de aplicação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1995/96

Herbicidas	Número de legumes	
	legumes/planta	%
2,4-D	80 a ¹	113
Sulfosate	75 a	106
Imazapyr	46 b *	65
Testemunha	71	100
CV (%)	21,4	

¹ Médias seguidas de mesma letra, comparadas na coluna, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

* Média seguida por asterisco difere da testemunha pelo teste de Dunnett a 5 % de probabilidade. (Difere a dose maior aplicada no início do florescimento).

TABELA 6 – Número de grãos por legume em plantas de soja tratadas com subdoses de herbicidas sistêmicos não-seletivos, em duas épocas de aplicação, EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1995/96

Herbicidas	Número de grãos			
	Florescimento		Formação de legumes	
	grãos/legume	%	grãos/legume	%
2,4-D	A 1,9 a ¹	100	A 1,9 a	100
Sulfosate	A 2,0 a	105	A 1,9 a	100
Imazapyr	A 1,5 b *	79	B 1,0 b *	53
Testemunha	1,9		(100 %)	
CV (%)	8,1			

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula, comparadas nas colunas, ou antecedidas de mesma letra maiúscula, comparadas nas linhas, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

* Médias seguidas por asterisco diferem da testemunha pelo teste de Dunnett a 5 % de probabilidade. (Diferem ambas as doses aplicadas em cada época).

Para a variável rendimento de grãos da cultura observa-se que os herbicidas 2,4-D e sulfosate não diferiram entre si, sendo ambos superiores ao herbicida imazapyr, para ambas as doses e épocas de aplicação. O herbicida sulfosate reduziu o rendimento de grãos, quando aplicado na menor dose no início da formação dos legumes. O herbicida imazapyr apresentou o menor rendimento de grãos, sendo significativamente diferente da testemunha, quando aplicado em ambas as

doses no início da formação dos legumes (Tabela 7). Neste experimento não ocorreram problemas no enchimento de grãos, visto que o peso de 1000 grãos não foi alterado por nenhum dos tratamentos aplicados. Espera-se que a redução ocorrida no tratamento com imazapyr deva-se às alterações de outras características reprodutivas da cultura, podendo-se citar, como as de maior importância, as reduções nos números de legumes por planta e de grãos por legume.

TABELA 7 – Rendimento de grãos de soja cujas plantas foram tratadas com subdoses de herbicidas sistêmicos não-seletivos, em duas épocas de aplicação, EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1995/96

Herbicidas	Rendimento de grãos de soja			
	Florescimento		Formação de legumes	
	Dose 1	Dose 2	Dose 1	Dose 2
	(kg/ha)			
	R ¹	r	R	r
2,4-D	A 4310 ab (103)	A 4223 a (101)	A 3981 a (94)	A 4030 a (96)
	R	r	R	r
Sulfosate	A 4589 a (109)	A 4621 a (110)	B 3998 a (94)	A 4810 a (115)
	R	r	S	s
Imazapyr	A 3501 b (83)	A 3277 b (78)	A 2582 b * (62)	B 809 b * (19)
Testemunha	4196 (100%)			
CV (%)	12,8			

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula, comparadas nas colunas, ou antecederidas de mesma letra maiúscula, comparadas nas linhas, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias superescritas de mesma letra maiúscula entre épocas de aplicação para dose 1 e de mesma letra minúscula para dose 2, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Valores subscritos em cada média referem-se às percentagens do rendimento em relação à testemunha.

* Médias seguidas por asterisco diferem da testemunha pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

De acordo com MARCHEZAN e COSTA (1983), o rendimento de grãos é expresso pelo número e peso de grãos, sendo o componente número de grãos derivado do número de grãos por legume x número de legumes. Os autores concluíram, em seu estudo, que o número de legumes é o componente do rendimento mais promissor para elevar o rendimento de grãos. Resultados semelhantes foram obtidos por CARPENTER e BOARD (1997), os quais relatam que entre 73 e 87 % do rendimento de grãos da soja pode ser explicado pelo número de legumes por ramo, o qual foi um componente altamente afetado pelo herbicida imazapyr no presente trabalho. Mesmo baixas doses de imazapyr (20 a 40 g/ha) aplicadas às plantas de girassol, durante os estádios reprodutivos de crescimento, para o controle de *Orobanche cernua*, causaram fitotoxicidade e reduziram drasticamente o rendimento de grãos da cultura (GARCIA-TORRES et al., 1995).

Por outro lado, a inexistência de diferenças dos herbicidas 2,4-D e sulfosate em relação à testemunha, está de acordo com resultados descritos por AZLIN e

MCWHORTER (1981), os quais relatam que glyphosate, aplicado a 1,68 kg/ha ou em doses menores, não reduz o rendimento de soja, quando usado como dessecante. Por outro lado, a utilização de glyphosate e 2,4-D pode reduzir a produção e a viabilidade de sementes de *Cassia obtusifolia* (ISAACS et al., 1989), *Abutilon theophrasti*, *Setaria faberi* (BINIAK e ALDRICH, 1986), entre outras espécies. Este trabalho sugere que subdoses dos herbicidas 2,4-D e sulfosate podem representar uma alternativa viável para o manejo da reprodução de plantas daninhas, quando aplicados em estádios avançados de desenvolvimento na cultura da soja.

CONCLUSÕES

Os herbicidas 2,4-D e sulfosate, usados em subdoses em estádios reprodutivos da soja, não afetam variáveis morfológicas e reprodutivas das plantas da cultura.

O herbicida imazapyr, aplicado em subdoses em estádios avançados de crescimento da soja, promove efeitos negativos em características morfológicas e reprodutivas da cultura.

Em geral, os efeitos adversos provocados pelo imazapyr nas plantas de soja são mais intensos, quando o herbicida é aplicado em dose maior e no início da formação dos legumes.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- AHRENS, W.H. (Ed.) **Herbicide handbook**. 7.ed., Champaign: WSSA, 1994. 352p.
- ANDRES, A.; FLECK, N.G. Efeitos de imidazolinonas e sulfoniluréias sobre a produção de sementes e emergência de plântulas de quiquilho. **Planta Daninha**, Brasília, v.12, n.2, p.63-69, 1994a.
- ANDRES, A.; FLECK, N.G. Efeitos de herbicidas aplicados no período reprodutivo sobre o crescimento inicial de plantas daninhas na geração seguinte. **Planta Daninha**, Brasília, v.12, n.2, p.70-77, 1994b.
- AZLIN, W.R.; MCWHORTER, C.G. Preharvest effects of applying glyphosate to soybeans (*Glycine max*). **Weed Science**, Champaign, v.29, n.1, p.123-127, 1981.
- BINIÁK, B.M.; ALDRICH, R.J. Reducing velvetleaf (*Abitilon theophrasti*) and giant foxtail (*Setaria faberi*) seed production with simulated-roller herbicide applications. **Weed Science**, Champaign, v.34, n.2, p.256-259, 1986.
- CARPENTER, A.C.; BOARD, J.E. Branch yield components controlling soybean yield stability across plant populations. **Crop Science**, Madison, v.37, n.3, p.885-891, 1997.
- CERKAUSKAS, R.F.; DHINGRA, O.D.; SINCLAIR, J.B.; FOOR, S.R. Effect of three desiccant herbicides on soybean (*Glycine max*) seed quality. **Weed Science**, Champaign, v.30, n.5, p.484-490, 1982.
- CLAUS, J.S. Chlorimuron-ethyl (Classic): a new broadleaf postemergence herbicide in soybean. **Weed Technology**, Champaign, v.1, n.1, p.114-115, 1987.
- COLE, A.W.; CERDEIRA, A.L. Southernpea response to glyphosate desiccation. **HortScience**, Alexandria, v.17, n.2, p.244-246, 1982.
- COSTA, J.A. **Cultura da soja**. Porto Alegre: Ed. dos autores, 1996. 233p.
- DEVINE, M.; DUKE, S.O.; FEDTKE, C. **Physiology of herbicide action**. New Jersey: PTR Prentice Hall, 1993. 441p.
- GARCIA-TORRES, L.; CASTEJON-MUÑOZ, M.; LOPEZ-GRANADOS, F.; JURADO-EXPOSITO, M. Imazapyr applied postemergence in sunflower (*Helianthus annuus*) for broomrape (*Orobancha cernua*) control. **Weed Technology**, Champaign, v.9, n.4, p.819-824, 1995.
- HENZELL, R.; PHILLIPS, J.; DIGGLE, P. Influence of sublethal concentrations of herbicides and growth regulators on mouseeargrass (*Arabidopsis thaliana*) progeny. **Weed Science**, Champaign, v.33, n.4, p.430-434, 1985.
- ISAACS, M.A.; MURDOCK, E.C.; TOLER, J.E.; WALLACE, S.U. Effects of late-season herbicide applications on sicklepod (*Cassia obtusifolia*) seed production and viability. **Weed Science**, Champaign, v.37, n.6, p.761-765, 1989.
- JEFFERY, L.S.; ENGLISH, J.R.; CONNELL, J. The effects of fall application of glyphosate on corn (*Zea mays*), soybeans (*Glycine max*), and johnsongrass (*Sorghum halepense*). **Weed Science**, Champaign, v.29, n.2, p.190-195, 1981.
- MARCHEZAN, E.; COSTA, J.A. Produção e fixação de flores e legumes, em três cultivares de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.18, n.2, p.129-136, 1983.
- MAUN, M.A.; CAVERS, P.B. Effects of 2,4-D on seed production and embryo development of curly dock. **Weed Science**, Champaign, v.32, n.4, p.533-536, 1969.
- RATNAYAKE, S.; SHAW, D.R. Effects of harvest-aid herbicides on sicklepod (*Cassia obtusifolia*) seed yield and quality. **Weed Technology**, Champaign, v.6, n.4, p.985-989, 1992.
- RAY, T.B. Site of action of chlorsulfuron. **Plant Physiology**, Lancaster, v.75, n.3, p.827-831, 1984.
- ROJAS-GARCIDUENAS, M.; KOMMEDAHL, T. The effects of 2,4-D on germination of pigweed seeds. **Weeds**, Champaign, v.8, n.1, p.1-5, 1960.
- VIDAL, R.A. **Herbicidas: mecanismos de ação e resistência de plantas**. Porto Alegre: R. A. Vidal, 1997. 165p.

VERNALIZAÇÃO E COMPOSIÇÃO DO RENDIMENTO DE GRÃOS EM TRIGOS SUL-BRASILEIROS

GILBERTO ROCCA DA CUNHA¹, MÁRCIO SÓ E SILVA¹, PEDRO LUIZ SCHEEREN^{1,2}, MAURO CÉSAR FIORONI³

RESUMO – A vernalização em trigo - necessidade de temperaturas relativamente baixas no período inicial do ciclo vegetativo das plantas, para que ocorra a indução floral - pode afetar tanto as características de desenvolvimento como as de crescimento e de composição do rendimento de grãos desta cultura. Visando avaliar o efeito da vernalização artificial sobre a composição do rendimento de grãos em quatro cultivares de trigo (BR 35, Embrapa 16, Embrapa 40 e Embrapa 49), recomendadas para o sul do Brasil, foi conduzido um experimento (delineamento em blocos completos casualizados com 4 repetições) envolvendo três épocas de semeadura (26 de junho, 29 de julho e 26 de agosto) durante o ano de 1996, em Passo Fundo, Rio Grande do Sul (28° 15'S, 52° 24'W e 687 m de altitude). A vernalização artificial foi feita em câmara frigorífica a 0° C, colocando as sementes, antes da semeadura, por um período de 27 (primeira e segunda épocas) e de 30 dias (terceira época). A vernalização não afetou significativamente o rendimento de grãos (ao nível de 0,05 %). No entanto, foram afetadas, positivamente, as variáveis peso hectolítrico (PH), massa de mil grãos (MMG), número de grãos por m² (NG) e índice de colheita (IC). Também houve interação significativa para vernalização x época x cultivar. A cultivar Embrapa 16 foi a que apresentou maior resposta à vernalização artificial.

Palavras-chave: rendimento, temperatura, *Triticum aestivum* L., sul do Brasil

VERNALIZATION AND YIELD COMPONENTS OF WHEATS FROM SOUTHERN BRAZIL

ABSTRACT – Wheat vernalization - a requirement of exposure to low temperatures to induce floral setting - can affect growth, development and yield components of wheat. To evaluate the effect of vernalization on yield, an experiment was carried out in Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brazil (28° 15' S, 52° 24' W and 687 m altitude). The wheat cultivars BR 35, Embrapa 16, Embrapa 40 and Embrapa 49 were used. The wheat was sowed in June 26, July 29 and August 26 of 1996. The experimental design was a complete randomized block with four replications. For the vernalization process the seeds were exposed to temperature of 0° C in a cool chamber for 27-30 days. Artificial vernalization did not affect yield (alpha=0,05). However, yield components such as test weight, thousand kernels weight, number of kernels/m² and harvest index were increased with vernalization. The interaction vernalization x sowing date x cultivar was significant. The wheat cultivar Embrapa 16 was the most responsive to vernalization.

Key-words: yield, temperature, *Triticum aestivum* L., South of Brazil

INTRODUÇÃO

Vernalização é o processo pelo qual é atendida a necessidade de temperaturas relativamente baixas, na fase inicial de desenvolvimento da cultura de trigo e de outros cereais de inverno, para que ocorra a indução floral. A vernalização é percebida no ponto de crescimento. Portanto, pode ocorrer tanto naturalmente como ser suprida por meio artificial, ou seja, essa necessidade pode ser atendida pelas temperaturas que ocorrem sob condições de campo, ou via exposição da semente em germinação ou da planta jovem, por um certo tempo, a ambientes com temperaturas consideradas na faixa vernalizante (entre 0° e 18° C). Todavia, as temperaturas consideradas ótimas situam-se entre 0° C e 8° C. De modo geral, 50 dias de vernalização são suficientes para completar a necessidade de baixas temperaturas para todas as cultivares de trigo, apesar da grande diferença em sensibilidade existente entre os genótipos (RITCHIE, 1991 e 1993).

Além dos efeitos conhecidos da vernalização na antecipação do espigamento em trigo (FLOOD e

HALLORAN, 1984; HOOGENDOORN, 1985 e ORTIZ-FERRARA et al., 1995), outros aspectos relacionados com o crescimento da planta e os componentes do rendimento também podem ser afetados, tais como: número de folhas (KIRBY, 1992 e RAWSON e ZAJAC, 1993), número de afilhos (GRIFFITHS et al., 1985), número de grãos por espiga (PENNELL e HALLORAN, 1984), número de espiguetas por espiga (HALSE e WEIR, 1970) e massa de grãos por planta (STELMAKH, 1993). O uso do gene VRN3 (os genes VRN controlam a vernalização em trigo, McINTOSCH, 1988) foi estimulado por STELMAKH (1993), no caso de cultivo de trigo em latitudes médias e sob condições de estresse no período de enchimento de grãos.

Para trigos criados ou introduzidos para cultivo no sul do Brasil, estudos realizados por MOTA e GOEDERT (1969), WENDT (1982) e CUNHA et al. (1997) identificaram a existência de variabilidade quanto à sensibilidade dos mesmos à vernalização, particularmente no desenvolvimento (dias para o espigamento). No entanto, à exceção do trabalho de WESTPHALEN e GANDOLFI (1983), onde foi avaliado o efeito da

1. Pesquisador - Embrapa Trigo. Caixa Postal 451, 99001-970 Passo Fundo, RS.
2. Bolsista do CNPq.
3. Bolsista Aperfeiçoamento em Atividade de Pesquisa do CNPq.
Recebido para publicação em 20/02/1998

vernalização nas características de crescimento e componentes do rendimento em plantas individualizadas de alguns trigos sul-brasileiros, não são conhecidos seus efeitos sobre a composição do rendimento de grãos das cultivares atualmente recomendadas para o sul do Brasil.

Assim, o presente trabalho visou avaliar o efeito da vernalização artificial sobre a composição do rendimento de grãos, em algumas cultivares de trigo sul-brasileiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Embrapa Trigo, em Passo Fundo, Rio Grande do Sul (28°15'S, 52°24'W e 687 m de altitude), em 1996. Para tal, foram utilizados quatro genótipos de trigo indicados para cultivo no sul do Brasil: BR 35, Embrapa 16, Embrapa 40 e Embrapa 49.

O delineamento experimental empregado foi na forma de blocos completos casualizados (BCC), com 4 repetições. Os tratamentos foram distribuídos em parcelas sub-subdivididas conforme segue: parcela principal = épocas; subparcela = cultivar e sub-subparcela = tratamento de vernalização. As subsubparcelas mediam 4,0 m x 1,2 m e o espaçamento entre linhas foi de 0,20 m. As quatro linhas centrais, desprezando-se 0,5 m nas extremidades, formaram a área útil de cada unidade experimental (2,4 m²).

As três épocas de semeadura utilizadas foram as seguintes: 1ª = 26 de junho, 2ª = 29 de julho e 3ª = 26 de agosto de 1996.

Os tratamentos de vernalização: com e sem vernalização artificial das sementes, foram anteriores à semeadura. Para vernalizar, as sementes foram envolvidas em papel especial para germinação umedecido e colocadas em uma câmara com temperatura ambiente entre 0° e 2° C, por um período de 27 dias (1ª época), 27 dias (2ª época) e 30 dias (3ª época). Esta técnica de vernalização tem sido usada em estudos de bioclimatologia em trigo (PASCALE, 1955), indicando como temperaturas vernalizantes até 5° C (MOTA e GOEDERT, 1969; CUNHA et al., 1997 e 1998). O tratamento sem vernalização constou apenas de pré-ger-

minação das sementes, envolvidas em papel especial para germinação umedecido, colocadas em germinador a 20° C durante dois dias.

A semeadura foi manual, em sulcos abertos sobre solo preparado convencionalmente (aração + gradagem). A densidade de sementes foi calculada para 300 plantas/m². Antes da semeadura foi aplicado 200 kg/ha da fórmula 5-20-20, como adubação. Em termos de cobertura com nitrogênio, aplicou-se 80 kg/ha de N (fonte: uréia), por ocasião do afilhamento das plantas em cada época de semeadura. Os tratos culturais foram realizados de acordo com as recomendações da Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo (REUNIÃO, 1996).

Para as variáveis relacionadas com a composição do rendimento de grãos em trigo, realizou-se a análise de variância e, no caso de significância estatística a nível mínimo de 0,05, a discriminação entre médias foi feita pelo teste de Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A síntese da análise de variância (ANOVA), com os respectivos valores de significância obtidos pelo F-teste, para as variáveis analisadas, encontra-se na Tabela 1. Os valores considerados significativos nos níveis de probabilidade de 0,01 e de 0,05, encontram-se assinalados com (**) e com (*), respectivamente. Considerando-se um nível mínimo de significância estatística de 0,05, constata-se que a vernalização artificial não afetou o rendimento de grãos. No entanto, houve significância estatística, com relação aos tratamentos de vernalização, para as variáveis peso hectolétrico (PH), massa de mil grãos (MMG), número de grãos (NG) e índice de colheita (IC). Também ocorreu interação da vernalização com a época de semeadura e com a cultivar, e com ambas, simultaneamente, para algumas das variáveis analisadas.

A Tabela 2 mostra que a época de semeadura foi a causa de variação dominante no rendimento de grãos. A semeadura de 25 de junho, com rendimento médio de 3333,9 kg/ha, superou às demais (29 de julho e 26 de agosto), dentro do esperado para a região, conforme resultados obtidos por MOREIRA et al. (1997).

TABELA 1 – Resposta média à vernalização de quatro cultivares de trigo semeadas em três épocas. Passo Fundo, RS, 1996

Causas da variação	RG (kg/ha)	PH	MMG (g)	NG (n°/m ²)	IC
Época	**	**	**	**	*
Cultivar	**	**	**	**	**
Vernalização	ns	*	**	**	**
Época x Vernalização	**	**	Ns	**	**
Época x Cultivar	**	*	**	**	ns
Cultivar x Vernalização	*	ns	**	ns	**
Época x Cultivar x Vernalização	ns	**	**	**	ns
Coefficiente de Variação (%)	10,37	1,83	5,74	8,35	7,83

F-teste significativo ao nível de probabilidade de 0,05 e de 0,01, assinalados com (*) e (**), respectivamente; ns = não significativo. RG = rendimento de grãos, PH = peso hectolétrico, MMG = massa de mil grãos, NG = número de grãos e IC = índice de colheita

TABELA 2 – Resposta média à vernalização de quatro cultivares de trigo semeadas em três épocas (causa de variação: época de semeadura). Passo Fundo, RS, 1996

Época	RG (kg/ha)	PH	MMG (g)	NG (nº/m ²)	IC
25 junho	3333,9 a	70,3 a	30,1 a	11382,1 a	0,35 a
29 julho	2516,6 b	70,8 a	28,9 a	8745,4 b	0,32 b
26 agosto	1344,0 c	58,9 b	19,5 b	6877,4 c	0,34 ab

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente (Tukey 5%).

RG = rendimento de grãos, PH = peso hectolítrico, MMG = massa de mil grãos, NG = número de grãos e IC = índice de colheita.

A cultivar também foi importante na definição do rendimento de grãos no experimento. A cultivar Embrapa 49, com média de 2691,8 kg/ha, foi superior às demais (Tabela 3), revelando, ainda, superioridade em MMG, em NG e em IC, apesar do menor valor de PH.

A vernalização não afetou significativamente o rendimento final de grãos, embora tenha influenciado alguns componentes do rendimento (Tabela 4). O trigo vernalizado apresentou menor NG. Contudo, isso foi

compensado pela maior MMG, refletindo-se no valor de PH. Também, para o tratamento vernalizado, o IC foi maior. Na Tabela 5, no desdobramento da interação entre a época e a vernalização, não foi possível separar, pelo teste de Tukey, o efeito da vernalização sobre o rendimento final de grãos em trigo. No entanto, destaca-se que a vernalização foi importante na melhoria dos valores de PH (nas duas primeiras épocas de semeadura) e para aumentar o IC (segunda e terceira épocas).

TABELA 3 – Resposta média à vernalização de quatro cultivares de trigo semeadas em três épocas (causa de variação: cultivar). Passo Fundo, RS, 1996

Cultivar	RG (kg/ha)	PH	MMG (g)	NG (nº/m ²)	IC
BR 35	2338,4 b	66,3 b	27,7 a	8343,9 b	0,34 a
Embrapa 16	2186,8 b	65,7 bc	22,9 b	9037,3 b	0,32 b
Embrapa 40	2375,9 b	70,2 a	27,2 a	8552,5 b	0,34 a
Embrapa 49	2691,8 a	64,5 c	26,8 a	10072,9 a	0,33 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente (Tukey 5%).

RG = rendimento de grãos, PH = peso hectolítrico, MMG = massa de mil grãos, NG = número de grãos e IC = índice de colheita.

TABELA 4 – Resposta média à vernalização de quatro cultivares de trigo semeadas em três épocas (causa de variação: vernalização). Passo Fundo, RS, 1996

Vernalização	PH	MMG (g)	NG (nº/m ²)	IC
Com	67,0 a	27,3 a	8692,1 b	0,36 a
Sem	66,3 b	25,1 b	9311,1 a	0,31 b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente (Tukey 5%).

PH = peso hectolítrico, MMG = massa de mil grãos, NG = número de grãos e IC = índice de colheita.

TABELA 5 – Resposta média à vernalização de quatro cultivares de trigo semeadas em três épocas (causa de variação: época x vernalização). Passo Fundo, RS, 1996

Época x Vernalização	RG (kg/ha)	PH	NG (nº/m ²)	IC
25 jun - Vernalizado	3231,7 a	71,1 a	10542,1 b	0,34 b
25 jun - Não Vernalizado	3436,1 a	69,4 b	12222,1 a	0,36 b
29 jul - Vernalizado	2641,1 b	72,2 a	8729,5 c	0,35 b
29 jul - Não Vernalizado	2392,1 b	69,4 b	8761,3 c	0,30 c
26 ago - Vernalizado	1370,9 c	57,8 d	6804,9 d	0,40 a
26 ago - Não Vernalizado	1317,4 c	60,1 c	6949,9 d	0,27 c

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente (Tukey 5%).

Obs.: RG = rendimento de grãos, PH = peso hectolítrico, NG = número de grãos e IC = índice de colheita.

Quanto à interação época x cultivar, Tabela 6, observa-se um comportamento homogêneo entre as cultivares, nas duas primeiras épocas. Todas tiveram a mesma resposta para rendimento, com os valores maiores na primeira e na segunda época. 'Embrapa 40', nas três épocas, foi superior em valores de PH e inferior em NG. A cultivar Embrapa 16 foi a de menor MMG, tendo 'BR 35' e 'Embrapa' 49 apresentado os maiores valores. Na terceira época (26 de agosto), destacou-se a 'Embrapa 49' em relação às demais, ficando 'BR 35' e 'Embrapa 40', em um grupo intermediário e a 'Embrapa 16' na última posição, para as variáveis RG, PH, MMG e NG, em conjunto.

Também não foi possível separar o efeito da vernalização sobre o desempenho das cultivares, individualmente, para rendimento de grãos (Tabela 7). No caso da MMG e do IC, o tratamento de vernalização foi superior, particularmente nas cultivares Embrapa 16 e BR 35.

O teste de discriminação de médias para a interação tríplice (época x cultivar x vernalização), no caso das variáveis PH, MMG e NG, encontra-se na Tabela 8. Constata-se que a cultivar Embrapa 16 foi a única que mostrou resposta positiva à vernalização, para PH, nas três épocas avaliadas. Além disso, 'Embrapa 16' apresentou efeito da vernalização sobre a MMG (primeira e segunda épocas) e no NG (primeira época).

TABELA 6 – Resposta média à vernalização de quatro cultivares de trigo semeadas em três épocas (causa de variação: época x cultivar). Passo Fundo, RS, 1996

Época x Cultivar	RG (kg/ha)	PH	MMG (g)	NG (n°/m ²)
25 jun - BR 35	3104,8 ab	69,4 bc	32,0 a	9942,9 bc
25 jun - Embrapa 16	3517,5 a	70,6 b	28,5 c	12839,3 a
25 jun - Embrapa 40	3214,5 a	73,6 a	30,9 ab	10442,6 b
25 jun - Embrapa 49	3498,9 a	67,4 c	29,2 bc	12303,6 a
29 jul - BR 35	2599,4 c	70,4 b	31,3 ab	8326,9 cdef
29 jul - Embrapa 16	2245,5 cd	69,6 bc	25,1 d	8975,6 bcd
29 jul - Embrapa 40	2535,0 c	75,0 a	30,4 abc	8233,8 def
29 jul - Embrapa 49	2686,6 bc	68,3 bc	26,7 c	9445,4 bcd
26 ago - BR 35	1311,1 e	59,3 de	19,7 f	6761,9 fg
26 ago - Embrapa 16	797,5 f	56,9 e	15,3 g	5297,0 g
26 ago - Embrapa 40	1378,4 e	61,9 d	20,2 f	6981,1 efg
26 ago - Embrapa 49	1889,8 d	57,8 e	22,7 e	8469,6 cde

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente (Tukey 5 %).

RG = rendimento de grãos, PH = peso hectolítrico, MMG = massa de mil grãos e NG = número de grãos.

TABELA 7 – Resposta média à vernalização de quatro cultivares de trigo semeadas em três épocas (causa de variação: cultivar x vernalização). Passo Fundo, RS, 1996

Cultivar x Vernalização	RG (kg/ha)	MMG (g)	IC
BR 35 – Vernalizado	2396,8 bc	28,8 a	0,37 a
BR 35 - Não Vernalizado	2280,1 cd	26,6 b	0,32 b
Embrapa 16 – Vernalizado	2310,7 cd	25,8 b	0,38 a
Embrapa 16 - Não Vernalizado	2063,0 d	20,1 c	0,26 c
Embrapa 40 – Vernalizado	2297,5 cd	27,4 ab	0,36 ab
Embrapa 40 - Não Vernalizado	2454,5 abc	26,9 ab	0,33 b
Embrapa 49 – Vernalizado	2653,4 ab	27,0 ab	0,34 ab
Embrapa 49 - Não Vernalizado	2730,1 a	26,6 b	0,33 b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente (Tukey 5%).

RG = rendimento de grãos, MMG = massa de mil grãos e IC = índice de colheita.

TABELA 8 – Resposta média à vernalização de quatro cultivares de trigo semeadas em três épocas (causa de variação: época x cultivar x vernalização). Passo Fundo, RS, 1996

Época x Cultivar x Vernalização	PH	MMG (g)	NG (n°/m ²)
25 jun BR 35 - Vernalizado	70,0 cde	33,4 a	9485,3 defg
25 jun BR 35 - Não Vernalizado	68,8 def	30,6 ab	10400,5 cde
25 jun Embrapa 16 - Vernalizado	73,5 ab	32,3 ab	10813,3 bcd

VERNALIZAÇÃO E COMPOSIÇÃO DO RENDIMENTO DE GRÃOS EM TRIGOS SUL-BRASILEIROS

25 jun Embrapa 16 - Não Vernalizado	67,8 ef	24,6 cd	14865,3 a
25 jun Embrapa 40 - Vernalizado	73,3 abc	30,4 ab	10035,5 cdef
25 jun Embrapa 40 - Não Vernalizado	74,0 ab	31,4 ab	10849,8 bcd
25 jun Embrapa 49 - Vernalizado	67,5 ef	29,1 b	11834,3 bc
25 jun Embrapa 49 - Não Vernalizado	67,3 ef	29,4 ab	12773,0 ab
29 jul BR 35 - Vernalizado	71,5 bcd	32,6 ab	8340,0 efghi
29 jul BR 35 - Não Vernalizado	69,3 def	30,1 ab	8313,8 efghi
29 jul Embrapa 16 - Vernalizado	73,0 abc	28,7 bc	8883,3 defgh
29 jul Embrapa 16 - Não Vernalizado	66,3 f	21,5 de	9068,0 defg
29 jul Embrapa 40 - Vernalizado	75,0 a	30,9 ab	8041,5 fghi
29 jul Embrapa 40 - Não Vernalizado	75,0 a	29,9 ab	8426,0 efghi
29 jul Embrapa 49 - Vernalizado	69,3 def	28,9 b	9653,3 def
29 jul Embrapa 49 - Não Vernalizado	67,3 ef	28,3 bc	9237,5 defg
26 ago BR 35 - Vernalizado	59,3 ghi	20,4 def	6906,0 hijk
26 ago BR 35 - Não Vernalizado	59,3 ghi	19,1 ef	6617,8 ijk
26 ago Embrapa 16 - Vernalizado	51,8 j	16,4 fg	5668,0 jk
26 ago Embrapa 16 - Não Vernalizado	62,0 g	14,2 g	4926,0 k
26 ago Embrapa 40 - Vernalizado	61,5 gh	20,9 de	6583,5 ijk
26 ago Embrapa 40 - Não Vernalizado	62,3 g	19,6 ef	7378,8 ghij
26 ago Embrapa 49 - Vernalizado	58,5 hi	23,1 de	8062,0 fghi
26 ago Embrapa 49 - Não Vernalizado	57,0 i	22,2 de	8877,3 defgh

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente (Tukey 5%).

PH = peso hectolítrico, MMG = massa de mil grãos e NG = número de grãos.

Pelo exposto, o experimento não possibilitou concluir se há efeito da vernalização artificial, antes da semeadura, sobre o rendimento de grãos nas variedades testadas. Considerando o conjunto das variáveis analisadas, a cultivar Embrapa 16 foi a que mostrou maior resposta à vernalização artificial, confirmando a sua exigência em vernalização diferenciada, em relação às demais cultivares testadas, conforme resultados de estudo de caracterização bioclimática em trigos sul-brasileiros realizado por CUNHA et al. (1997 e 1998), indicado na Tabela 9, que mostra o efeito do tratamen-

to de vernalização na duração do subperíodo emergência-espigamento nas cultivares e nas três épocas de semeadura. A disponibilidade de ambiente em termos de temperaturas vernalizantes, representada pelas temperaturas médias das mínimas, pode ser observada na Tabela 10. Constata-se que, apesar destas temperaturas estarem na faixa considerada efetiva em termos de vernalização (0 a 18 °C), a vernalização artificial foi efetiva em antecipar o espigamento, particularmente na cultivar caracterizada como de maior sensibilidade: Embrapa 16.

TABELA 9 – Diferença na duração do subperíodo emergência-espigamento (dias) em trigo, entre os tratamentos com e sem vernalização. Passo Fundo, RS, 1996

Cultivar	Época de Semeadura		
	25/06/96	29/07/96	26/08/96
	----- dias -----		
BR 35	3	2	3
Embrapa 16	8	14	12
Embrapa 40	4	1	1
Embrapa 49	3	1	1

TABELA 10 – Temperatura média das mínimas. Passo Fundo, RS, 1996

	Mês											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
	1996											
1°												
Decêndio	17,4	17,4	16,3	17,7	12,5	5,2	7,1	11,0	5,8	13,3	16,4	17,5
2°												
Decêndio	18,6	15,7	16,8	12,4	10,1	10,8	6,8	9,6	10,5	13,7	17,1	16,7
3°												
Decêndio	18,5	19,1	16,1	13,7	9,6	5,3	5,1	12,2	13,5	13,6	13,7	18,8
Mensal	18,2	17,4	16,4	14,6	10,7	7,1	6,3	10,9	9,9	13,5	15,7	17,7

BIBLIOGRAFIA CITADA

- CUNHA, G.R.; SCHEEREN, P.L.; DEL DUCA, L.J.A.; FIORINI, M.C.; SILVA, C.F.L. Índice de sensibilidade à vernalização em trigos sul-brasileiros. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v.6, n.1, p.29-33, 1998.
- CUNHA, G.R.; SCHEEREN, P.L.; RODRIGUES, O.; DEL DUCA, L.J.A.; SILVA, C.F.L.; FIORINI, M.C. Bioclimatologia em trigos sul-brasileiros. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v.5, n.2, p.195-198, 1997.
- FLOOD, R.G.; HALLORAN, G.M. The association of vernalization and photoperiod responses in wheat. *Cereal Research Communications*, Szeged, Hungary, v.12, n. 1/2, p.5-11, 1984.
- GRIFFITHS, F.E.W.; LYNDON, R.F.; BENNETT, M.D. The effects of vernalization on the growth of the wheat shoot apex. *Annals of Botany*, London, v.56, p.501-511, 1985.
- HALSE, N.J.; WEIR, R.N. Effects of vernalization, photoperiod, and temperature on phenological development and spikelet number of Australian wheat. *Australian Journal of Agricultural Research*, Collingwood, v.21, n.3, p.383-393, 1970.
- HOOGENDOORN, J. The physiology of variation in the time of ear emergence among wheat varieties from different regions of the world. *Euphytica*, Dordrecht, v.34, n.2, p.559-571, 1985.
- KIRBY, E.J.M. A field study of the number of main shoot leaves in wheat in relation to vernalization and photoperiod. *Journal of Agricultural Science*, Cambridge, v. 118, p.271-278, 1992.
- McINTOSH, R.A. Catalogue of gene symbols for wheat. In: INTERNATIONAL WHEAT GENETICS SYMPOSIUM, 7., 1988, Cambridge. *Proceedings...* Cambridge: Institute of Plant Science Research, 1988. v.2, p.1257-1261.
- MOREIRA, J.C.; GOMES, E.P.; SOUZA, C.N.A. de. **Informação sobre as cultivares de trigo recomendadas para plantio no Rio Grande do Sul em 1997**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1997. 40p. (Circular Técnica, 10)
- MOTA, F.S.; GOEDERT, C.O. Características bioclimáticas dos trigos sul-brasileiros. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.4, p.79-87, 1969.
- ORTIZ-FERRARA, G.; MOSAAD, M.G.; MAHALAKSHMI, V.; FISCHER, R.A. Photoperiod and vernalization response of wheat under controlled environment. *Plant Breeding*, Berlin, v.114, n.6, p.505-509, 1995.
- PASCALÉ, A.J. Métodos para determinar las características bioclimáticas de una variedad de trigo. *Meteoros*, Buenos Aires, v.5, n.1-2, p.5-18, 1955.
- PENNELL, A.; HALLORAN, G.M. Influence of vernalization and photoperiod on supernumerary spikelet expression in wheat. *Annals of Botany*, London, v.53, p.821-831, 1984.
- RAWSON, H.M.; ZAJAC, M. Effects of higher temperature, photoperiod and seed vernalisation on development in two spring wheats. *Australian Journal of Plant Physiology*, Collingwood, v.20, p.211-222, 1993.
- REUNIAO DA COMISSAO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 28., 1996, Passo Fundo. **Recomendações...** Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1996, 76p.
- RITCHIE, J.T. Genetic specific data for crop modeling. In: PENNING DE VRIES, F.W.T. et al. (Ed.) **Systems approaches for agricultural development**. Netherlands: Kluwer, 1993. p.77-93.
- RITCHIE, J.T. Wheat phasic development. In: American Society of Agronomy, **Modeling plant and soil systems**. Madison: Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 1991. p.31-54. (Agronomy Monograph, 31).
- STELMAKH, A.F. Genetic effects of Vrn genes on heading date and agronomic traits. *Euphytica*, Dordrecht, v.65, n.1, p.53-60, 1993.
- WENDT, W. Respostas de genótipos de trigo ao fotoperíodo e temperatura média sob condições naturais. In: REUNIAO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 12., 1982, Cascavel. **Resultados...** Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1982. p.267-279.
- WESTPHALEN, S.L., GANDOLFI, V.H. Efeitos da vernalização sobre caracteres agrônômicos e fenológicos em genótipos de trigo nacionais e estrangeiros. *Agronomia Sulriograndense*, Porto Alegre, v.19, n.1, p.9-22, 1983.

ANÁLISE QUANTITATIVA DE PARÂMETROS GENÉTICOS E FENOTÍPICOS EM FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.)

JEFFERSON LUÍS MEIRELLES COIMBRA¹, ALTAMIR FREDERICO GUIDOLIN², FERNANDO IRAJÁ FELIX DE CARVALHO³, IRAN AZEVEDO DUARTE⁴

RESUMO – Importante contribuição da genética quantitativa para o melhoramento de plantas é a possibilidade de obter-se estimativas de parâmetros genéticos que, auxiliem de forma direta a seleção. Com o objetivo de caracterizar e estimar ganhos genéticos, foram avaliados 32 genótipos de feijão comum, sendo três cultivares comerciais e 29 linhagens. O experimento, em blocos casualizados, com quatro repetições, foi conduzido em Lages, Santa Catarina, no ano agrícola de 1995/96. De acordo com os resultados obtidos, as linhagens possuem ampla variabilidade genética para todos os caracteres estudados, evidenciando que métodos clássicos de melhoramento devem ser preferidos. A seleção direta mostrou ser mais eficiente, comparativamente à seleção indireta, para os caracteres estatura de planta e peso de mil grãos. Para os caracteres ciclo vegetativo, ciclo da cultura e altura de inserção do primeiro legume, a seleção indireta evidenciou maior ganho genético. O caráter altura de inserção do primeiro legume sofreu expressiva influência do ambiente, indicando que a pressão de seleção, para este caráter, deve ser exercida em gerações com alto grau de homozigose.

Palavras-chave: feijão comum, genética vegetal, fenótipo, variação genética, melhoramento vegetal

PHENOTYPIC AND GENETIC PARAMETERS ANALYSIS IN BEAN (*Phaseolus vulgaris* L.)

ABSTRACT – An important contribution of quantitative genetics to plant breeding is the possibility to obtain an estimate of genetic parameters to aid the selection in a direct way. Aiming to characterize and to evaluate the genetic gains, 32 genotypes of common bean were evaluated: three commercial cultivars and 29 lines. A completely randomized block design with four replications was used in the 1995/96 crop season in Lages, Santa Catarina. The results demonstrated that the tested black bean lines had a wide genetic variability for all studied characters, indicating that classic methods of improvement should be preferred. The direct selection was more efficient, compared to the indirect selection, for the characters plant height and 1000 grains weight. The indirect selection evidenced larger genetic gain for the characters: vegetative cycle, crop cycle and height of insertion of the first pod. The character insertion of the first pod was highly influenced by the environment, thus a selection pressure should be put in practice for this character, in generations with high level of homozygosis.

Key words: common bean, plant genetics, phenotype, genetic variation, plant breeding

INTRODUÇÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma das mais importantes culturas de estação quente do Sul do Brasil. A comercialização do feijão proporciona uma das primeiras receitas das culturas de primavera-verão, o que significa uma injeção de recursos em momento financeiro crítico, principalmente para os pequenos agricultores (BISOGNIN et al., 1997).

A produção de grãos de feijão por unidade de área, a nível de agricultor, caracteriza-se pelos baixos rendimentos, em relação aos obtidos em trabalhos de pesquisa. O rendimento do feijão tem atingido patamares tão baixos que WILDNER (1992) comenta que, se não houver uma tomada de decisão para reverter esta situação, em pouco tempo a lavoura será inviabilizada economicamente.

Os programas de melhoramento genético para a cultura, segundo MIRANDA et al. (1993), estão lançando, em escala comercial, cultivares específicas para cada região, através do emprego da genética quantitativa

na estimação dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade, sempre com o intuito de maximizar o potencial de rendimento da cultura de feijão.

Processos fisiológicos podem influir direta ou indiretamente sobre o caráter rendimento de grãos (FEHR 1987). Entretanto, a seleção de genótipos superiores tem sido uma tarefa difícil, uma vez que os caracteres de importância agrônômica, em sua maioria quantitativos, apresentam base genética complexa, além de serem altamente influenciados pelo ambiente.

As correlações genéticas e fenotípicas entre caracteres de importância agrônômica são parâmetros relevantes para o melhoramento genético vegetal, principalmente porque, quando a seleção é realizada com base em um dado caráter, provavelmente resultam alterações em outros caracteres geneticamente correlacionados. Nos programas de melhoramento, o objetivo, em geral, é obter progresso simultâneo em vários caracteres; portanto, o conhecimento de parâmetros genéticos e fenotípicos poderá auxiliar a seleção de genótipos superiores pela escolha de técnicas de melhoramento mais

1. Eng. Agr. - aluno do Curso de Pós-graduação, UFPel. Bolsista da CAPES. Caixa Postal 354, 96001-970 Capão do Leão, RS. jlmcpos@ufpel.tche.br

2. Eng. Agr. M.Sc. - Professor de Genética da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC).

3. Eng. Agr. Ph.D. - Professor da Universidade Federal de Pelotas. Pesquisador do CNPq.

4. Eng. Agr. - Agroeste Híbridos de Milho. Xanxerê, SC.

Recebido para publicação em 25/02/1998.

adequadas. Estimativas de parâmetros relacionados à produtividade de grãos e seus componentes, bem como a caracteres adaptativos, como ciclo da cultura e estatura de planta, têm sido frequentemente obtidas (SANTOS e VENCOVSKY 1986; AMARAL et al., 1996; ABREU et al., 1990; RAMALHO e VENCOVSKY 1978; RESENDE et al., 1997; RAMALHO et al., 1979 e FEHR 1987).

Na obtenção de genótipos superiores, o melhorista tem necessidade de selecionar com base em vários caracteres, para melhor inferir sobre a superioridade relativa dos mesmos (CRUZ, 1997). Desta forma, o presente trabalho tem por objetivos a quantificação de ganhos diretos e indiretos, estimar parâmetros genéticos e fenotípicos, e correlações entre caracteres de importância agrônômica, como ciclo da cultura e porte de planta com peso de grãos.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido a campo, no ano de 1995/96, em Lages/SC, em solo da unidade de mapeamento Lages, preparado de forma convencional. A adubação de base equivaliu a 15, 55 e 60 kg/ha de NPK, respectivamente. A adubação de cobertura, realizada no estádio de duas folhas trifolioladas, foi o equi-

valente a 70 kg/ha de N (uréia). Para controle das plantas invasoras aplicou-se o herbicida metolachlor na dose de 2 kg/ha. Logo após a semeadura, realizaram-se capinas para controlar as plantas daninhas que não foram eliminadas pelo herbicida. O inseticida utilizado foi methamidophos (Tamaron BR) na dose de 0,5 a 1,0 l/ha do produto comercial, para controle de tripses do feijoeiro (*Caliothrips phaseoli*), pulgão (*Aphis craccivora*), cigarrinha verde (*Empoasca kraemeri*) e vaquinha verde amarela (*Diabrotica speciosa*).

Os genótipos de feijão preto incluídos neste trabalho, que constituíram o Ensaio Sul-brasileiro de Feijão (ESB), foram 32, sendo 29 linhagens e 3 cultivares, estas utilizadas como padrão (Tabela 1). As variáveis avaliadas foram: número de dias entre a emergência e o florescimento (EMFL), número de dias entre emergência e a maturação de colheita (EMMC), estatura de planta (EST) em centímetros, ponto de inserção do primeiro legume medida (PIL) em centímetros, e peso de mil grãos (PMG) em gramas. Todas as avaliações realizadas foram baseadas nos estádios de crescimento da cultura, seguindo a escala proposta pelo CIAT (1991). A emergência foi avaliada no estádio V₁, a data de floração no estádio R₀ e a data de maturação de colheita no estádio R₀, quando 50 % dos legumes da parcela estavam aparentemente em maturação fisiológica.

TABELA 1 – Identificação, hábito de crescimento (HC), cor da flor (CF) e origem dos genótipos utilizados no Ensaio Sul-brasileiro de linhagens de feijão preto, no município de Lages/SC, no ano agrícola de 1995/96

Número	Genótipo	HC*	CF	Origem
1	AN 9021332	III	Violeta	CNPAF/EMBRAPA
2	AN 9021361	II	Violeta	CNPAF/EMBRAPA
3	AN 9021599	II	Violeta	CNPAF/EMBRAPA
4	AN 9021602	II	Violeta	CNPAF/EMBRAPA
5	AN 9021626	II	Violeta	CNPAF/EMBRAPA
6	AN 9021697	II	Violeta	CNPAF/EMBRAPA
7	AN 9021750	II	Violeta	CNPAF/EMBRAPA
8	AN 9123293	II	Violeta	CNPAF/EMBRAPA
9	Barriga Verde #	II	Violeta	EPAGRI
10	CB 9021799	II	Violeta	CNPAF/EMBRAPA
11	CB 9021830	II	Violeta	CNPAF/EMBRAPA
12	CB 9022412	II	Violeta	CNPAF/EMBRAPA
13	CB 9022627	II	Violeta	CNPAF/EMBRAPA
14	Diamante Negro	II	Violeta	CNPAF/EMBRAPA
15	FT 86-105	II	Violeta	FT SEMENTES
16	FT 90-1849	II	Violeta	FT SEMENTES
17	FT 90-1863	II	Violeta	FT SEMENTES
18	IAPAR 44 #	II	Violeta	IAPAR
19	LP 90-98	II	Violeta	IAPAR
20	LP 91-129	II	Violeta	IAPAR
21	LP 92-11	II	Violeta	IAPAR
22	LP 92-13	II	Violeta	IAPAR
23	LP 92-16	II	Violeta	IAPAR
24	LP 93-68	II	Violeta	IAPAR
25	LP 93-80	III	Violeta	IAPAR
26	Rio Tibagi #	II	Violeta	IAPAR

27	TB 94-01	II	Violeta	CPACT /EMBRAPA
28	TB 94-02	II	Violeta	CPACT/EMBRAPA
29	TB 94-03	II	Violeta	CPACT /EMBRAPA
30	TB 94-04	II	Violeta	CPACT /EMBRAPA
31	LP 94-62	II	Violeta	IAPAR
32	Xamego	II	Violeta	CNPAF/EMBRAPA

* Tipo II - Indeterminado, ramificação ereta e fechada.

Tipo III - Indeterminado, ramificação aberta e abundante, prostrada.

padrão (testemunha).

A determinação do ponto de inserção do primeiro legume foi avaliada no estádio R₇, quando o primeiro legume atingiu 2,5 cm de comprimento. No estádio R₉, atribuiu-se a nota geral em função das condições gerais de desenvolvimento, carga de legumes, porte e acamamento.

O delineamento experimental empregado foi de blocos casualizados, com quatro repetições. Cada unidade experimental foi constituída por duas fileiras de 5 m de comprimento com 10 plantas/m ou 200.000 plantas/ha, a espaços de 0,5 m entre fileiras e 0,2 m entre covas dentro das fileiras. A área útil constou de duas fileiras, descartando 0,5 m das extremidades da parcela, totalizando uma área de 4 m². Foram semeadas duas fileiras em torno do experimento como bordadura.

A partir da análise de variância, foram estimadas a variância genética (σ^2_G) e a variância fenotípica (σ^2_P) a nível de média; a herdabilidade no sentido amplo (h^2_a) cuja unidade de seleção era a média dos genótipos; o ganho esperado com a seleção direta (Δ_G) e a resposta correlacionada RC_(2/1), através das seguintes expressões, apresentadas por CRUZ e REGAZZI (1997).

$$\begin{aligned} \sigma^2_P &= QMG/r & h^2 &= \sigma^2_G/\sigma^2_P \\ \sigma^2_E &= QME/r & \Delta_G &= i \cdot \sigma_{G_i} \cdot h_i \\ \sigma^2_G &= (QMG-QME)/r & RC_{(2/1)} &= i \cdot \sigma_{G_1} \cdot h_2 \cdot r_g \end{aligned}$$

onde:

i = diferencial de seleção standardizado. No presente trabalho foram considerados quatro genótipos selecionados (12,5%), sendo assim i = 1,67;

QMG = quadrado médio dos genótipos;

QME quadrado médio do erro;

r = número de repetições;

Δ_G = ganho genético esperado;

σ_{G_i} = desvio padrão da variância genética aditiva do caráter i;

h_i = raiz quadrada da herdabilidade, a nível de média;

r_g = correlação genética entre os caracteres i e j;

RC_(2/1) = ganho esperado no caráter 2 (primário) na unidade em que foi avaliado, por seleção praticada no caráter 1 (secundário).

As correlações genética e fenotípica entre os caracteres foram estimadas de acordo com o procedimento relatado por FALCONER e MACKAY (1996), ou seja:

$$r_{g\ 1,2} = \text{COV}_{g(1,2)} / (\sigma^2_{g1} \cdot \sigma^2_{g2})^{1/2}$$

$$r_{p\ 1,2} = \text{COV}_{p(1,2)} / (\sigma^2_{p1} \cdot \sigma^2_{p2})^{1/2}$$

$$r_{e\ 1,2} = \text{COV}_{e(1,2)} / (\sigma^2_{e1} \cdot \sigma^2_{e2})^{1/2}$$

onde: $r_{g\ 1,2}$, $r_{p\ 1,2}$ e $r_{e\ 1,2}$ correlação genética, fenotípica e de ambiente a nível de média, respectivamente entre os caracteres 1 e 2;

$\text{COV}_{G(1,2)}$, $\text{COV}_{P(1,2)}$ = covariância genética e fenotípica média, respectivamente entre os caracteres 1 e 2.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste de F e as médias foram comparadas pelo teste DMS de Fisher (P<0,05), descritos por STEEL e TORRIE (1960). Parâmetros genéticos e fenotípicos, correlações e a resposta correlacionada, foram obtidos a partir do programa computacional em genética e estatística (CRUZ, 1997).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quadrados médios obtidos nas análises de variância para os cinco caracteres testados, número de dias entre a emergência e o florescimento (EMFL), número de dias entre a emergência e a maturação de colheita (EMMC), estatura de planta em centímetros (EST), altura de inserção do primeiro legume (AIL) e peso de mil grãos (PMG) encontram-se na Tabela 2. As análises foram conduzidas considerando-se, inicialmente, as linhagens como um grupo e as cultivares utilizadas como testemunha como outro grupo. Ocorreram diferenças significativas (P<0,01) para todos os cinco caracteres avaliados quanto à primeira causa de variação (genótipos) do experimento. Para a fonte de variação grupo, somente para os caracteres EST e PMG foram detectadas diferenças significativas (P<0,01) entre linhagens e as cultivares utilizadas como padrão. Esta diferença entre os caracteres avaliados, evidencia ampla variabilidade genética dentre os caracteres testados.

TABELA 2 – Resumo das análises de variância, para os caracteres: número de dias entre a emergência e o florescimento (EMFL), número de dias entre a emergência e a maturação de colheita (EMMC), estatura de planta (EST), altura de inserção do primeiro legume (AIL) e peso de mil grãos (PMG), obtidos no Ensaio Sul-brasileiro de linhagens de feijão preto, no município de Lages, SC, no ano agrícola de 1995/96

Causas de variação	G.L.	Quadrado Médio				
		EMFL	EMMC	EST (cm)	AIL (cm)	PMG (g)
Genótipos	31	4,915**	12,555**	238,838**	8,031**	1291,40**
Grupos ¹	1	0,648	0,017	592,190**	2,167	3125,90**
Erro	92	0,627	3,533	53,312	3,753	79,440
Média linhagens		39,422	84,543	67,120	14,995	211,371*
Média padrões		39,667	84,583	74,500*	15,441	194,417
C.V. (%)		2,009	2,223	10,767	12,883	4,249

* e ** significativo pelo teste de F ao nível de 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

¹ grupo (linhagens ou padrões)

Pode ser observado que o valor médio de linhagens e padrões não diferiram estatisticamente, pelo teste de F, para os caracteres EMFL, EMMC e AIL. Por outro lado, o caráter PMG apontou valor médio, para as linhagens, estatisticamente superior àquele para cultivares utilizadas como padrões no experimento. Ainda

na Tabela 2, pode ser observado que, para todos os caracteres testados, a estimativa do coeficiente de variação (C.V.) foi baixa, especialmente para os caracteres EMFL, EMMC e PMG. Segundo GOMES (1990), estes valores de C.V. revelam a confiabilidade do experimento.

TABELA 3 – Comportamento médio de 32 genótipos de feijão para a duração dos subperíodos número de dias entre a emergência e o florescimento (EMFL), número de dias entre a emergência e a maturação de colheita (EMMC), estatura de planta (EST), altura de inserção do primeiro legume (AIL) e peso de mil grãos (PMG). Lages/SC, 1995/96

Genótipo	EMFL		EMMC		EST		AIL		PMG (g)	
AN 9021332	40,0	I	83,5	I	58,5	I	13,1	I	191,0	I
AN 9021361	39,5	I	83,75	I	56,9	I	14,4	I	222,3	I
AN 9021599	36,0	I	83,8	I	73,5	S	13,5	I	239,8	S
AN 9021602	39,5	I	85,5	S	66,8	I	15,5	I	205,5	I
AN 9021626	38,5	I	84,0	I	62,7	I	14,7	I	202,5	I
AN 9021697	39,0	I	81,0	I	57,3	I	14,0	I	175,0	I
AN 9021750	41,0	S	87,0	S	81,4	S	16,6	S	190,3	I
AN 9123293	40,5	S	87,5	S	82,3	S	15,8	I	201,8	I
Barriga Verde	38,8	I	84,5	I	78,4	S	16,4	S	211,8	I
CB 9021799	39,3	I	84,8	I	70,2	I	13,9	I	215,8	I
CB 9021830	40,0	I	83,3	I	78,7	S	14,8	I	233,8	S
CB 9022412	38,5	I	85,0	I	58,3	I	11,7	I	227,0	I
CB 9022627	40,0	I	84,0	I	69,9	I	14,3	I	207,5	I
Diamante Negro	40,0	I	84,5	I	73,0	S	16,8	S	205,5	I
FT 86-105	38,0	I	83,5	I	62,5	I	14,2	I	225,0	I
FT 90-1849	40,0	I	84,3	I	61,2	I	15,6	I	210,5	I
FT 90-1863	38,0	I	81,3	I	62,4	I	15,9	I	222,5	I
IAPAR 44	40,3	S	84,5	I	73,1	S	15,3	I	197,0	I
LP 90-98	40,0	I	84,5	I	58,1	I	16,2	S	203,3	I
LP 91-129	39,5	I	84,8	I	62,0	I	16,0	I	210,0	I
LP 92-11	41,3	S	87,8	S	75,7	S	16,0	I	207,0	I

ANÁLISE QUANTITATIVA DE PARÂMETROS GENÉTICOS E FENOTÍPICOS EM FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.)

LP 92-13	40,0	I	84,5	I	59,2	I	15,5	I	207,8	I
LP 92-16	40,5	S	85,5	S	67,8	I	15,1	I	219,3	I
LP 93-68	40,0	I	85,3	S	63,9	I	16,3	S	231,5	S
LP 93-80	39,5	I	81,0	I	72,8	S	14,4	I	243,3	S
Rio Tibagi*	40,0	I	84,8	I	72,0	I	14,7	I	174,5	I
TB 94-01	38,8	I	87,5	S	72,3	I	16,9	S	243,3	S
TB 94-02	40,8	S	87,5	S	68,6	I	18,9	S	190,8	I
TB 94-03	39,5	I	85,3	S	61,3	I	12,9	I	208,3	I
TB 94-04	39,3	I	86,3	S	81,3	S	14,3	I	213,0	I
LP 94-62	39,5	I	82,3	I	65,3	I	13,9	I	187,5	I
Xamego	37,0	I	83,3	I	63,2	I	14,0	I	189,5	I
Média geral	39,45		84,55		67,81		15,04		209,78	
dms de Fisher	1,1134		2,5762		9,5127		2,6948		12,57	

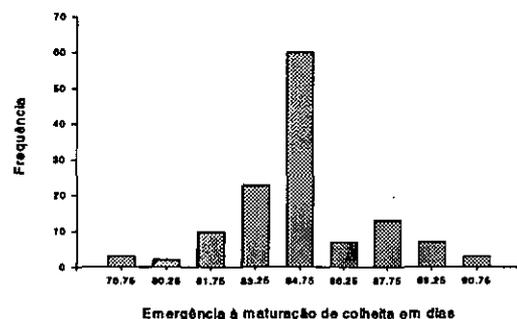
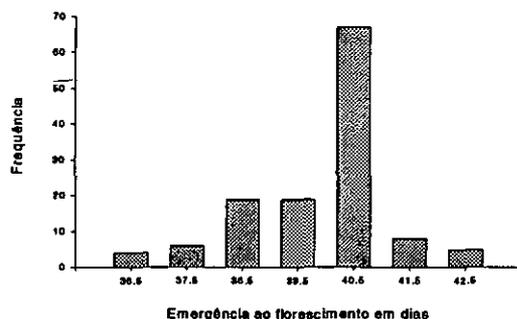
S e I indicam genótipos superior e inferior, respectivamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de DMS de Fisher.

* padrão (testemunha)

O comportamento médio dos 32 genótipos pode ser observado na Tabela 3. Em função deste, os genótipos foram divididos em dois grupos: superior (S) e inferior (I). O componente primário do rendimento de grãos variou de 243,3 g (TB 94-01 e LP 93-80) a 174,5 g (Rio Tibagi), com média geral de 209,78 g. O caráter PMG apontou 14 genótipos com peso de mil grãos superior à média geral, merecendo destaque os cinco genótipos pertencentes ao grupo dos superiores. A média das três cultivares utilizados como padrão (Barriga Verde, IAPAR 44 e Rio Tibagi) não superou a média geral do experimento para este caráter.

As distribuições de frequências dos cinco caracteres avaliados, estão incluídas na Figura 1. Os gráficos referentes aos caracteres EMFL e EMMC evidenciaram uma variação percentual relativamente pequena (17%) entre as classes fenotípicas destes dois caracteres. Contudo, a maior frequência constatada nos dois caracteres EMFL e EMMC está incluída na classe fenotípica de 41 e 85 dias aproximadamente; o acúmulo nestas duas classes fenotípicas foi de 52 e 47% do número total de genótipos, respectivamente. No entanto, para os caracteres EST e AIL, ocorreu que 33 valores (26%) estão na classe fenotípica de 66 cm e 40 indivíduos (32%) na classe de 15 cm, respectivamente. Pode

ser observado que nestes dois caracteres a variação percentual entre as classes fenotípicas foi expressivamente maior do que nos dois caracteres citados anteriormente. Para o caráter PMG, pode ser observado que 31 valores (24%) estão inclusos na classe de 210 gramas. Além disto, revelou uma variação percentual superior (60%) aos caracteres EMFL e EMMC e inferior aos caracteres referentes ao porte da planta. Portanto, fica evidente que os caracteres PMG e AIL seguem uma distribuição fenotípica aparentemente contínua. Características de distribuição contínua, provavelmente, são governadas por vários genes mendelianos que segregam independentemente, cada qual respondendo por uma pequena parcela da variação fenotípica. Segundo CAMARGO (1995), a distribuição contínua permite classificar os caracteres PMG e AIL como quantitativos. Os resultados dos cinco caracteres apresentados na Figura 1 evidenciam a existência de variabilidade genética entre genótipos, para os caracteres EMFL, EMMC, EST, AIL e PMG. Esses resultados foram semelhantes aos obtidos por ABREU et al., (1990); RAMALHO et al., (1993); RAMALHO e VENCOVSKY (1978); SANTOS e VENCOVSKY (1986) e COLLICCHIO et al., (1997), tornando-se assim uma ferramenta útil para os melhoristas da cultura do feijoeiro.



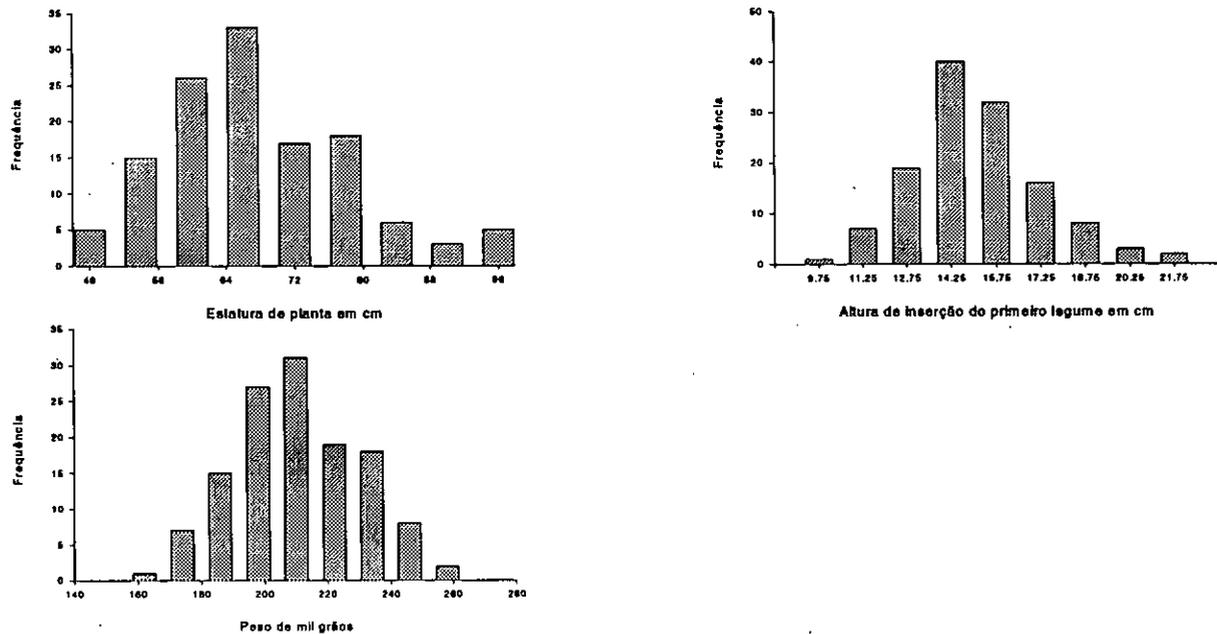


FIGURA 1 – Distribuição de frequência das classes fenotípicas dos cinco caracteres avaliados no ano agrícola de 1995/96, no ensaio Sul-brasileiro de linhagens de feijão preto, Lages/SC

As estimativas dos parâmetros genético e fenotípico para os cinco caracteres avaliados EMFL, EMMC, EST, AIL e PMG estão descritos na Tabela 4. Além das estimativas das variâncias fenotípicas, genéticas e de ambiente, está estimado também o coeficien-

te de variação genético. Muitas questões sobre os programas de melhoramento, segundo DUDLEY e MOLL (1969), poderão ser respondidas pela análise de parâmetros genéticos e fenotípicos, como variâncias e coeficientes de herdabilidade (σ^2_G , σ^2_E , σ^2_P e h_a^2).

TABELA 4 – Estimativas das variâncias fenotípica (s^2_P), de ambiente (s^2_E) e genética (s^2_G), herdabilidade média no sentido amplo (h_a^2), coeficiente de variação genético (CV_G) e a razão entre os coeficientes de variação genético e de ambiente, para os caracteres número de dias ao florescimento (EMFL), número de dias à maturação de colheita (EMMC), estatura de planta (EST), altura de inserção do primeiro legume (AIL) e peso de mil grãos (PMG), obtidos do Ensaio Sul-brasileiro de Linhagens de Feijão preto, Lages, SC, na safra agrícola de 1995/96

Parâmetros	Caracteres Avaliados				
	EMFL	EMMC	EST (cm)	AIL (cm)	PMG (g)
s^2_F	1,22	3,13	59,71	2,01	322,85
s^2_E	0,16	0,83	12,94	0,92	28,22
s^2_G	1,07	2,31	46,77	1,09	294,63
h_a^2 (%)	87,21	73,49	78,33	54,35	91,26
C.V _G (%)	2,63	1,80	10,09	6,95	8,18
C.V _G /C.V _E	1,31	0,83	0,95	0,55	1,62

Realizando uma análise mais profunda dos parâmetros contidos na Tabela 4, é possível afirmar que o coeficiente de herdabilidade no sentido amplo e a razão entre os coeficientes de variação observados no caráter AIL, foram inferiores aos demais caracteres testados. Este fato, evidencia prováveis dificuldades na seleção deste caráter, principalmente nas gerações com elevado percentual de heterozigotos. Segundo FEHR (1987), coe-

eficiente de herdabilidade mais alto pode ser associado com maior variância genética aditiva, menor variação de ambiente e menor interação genótipo x ambiente. Os valores estimados dos parâmetros genéticos e fenotípicos neste ensaio (σ^2_G , σ^2_E , σ^2_P e h_a^2) de um modo geral, são superiores aos relatados por RAMALHO et al. (1979). Estimativas de σ^2_G , σ^2_E , σ^2_P e h_a^2 são influenciadas pelo número de repetições e de ambientes, por diferenças genéticas entre

os genitores, pelo tipo de avaliação (individual ou por família) e pelo número de gerações recombinantes entre ciclos de seleção. Para o caráter AIL, foi observado que a estimativa da variância genética responde por apenas 55%, aproximadamente, da variação fenotípica total. Por outro lado, os demais caracteres revelaram uma proporção superior a 70% entre as variâncias genética e fenotípica. O alto grau de variabilidade genética entre genótipos sugere que os métodos de melhoramento simples podem ser utilizados, proporcionando ganho genético na seleção.

As estimativas de correlações genética, fenotípica e de ambiente (r_G , r_P e r_E), avaliadas para os cinco caracteres agrônômicos, estão incluídas na Tabela 4. Com relação à magnitude das r_G , r_P e r_E os valores variaram de -0,37 - 0,82. CRUZ e RÉGAZZI (1997), porém, apontam que o coeficiente de correlação igual a zero não implica falta de relação entre duas variáveis, apenas reflete a ausência de relação linear entre estes caracteres avaliados. De acordo com os autores SANTOS e VENCOVSKY (1986), as

correlações são explicadas, em geral, pelo efeito aditivo dos genes afetando dois caracteres simultaneamente. Portanto, o conhecimento do grau de associação entre caracteres de importância agrônômica é de grande importância para os melhoristas, principalmente porque a seleção sobre determinado caráter altera o comportamento do outro. A correlação fenotípica mede o grau de associação entre dois caracteres, proveniente dos efeitos de ambiente e genético, sendo este último efeito o principal responsável pela fração herdável dos genitores para as progênieis. Ainda na Tabela 4, pode ser observada uma boa concordância na direção das r_G , r_P e r_E para todos os pares de caracteres estudados, exceto para o par de caracteres EMFL/AIL, para o qual apontaram correlações genética e de ambiente com sinais contrários e diferença estatisticamente significativa. Esta discordância dos parâmetros estimados r_G e r_E evidencia que as causas de variação genética e de ambiente influenciaram os caracteres por meios de diferentes mecanismos fisiológicos (FALCONER e MACKAY, 1996).

TABELA 5 – Estimativas das respostas correlacionadas à seleção, correlações genética (r_G) e fenotípica (r_P) e ganho genético (Δ_G) em unidades de desvio padrão e porcentagem, de cinco caracteres agrônômicos: número de dias até o florescimento (EMFL), número de dias até maturação de colheita (EMMC), estatura de planta (EST), altura de inserção do primeiro legume (AIL) e peso de mil grãos (PMG), obtidos no Ensaio Sul-brasileiro de linhagens de feijão preto, Lages-SC, no ano agrícola de 1995/96

		Respostas correlacionadas nos caracteres					
Caráter selecionado	Genótipos selecionado		EMFL	EMMC	EST (cm)	AIL (cm)	PMG (g)
EMFL	21-7-28-8	r_G	1,00	0,48**	0,24**	0,58**	-0,37**
		r_P	1,00	0,45**	0,22*	0,43**	-0,32*
		r_E	1,00	0,37**	0,12	0,13	0,11
		Δ_G	1,62	1,12	2,55	0,95	-9,82
		$\Delta_G \%$	4,09	1,34	3,77	6,30	-4,68
EMMC	21-8-27-28	r_G	0,48**	1,00	0,52**	0,82**	-0,04
		r_P	0,45**	1,00	0,44**	0,45*	-0,03
		r_E	0,37**	1,00	0,17	-0,19*	0,02
		Δ_G	0,71	2,18	5,11	1,22	-0,88
		$\Delta_G \%$	1,79	2,57	7,54	8,11	-0,42
EST	8-7-30-11	r_G	0,24**	0,52**	1,00	0,46**	0,09
		r_P	0,22*	0,44**	1,00	0,31**	0,10
		r_E	0,12	0,17	1,00	0,02	0,22**
		h^2_a	87,22	73,49	78,33	54,35	91,26
		$\Delta_G \%$	0,93	1,39	14,91	4,72	1,05
AIL	28-27-14-7	r_G	0,58**	0,82**	0,46**	1,00	-0,13
		r_P	0,43**	0,45**	0,31**	1,00	-0,06
		r_E	0,13	-0,19*	0,02	1,00	0,12
		Δ_G	0,74	1,53	3,87	1,29	-2,65
		$\Delta_G \%$	1,88	1,80	5,71	8,55	-1,26
PMG	25-27-3-11	r_G	-0,37**	-0,04	0,09	-0,13	1,00
		r_P	-0,32**	-0,03	0,10	-0,06	1,00
		r_E	0,11	0,02	0,22*	0,12	1,00
		Δ_G	-0,61	-0,09	0,94	-0,21	27,38
		$\Delta_G \%$	-1,54	-0,10	1,40	-1,39	13,05

* e ** significativo, respectivamente, nos níveis de 5% e 1% de probabilidade pelo teste t.

De acordo com estes mesmos autores, a ocorrência de correlação genética positiva ou negativa é devida, principalmente, à pleiotropia ou a ligações gênicas entre genes responsáveis por estas características. Por outro lado, CRUZ e REGAZZI (1997) comentam que a r_G e a r_p podem, eventualmente, apresentar sinais contrários, sendo o fato atribuído, em geral, a erro de amostragem; além disso, valores negativos de r_E evidenciam que o ambiente pode favorecer um caráter em detrimento do outro e valores positivos indicam que os dois caracteres são beneficiados ou prejudicados pela interação com o ambiente. Também pode ser observado na Tabela 5 que a r_E revelou valores negativos somente para o par de caracteres EMFL/AIL. As estimativas de r_G e r_p entre os caracteres EMFL, EMMC, EST e AIL associados com o caráter PMG, de forma geral não diferiram de zero e, quando significativas, foram de pequena magnitude, fato que foi observado por COLLICCHIO et al., (1997), que afirmam não existir associação entre os caracteres estatura de planta e o PMG. Considerando, ainda, as correlações fenotípicas da Tabela 5, pode ser detectado que o maior PMG está associado com o menor ciclo vegetativo, também observado pelos autores SANTOS e VENCOVSKY (1986).

O ganho genético estimado com a seleção direta e com a resposta correlacionada à seleção estão incluídos na Tabela 5. Para os caracteres primários EMFL, EMMC e AIL o ganho genético com a seleção aplicada diretamente nestes caracteres foi inferior a resposta correlacionada para o caráter secundário EST. Segundo FALCONER e MACKAY (1996) este fato pode ocorrer, quando a herdabilidade do caráter secundário EST for elevada, a correlação genética aditiva entre eles alta e a herdabilidade do caráter primário EMFL, EMMC e AIL for baixa. Pode ser observado, na Tabela 5, que os dois caracteres EMMC e AIL apresentaram herdabilidade inferior ao caráter EST e, também, coeficiente de correlação genético significativo e relativamente alto. Por outro lado, o valor alto do coeficiente de herdabilidade para o caráter primário EMFL foi superior ao caráter secundário EST. A estimativa do coeficiente de herdabilidade varia de acordo com os diversos caracteres agrônômicos. Para BORÉM (1997), caracteres que se desenvolvem em curto período de tempo estariam menos sujeitos à interação com o ambiente e, desta forma apresentariam maior valor de herdabilidade do que os sujeitos a um período de desenvolvimento maior, fato este que pode ser observado nos resultados inseridos na Tabela 4, onde os maiores valores da herdabilidade possuem a menor fração de variância de ambiente. Valores altos de herdabilidade segundo FEHR (1987), podem ser associados com maior variabilidade genética aditiva, menor variação de ambiente e menor interação genótipo x ambiente, como já foi referido anteriormente.

Para FEHR (1987), a efetividade da seleção indireta é acrescida quando o caráter secundário tem uma herdabilidade maior do que o caráter primário. O ganho esperado para os caracteres EMFL, EMMC e AIL, sendo a seleção praticada no caráter secundário EST,

provavelmente proporcione maior ganho genético. Por outro lado, para os dois caracteres EST e PMG a resposta correlacionada revelou valores inferiores, quando comparados com a resposta direta à seleção. GEADELMANN e FREY (1975) comentam que a seleção para qualquer caráter secundário não tem valor, se o desempenho deste caráter não é correlacionado com o desempenho do caráter primário. Sendo assim, o caráter PMG apontou correlação genética positiva somente com o caráter EST. Tal fato, evidencia probabilidade de ganho genético com a seleção direta e com a resposta correlacionada também, porém este ganho não alcançou índices superiores a 4% do ganho esperado com a seleção aplicada diretamente neste caráter. Como em programas de melhoramento genético o objetivo, em geral, é melhorar vários caracteres simultaneamente, o conhecimento destes parâmetros genéticos é de extrema importância, como revelam os dados experimentais obtidos neste trabalho.

CONCLUSÕES

As linhagens de feijão preto possuem ampla variabilidade genética para os caracteres estudados, revelando que métodos de melhoramento simples podem ser utilizados, promovendo considerável ganho genético. A seleção direta determina, para os caracteres EST e PMG, ganhos mais elevados do que a resposta correlacionada com os outros caracteres aqui avaliados; entretanto, os progressos genéticos com a seleção indireta apresentam alta eficiência quanto aos caracteres EMFL, EMMC e AIL. Não há associação entre EMFL, EMMC e EST e o PMG. É possível, assim, selecionar genótipos com qualquer tamanho de grãos.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- ABREU, A.F.B.; RAMALHO, M.A.P.; SOUZA, E.A.; SANTOS, J.B. Seleção de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) precoce com grão do tipo carioca e resistentes à antracnose. *Ciência e Prática*, Lavras, v. 14, n.1. p.72-82, 1990.
- AMARAL, A.L.; CARVALHO, F.I.F.; FEDERIZZI, L.C.; MITTELMANN, A.; PANDINI, F. Estimativa da herdabilidade para os caracteres adaptativos ciclo e estatura de planta em aveia. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.26, n.1. p.33-37, 1996.
- BISOGNIN, D.A.; ALMEIDA, L.A.; GUIDOLIN, A.F.; NASCIMENTO, J.A. Desempenho de cultivares de feijão em semeadura tardia no Planalto Catarinense. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.27, n.2. p.193-199, 1997.
- BORÉM, A. *Melhoramento de Plantas*. Viçosa: UFV, 1997. 547p.
- CAMARGO, L.E.A. Análise genética da resistência e da patogenicidade. In: *Manual de Fitopatologia*. 3. ed. São Paulo: CERES, 1995. p.455-469.
- CIAT. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de Frijol. 2. ed. Cali: CIAT.1991. 56p.
- COLLICCHIO, E.; RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.F. Associação entre porte da planta do feijoeiro e o tamanho de grãos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.32, n.3, p.297-304, 1997.

- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa: UFV, 1997. 390p.
- CRUZ, C.D. **Aplicativo computacional em genética e estatística**. ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1997. 442p.
- DUDLEY, J.W.; MOLL, R.H. Interpretation and use of estimates of heritability and genetic variances in plant breeding. *Crop Science*, Madison, v.9, n.3, 257-261, 1969.
- FALCONER, D.S., MACKAY, T.F.C. **Introduction to quantitative genetics**. 4 ed. England: Longman, 1996. 463p.
- FEHR, W.R. **Principles of cultivars development**. New York: Macmillan, 1987. 536p.
- GEADELMANN, J.L.; FREY, K.J. Direct and indirect selection mass selection for grain yield in bulk oat populations. *Crop Science*, Madison, v.15, p.490-494, 1975.
- GOMES, F.P. Curso de estatística experimental. 13° ed. Piracicaba: NOBEL, 1990. 403p.
- MIRANDA, G.V.; VIEIRA, C.; CRUZ, C.D. Adaptabilidade e estabilidade de comportamento de cultivares de feijão em quatro municípios da Zona da Mata de Minas Gerais. *Revista Ceres*, Viçosa, v.41, n.23, p.591-609, 1993.
- RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.; SANTA CECÍLIA, F.C.; ANDRADE, M.A. Seleção de progênes no feijão "Pintado" e estimativa dos parâmetros genéticos e fenotípicos. *Ciência e Prática*, Lavras, v.3, p.51-57, 1979.
- RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.; ZIMMERMANN, M. J de O. **Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro**. Goiânia, 1993. 271p.
- RAMALHO, M.A.P.; VENCOVSKY, R. Estimação dos componentes da variância genética em plantas autógamas. *Ciência e Prática*, Lavras, v. 10, n.2, p.117-140, 1978.
- RESENDE, M.D.V.; SOUZA, C.L.J.; MAGNAVACA, R. Análise quantitativa da seleção envolvendo progênes de milho (*Zea mays* L.) em solos do cerrado e fértil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 32, n.5 p.495-507, 1997.
- SANTOS, J.; VENCOVSKY, R. Correlação fenotípica e genética entre alguns caracteres agrônômicos do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). *Ciência e Prática*, Lavras, v. 10, n.3, p.265-272, 1986.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. 1960. **Principles and procedures of statistics**. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 1960. 473p.
- WILDNER, L.P. Manejo do solo para cultura do feijão: principais características e recomendações técnicas. In: **A cultura do feijão em Santa Catarina**. Florianópolis: EPAGRI, 1992. p.83-114.

INTERFERÊNCIA DO ARROZ-VERMELHO, DESSECADO POR HERBICIDAS NÃO-SELETIVOS, NO ARROZ IRRIGADO: I. ESTABELECIMENTO E DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS

RODRIGO NEVES¹, NILSON GILBERTO FLECK², VALMIR GAEDKE MENEZES³, RIBAS ANTONIO VIDAL⁴

RESUMO – O arroz-vermelho (*Oryza sativa* L.) é considerado a planta daninha mais problemática da orizicultura gaúcha. Várias técnicas são utilizadas com o intuito de diminuir suas infestações na cultura do arroz irrigado; dentre estas, os sistemas reduzidos de cultivo. O objetivo da pesquisa foi avaliar os efeitos do manejo químico do arroz infestante no sistema de semeadura direta de arroz irrigado, sobre características da planta de arroz, bem como definir a época em que tal manejo pode ser realizado. Para isso, foi conduzido experimento a campo durante o período 1996/97. Os tratamentos testados no experimento a campo foram épocas de dessecação do arroz infestante (10, 6 e 2 dias antes e 2 dias após a semeadura do arroz), herbicidas não-seletivos (sulfosate nas doses de 825 e 1650 g/ha e paraquat 400 g/ha), acrescido de duas testemunhas sem aplicação de herbicida (com e sem adubação nitrogenada de base), e sistemas de semeadura do arroz irrigado (na presença e na ausência de arroz infestante dessecado). Os resultados evidenciaram que a presença de resíduos de arroz infestante dessecado interferem negativamente no estabelecimento, desenvolvimento inicial e altura final da planta de arroz irrigado, principalmente quando a semeadura ocorre em data próxima às aplicações herbicidas. Dentre os herbicidas utilizados, o sulfosate, em especial a dose menor, ocasionou reduções para a maioria dos parâmetros avaliados.

Palavras-chave: herbicidas não-seletivos, cultivo mínimo, alelopatia, relação C/N, semeadura direta.

EFFECT OF RED RICE, DESICCATED BY NON-SELECTIVE HERBICIDES, ON IRRIGATED RICE. I – PLANT ESTABLISHMENT AND DEVELOPMENT

ABSTRACT – Red rice is considered the most serious weed of rice crop in Rio Grande do Sul. Several techniques are used to decrease the infestations in irrigated rice, among them, the use of minimum cultivation system. The objective of this research was to evaluate the effects of chemical management of red rice on plant characteristics of irrigated no-till rice, as well as define the period in which such management can be performed. A field trial was conducted during the growing season of 1996/97. Treatments in the field experiment consisted of rice desiccation periods (10, 6, and 2 days before, and 2 days after rice sceding), non-selective herbicides (sulfosate at rates of 825 and 1650 g/ha, and paraquat at 400 g/ha), plus controls without herbicide application (with and without start nitrogen fertilizing), and systems of irrigated rice sowing (in presence and in absence of red desiccated rice). The results showed that the presence of desiccated rice residues interfered negatively on establishment, initial development, and final plant height of rice, especially when sowing occurred close to herbicide application. Among the herbicides tested, sulfosate, especially the low rate, caused reductions for most of the parameters evaluated.

Key words: non-selective herbicides, minimum -tillage, allelopathy, C/N ratio, no-till.

INTRODUÇÃO

O arroz-vermelho (*Oryza sativa* L.) é considerado a planta daninha mais problemática da orizicultura gaúcha. Várias técnicas são utilizadas com o intuito de diminuir sua infestação na cultura do arroz irrigado; dentre estas, cita-se a adoção dos sistemas reduzido de cultivo (semeadura direta e cultivo mínimo). Nestes sistemas, são utilizados herbicidas não-seletivos, como glyphosate, paraquat e sulfosate, para eliminação da vegetação existente (FRIZZO, 1991; AHRENS, 1994).

No entanto, apesar dos benefícios obtidos com estas técnicas, alguns pesquisadores observaram reduções na emergência e na população de plantas de arroz irrigado, quando os sistemas reduzidos de cultivo foram comparados ao cultivo convencional (SHAD e DE DATTA, 1986; SILVA et al., 1993; MENEZES et al.,

1997). Reduções significativas também foram relatadas no início do desenvolvimento da cultura, em relação à altura (OGUNREMI et al., 1986; OLOFINTOYE, 1989; OLIVEIRA et al., 1994) e a matéria seca de plantas de arroz (OLIVEIRA et al., 1994).

Tais reduções podem ser atribuídas, dentre outras causas, a um curto efeito residual dos herbicidas no solo ou mesmo à sua exudação pelas raízes das plantas de arroz infestante, sendo então absorvidos pelas raízes das plântulas de arroz irrigado localizadas próximas dos pontos de liberação. Reduções na altura e na matéria seca da soja semeada por ocasião da aplicação de glyphosate (6,7 kg/ha e.a) ocorreram em trigo presente simultaneamente na área (RODRIGUES et al., 1982).

Esta interferência também poderia ser atribuída ao efeito alelopático causado pelas plantas de arroz infestante às do arroz irrigado estabelecido, ou mesmo

1. Eng. Agr. - Aluno de Pós-graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia, UFRGS. Caixa Postal 776, 91501-970 Porto Alegre, RS.

2. Eng. Agr., Ph.D. - Professor Aposentado do Dep. de Plantas de Lavoura, Faculdade de Agronomia, UFRGS. Bolsista do CNPq.

3. Eng. Agr., M.Sc. - Pesquisador do Instituto Rio Grandense do Arroz, Cachoeirinha, RS.

4. Eng. Agr., Ph.D. - Professor Adjunto do Dep. de Plantas de Lavoura, Faculdade de Agronomia, UFRGS. Bolsista do CNPq.

Recebido para publicação em 24/03/1998.

por alterações nas populações de agentes patogênicos de solo, especialmente, quando a cobertura é dessecada com os herbicidas glyphosate e sulfosate. Isto é possível, pelo fato de estes herbicidas atuarem inibindo a enzima EPSPs, localizada na rota do ácido chiquímico, da qual derivam, direta ou indiretamente, a maioria dos compostos secundários sintetizados pelas plantas, inclusive aleloquímicos (CAÑAL et al., 1987; LYDON e DUKE, 1989; DEVINE et al., 1993; NAGABHUSHANA et al., 1996). Da mesma forma, com a inibição da enzima EPSPs ocorre decréscimo na produção de fitoalexinas, compostos envolvidos na tolerância das plantas às moléstias (KEEN et al., 1982; JOHAL e RAHE, 1984; LÉVESQUE e RAHE, 1992).

Por fim, não se pode descartar o efeito da relação C/N que se origina da palha do arroz infestante após dessecação, como sendo outra causa provável de interferência. O baixo vigor inicial e a clorose temporária das plantas de arroz semeadas em sistemas reduzido de cultivo podem ser devidos à imobilização do nitrogênio pelos microorganismos do solo, diminuindo sua disponibilidade para a cultura posterior (OGUNREMI et al., 1986; AITA e ROS, 1996). Como conseqüência, os microorganismos multiplicam-se gradativamente produzindo CO₂ em grande quantidade. Com isso, o nitrato e o amônio presentes no solo praticamente desaparecem (VICTORIA et al., 1992).

O presente experimento teve como objetivos avaliar os efeitos do manejo químico do arroz infestante no sistema de semeadura direta de arroz irrigado, bem como definir a época em que tal manejo pode ser realizado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante o período de novembro de 1996 a maio de 1997, em área pertencente à Estação Experimental do Arroz (EEA) do Instituto Riograndense do Arroz (IRGA). A EEA/IRGA situa-se no município de Cachoeirinha, região da Depressão Central do Rio Grande do Sul. O solo onde foi instalado pertence à unidade de mapeamento Vacacaf (EMBRAPA, 1980), sendo classificado como planossolo.

Na etapa inicial de instalação do experimento foram realizadas quatro semeaduras a lanço da cultivar de arroz IRGA 416, na densidade de 450 sementes/m². As semeaduras do arroz infestante tiveram por objetivo simular infestações de arroz-vermelho, que se encontrassem aproximadamente no mesmo estágio de desenvolvimento, quando das aplicações dos tratamentos com herbicidas, também realizados em quatro ocasiões. Tal simulação foi realizada com o objetivo de não existir posterior emergência e/ou rebrote de plantas de arroz-vermelho, o que poderia causar competição com as plantas de arroz irrigado e, conseqüentemente, confundimento no rendimento de grãos da cultura. Nesta etapa, a adubação do solo constou da aplicação de 20 kg/ha de P₂O₅ e 45 kg/ha de K₂O.

A semeadura do arroz irrigado foi realizada numa única data, 26/12/1996. Para tal, utilizou-se a cultivar IRGA 417, na população de 300 plantas/m², dispostas

no espaçamento de 15,8 cm entre fileiras. A adubação, realizada na segunda etapa, constou da aplicação de 300 kg/ha de adubo da fórmula 2-20-20. A fertilização nitrogenada foi constituída de 80 kg/ha de nitrogênio divididos em duas aplicações de 40 kg/ha.

Os tratamentos, a comparar, foram arrançados no delineamento experimental de blocos completamente casualizados, em esquema fatorial, dispostos em parcelas sub-subdivididas, com quatro repetições. A fim de simular-se diferentes datas de semeadura do arroz irrigado, pós-dessecação da cobertura vegetal do arroz infestante, realizaram-se aplicações de herbicidas em várias épocas. As épocas de dessecação do arroz infestante, utilizadas como fator A, foram efetuadas aos 10, 6 e 2 dias antes e 2 dias após a semeadura do arroz irrigado. Como fator B, utilizou-se três tratamentos com herbicidas não-seletivos: sulfosate [N-(fosfometil) glicina], na forma de sal trimetilsulfônico, nas doses de 825 e 1650 g/ha e.a., e paraquat (1,1'-dimetil-4,4' bipiridílio), na forma de íon dicloreto, na dose de 400 g/ha i.a. (mais Agral a 0,1% v/v), e acrescido de dois tratamentos testemunhas sem aplicação de herbicida (com e sem adubação nitrogenada de base, constituída de 22,5 kg/ha de nitrogênio). Como fator C, usou-se dois sistemas de semeadura do arroz irrigado: arroz semeado na presença e na ausência de plantas dessecadas de arroz.

As aplicações de herbicidas, executadas tanto em tratamento de solo como das plantas de arroz infestante 'IRGA 416', foram efetuadas entre 7 e 8 horas da manhã, na ausência de ventos e chuvas, nos dias 16, 20, 24 e 28 de dezembro de 1996, correspondendo aos tratamentos previamente propostos. Para tal, utilizou-se pulverizador costal de precisão, operado à pressão constante de 200 kPa, empregando-se bicos jato plano, do tipo leque, série 110.03, os quais propiciaram volume de calda equivalente a 200 l/ha.

Os efeitos dos tratamentos foram estimados através da avaliação da velocidade de emergência, população de plantas, altura e matéria seca de planta aos 10, 20 e 30 dias após a emergência (DAE) e altura final de planta aos 120 DAE.

As variáveis estimadas no experimento foram submetidas à análise de variância, através do teste F, e as médias dos tratamentos foram comparadas aplicando-se o teste de Tukey. Em ambas as análises utilizou-se o nível de 5% de probabilidade. Também se realizou análise de regressão para algumas situações relativas às épocas de dessecação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, constatou-se que a presença de plantas de arroz infestante, simulando arroz-vermelho, independente do tratamento de controle ou de época de aplicação de herbicida utilizada, provocou reduções na velocidade de emergência e na população de plantas de arroz irrigado (Tabelas 1 e 2). O mesmo comportamento foi constatado para as avaliações de altura e matéria seca realizadas aos 10 e 20 dias após a emergência das plantas (Tabelas 3, 4, 5 e 6).

TABELA 1 – Velocidade de emergência (plantas/m²/dia) de arroz irrigado, em função de situações de semeadura da cultura. EEA/IRGA, Cachoeirinha/RS, 1996/97

Situações de semeadura da cultura	Médias
Presença de cobertura de arroz infestante	15 b ¹
Ausência de cobertura de arroz infestante	21 a
CV (%) - Situações de semeadura da cultura	27,6

¹ Médias seguidas de letras diferentes diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

TABELA 2 – População de plantas de arroz irrigado por área (m²) aos 20 dias após a emergência, em função da aplicação de herbicidas não-seletivos para dessecção do arroz infestante e de situações de semeadura da cultura. EEA/IRGA, Cachoeirinha/RS, 1996/97

Tratamentos de controle ao arroz infestante	Situações de semeadura da cultura	
	Presença de cobertura de arroz infestante	Ausência de cobertura de arroz infestante
Sulfosate - 825 g/ha e.a.	B 234 c ¹	A 325 a
Sulfosate - 1650 g/ha e.a.	B 263 b	A 329 a
Paraquat - 400 g/ha i.a.	B 271 ab	A 325 a
Testemunha (sem herbicida e sem nitrogênio)	A 290 a	A 307 a
Testemunha (sem herbicida e com nitrogênio)	B 292 a	A 330 a
CV (%) - Tratamentos de controle ao arroz infestante		7,9
CV (%) - Situações de semeadura da cultura		12,8

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula, comparadas nas colunas, e antecedidas de mesma letra maiúscula, comparadas nas linhas, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados semelhantes foram relatados por vários pesquisadores, em que a emergência e a população de plantas (SHAD e DE DAITA, 1986; SILVA et al., 1993), bem como a altura (OGUNREMI et al., 1986; OLOFINTOYE, 1989) e a matéria seca de planta de arroz irrigado (OLIVEIRA et al., 1994) foram inferiores nos sistemas de se-

meadura direta e de cultivo mínimo, quando comparados ao sistema de cultivo convencional. O comportamento observado pode estar relacionado, basicamente, aos efeitos químicos (alelopatia), físicos (efeito de cobertura) ou biológicos (população microbiana do solo) decorrentes da presença do resíduo vegetal no solo.

TABELA 3 – Altura de planta (cm) de arroz irrigado aos 10 dias após a emergência, em função de épocas de aplicação relacionadas à semeadura do arroz irrigado. EEA/IRGA, Cachoeirinha/RS, 1996/97

Épocas de aplicação de herbicidas em relação à semeadura do arroz irrigado	Situações de semeadura da cultura	
	Presença de cobertura de arroz infestante	Ausência de cobertura de arroz infestante
10 dias antes	B ¹ 11 a ²	A 15 a
6 dias antes	B 9 b	A 15 a
2 dias antes	B 9 b	A 15 a
2 dias após	B 8 b	A 15 a
CV (%) – Épocas de aplicação de herbicida		3,5
CV (%) – Situações de semeadura da cultura		8,4

¹ Médias antecedidas de letras maiúsculas diferentes, comparadas nas linhas, diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

² Médias seguidas de letras minúsculas iguais, comparadas nas colunas, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Efeitos inibitórios, decorrentes da decomposição de resíduos da vegetação sobre a germinação e o crescimento de outras espécies, têm sido comumente observados na natureza (ALMEIDA, 1985). No caso do arroz, foram identificados cinco aleloquímicos originados da decomposição de seus resíduos no solo, quais sejam os ácidos p-hidroxibenzóico, p-cumárico, vanílico, ferúlico e hidroxifenilacético. Estes compostos, derivados dos ácidos cinâmico e benzóico, caracterizam-se por serem potentes inibidores da germinação de sementes. Estas substâncias também causam danos ao crescimento radicular e a outros meristemas e atuam como inibidores do crescimento de plântulas (CHOU e LIN, 1976; PUTNAM, 1987; EINHELLIG, 1995). No mesmo sentido, plantas daninhas ou culturas tratadas com glyphosate podem servir de hospedeiras para patógenos de solo, incrementando a fonte de inóculo e a incidência de moléstias nas culturas semeadas em seqüência (LÉVESQUE e RAHE, 1992).

Observa-se que as reduções nas variáveis população de plantas, altura (nas aplicações herbicidas re-

alizadas 10 e 6 dias antes da semeadura), matéria seca de planta (aos 20 DAE), bem como altura (aos 120 DAE), tornaram-se mais acentuadas, quando o arroz infestante foi eliminado através da aplicação do herbicida sulfosate, especialmente, quando usada a dose menor (Tabelas 2, 5, 6 e 9). Este fato pode estar ligado à inibição da enzima EPSPs causada pelo sulfosate, o que provocaria acúmulo de ácido chiquímico, do qual se originam compostos alelopáticos, como o ácido benzóico e seus derivados (CAÑAL et al., 1987; LYDON e DUKE, 1989; DEVINE et al., 1993). Foi relatado por CAÑAL et al. (1987) aumento na concentração dos ácidos gentísico, gálico, salicílico, p-hidroxibenzóico, vanílico, siríngico e protocatêquico, derivados do ácido benzóico, após aplicações do herbicida glyphosate. Também, este herbicida ou sulfosate (composto estreitamente relacionado), por inibir a enzima EPSPs, bloqueiam a síntese de fitoalexinas, as quais são compostos envolvidos na tolerância de plantas às moléstias (KEEN et al., 1982; JOHAL e RAHE, 1984; LÉVESQUE e RAHE, 1992).

TABELA 4 – Matéria seca (g/10 plantas) de arroz irrigado aos 10 dias após a emergência, em função de épocas de aplicação relacionadas à semeadura do arroz irrigado. EEA/IRGA, Cachoeirinha/RS, 1996/97

Situações de semeadura da cultura	Médias
Presença de cobertura de arroz infestante	0,5 b ¹
Ausência de cobertura de arroz infestante	1,4 a
CV (%) - Situações de semeadura da cultura	18,9

¹ Médias seguidas de letras diferentes diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

TABELA 5 – Altura (cm) de planta de arroz irrigado aos 20 dias após a emergência, em função de épocas de aplicação relacionadas à semeadura do arroz irrigado. EEA/IRGA, Cachoeirinha/RS, 1996/97

Tratamentos de controle ao arroz infestante	Épocas de aplicação de herbicidas em relação à semeadura do arroz irrigado							
	10 dias antes		6 dias antes		2 dias antes		2 dias após	
	PA ¹	AA ²	PA	AA	PA	AA	PA	AA
Sulfosate - 825 g/ha e.a.	B 24 b ³	A 32 ab	B 21 d	A 32 a	B 22 a	A 31 a	B 19 a	A 30 b
Sulfosate - 1650 g/ha e.a.	B 24 b	A 32 ab	B 22 cd	A 31 a	B 22 a	A 31 a	B 18 a	A 31 ab
Paraquat - 400 g/ha i.a.	B 25 ab	A 31 b	B 30 a	A 31 a	B 23 a	A 31 a	B 19 a	A 31 ab
Testemunha (sem herbicida e sem nitrogênio)	B 26 a	A 30 b	B 23 c	A 30 b	B 22 a	A 31 a	B 19 a	A 31 ab
Testemunha (sem herbicida e com nitrogênio)	B 26 a	A 33 a	B 27 b	A 32 a	B 23 a	A 32 a	B 19 a	A 32 a
CV (%) - Épocas de aplicação herbicida								1,9
CV (%) - Tratamentos de controle ao arroz infestante								3,1
CV (%) - Situações de semeadura da cultura								4,7

¹ Presença de cobertura de arroz infestante.

² Ausência de cobertura de arroz infestante.

³ Médias seguidas de mesma letra minúscula, comparadas nas colunas, ou antecedidas de mesma letra maiúscula, comparadas nas linhas, dentro de cada época de semeadura, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Associado ao possível efeito químico produzido pelos compostos alelopáticos, não se pode descartar a ação negativa decorrente da relação C/N encontrada no resíduo vegetal do arroz infestante presente na área pós-dessecação. No presente experimento, apesar de as plantas de arroz infestante ('IRGA 416'), presentes na área, encontrarem-se em estádios iniciais de desenvolvimento no momento das apli-

cações dos herbicidas e apresentarem-se pouco lignificadas, pode ter ocorrido imobilização do nitrogênio pelos microorganismos do solo, diminuindo a disponibilidade para a cultura. Tal fato pode ser observado na redução da altura e matéria seca (aos 10 e 20 dias após a emergência) (Tabelas 5 e 6), quando a semeadura ocorreu, independente da época de controle, na presença de cobertura vegetal.

TABELA 6 – Matéria seca (g/10 plantas) de arroz irrigado aos 20 dias após emergência, em função de épocas de aplicação relacionadas à semeadura do arroz irrigado. EEA/IRGA, Cachoeirinha/RS, 1996/97

Épocas de aplicação de herbicidas em relação à semeadura do arroz irrigado	Situações de semeadura da cultura	
	Presença de cobertura de arroz infestante	Ausência de cobertura de arroz infestante
10 dias antes	B ¹ 1,8 a	A 3,5 a
6 dias antes	B 2,0 a	A 3,5 a
2 dias antes	B 1,8 a	A 3,2 a
2 dias após	B 1,4 b	A 3,4 a
Tratamentos de controle ao arroz infestante		Médias
Sulfosate - 825 g/ha e.a.		2,4 b ²
Sulfosate - 1650 g/ha e.a.		2,5 b
Paraquat - 400 g/ha i.a.		2,6 ab
Testemunha (sem herbicida e sem nitrogênio)		2,6 ab
Testemunha (sem herbicida e com nitrogênio)		2,8 a
CV (%) - Épocas de aplicação herbicida		8,9
CV (%) - Tratamentos de controle ao arroz infestante		14,0
CV (%) - Situações de semeadura da cultura		18,1

¹ Médias antecedidas de letras diferentes, comparadas nas linhas, diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

² Médias seguidas de mesma letra, comparadas nas colunas, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Ainda, observa-se, para estas variáveis, que a testemunha que recebeu adubação nitrogenada de base, sempre se mostrou equivalente ou superior à testemunha sem adição deste nutriente. Segundo JENSEN (1997), a imobilização líquida de nitrogênio pode ocorrer nos períodos iniciais da decomposição, até mesmo em resíduos de baixa relação C/N.

Nas avaliações realizadas aos 30 DAE (Tabela 7), constata-se ter ocorrido equivalência dos valores referentes à altura de planta, independente do tratamento de controle utilizado, nas aplicações herbicidas realizadas 10 e 6 dias antes da semeadura do arroz irrigado, quando realizada na presença de arroz infestante em

relação à efetuada na sua ausência. O mesmo ocorreu nos valores de matéria seca das testemunhas, para as dessecações realizadas na presença de arroz infestante 10 e 6 dias antes da semeadura da cultura (Tabela 8). Estes resultados concordam com os relatados por ANDRADE (1982) e OLIVEIRA et al. (1994), os quais verificaram recuperação gradativa na matéria seca das plantas de arroz irrigado, o qual alcançou desenvolvimento normal no final da fase de afilhamento. Tal comportamento pode ser atribuído, ao menos em parte, à disponibilidade de alguns nutrientes, como o nitrogênio, em estádios subseqüentes do ciclo (OLOFINTOYE, 1989).

TABELA 7 – Altura (cm) de planta de arroz irrigado aos 30 dias após a emergência, em função de épocas de aplicação relacionadas à semeadura do arroz irrigado. EEA/IRGA, Cachoeirinha/RS, 1996/97

Épocas de aplicação de herbicidas em relação à semeadura do arroz irrigado	Situações de semeadura da cultura	
	Presença de cobertura de arroz infestante	Ausência de cobertura de arroz infestante
10 dias antes	A ¹ 56 a ²	A 56 a
6 dias antes	A 56 a	A 56 a
2 dias antes	B 54 a	A 55 a
2 dias após	B 43 b	A 56 a
CV (%) - Épocas de aplicação herbicida	1,9	
CV (%) - Situações de semeadura da cultura	3,7	

¹ Médias antecedidas de letras maiúsculas diferentes, comparadas nas linhas, diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

² Médias seguidas de letras minúsculas iguais, comparadas nas colunas, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Entretanto, nas épocas de aplicação de herbicida realizadas próximo à semeadura (2 dias antes e 2 dias após), para altura de planta, bem como na dessecação realizada 2 dias

após à semeadura, para matéria seca de planta, permaneceram atuantes os efeitos inibitórios nas plantas semeadas na presença de resíduos de arroz infestante (Tabelas 7 e 8).

TABELA 8 – Matéria seca (g/10 plantas) de arroz irrigado aos 30 dias após a emergência, em função de épocas de aplicação relacionadas à semeadura do arroz irrigado. EEA/IRGA, Cachoeirinha/RS, 1996/97

Tratamentos de controle ao arroz infestante	Épocas de aplicação de herbicidas em relação à semeadura do arroz irrigado							
	10 dias antes		6 dias antes		2 dias antes		2 dias após	
	Situações de semeadura da cultura							
	PA ¹	AA ²	PA	AA	PA	AA	PA	AA
Sulfosate - 825 g/ha e.a.	B 6,8 c ³	A 9,6 a	A 8,4 a	A 7,7 a	A 7,9 b	A 8,4 a	B 3,4 a	A 8,7 a
Sulfosate - 1650 g/ha e.a.	B 6,8 c	A 9,4 a	A 8,8 a	B 6,8 a	B 7,4 b	A 9,5 a	B 4,9 a	A 7,8 a
Paraquat - 400 g/ha i.a.	A 10,9 a	B 8,0 a	A 7,8 a	A 8,3 a	B 6,3 b	A 9,4 a	B 3,2 a	A 8,8 a
Testemunha (sem herbicida e sem nitrogênio)	A 8,8 bc	A 10,0 a	A 7,2 a	A 7,2 a	A 7,4 b	A 7,8 a	B 3,5 a	A 7,9 a
Testemunha (sem herbicida e com nitrogênio)	A 9,4 ab	A 8,9 a	A 8,4 a	A 7,8 a	A 10,5 a	B 8,2 a	B 4,1 a	A 8,4 a
CV (%) - Épocas de aplicação herbicida					12,0			
CV (%) - Tratamentos de controle ao arroz infestante					12,4			
CV (%) - Situações de semeadura da cultura					21,3			

¹ Presença de cobertura de arroz infestante.

² Ausência de cobertura de arroz infestante.

³ Médias seguidas de mesma letra minúscula, comparadas nas colunas, ou antecedidas de mesma letra maiúscula, comparadas nas linhas, dentro de cada época de semeadura, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observou-se, ainda, efeito negativo na altura de planta aos 120 DAE, quando a dessecação foi realizada 2 dias após à semeadura e na presença de plantas desseçadas de arroz infestante (Tabela 9). Para as demais épocas de apli-

cações de herbicida, não ocorreram diferenças entre si nem entre situações de semeadura, fato que indica recuperação no crescimento das plantas, quando o arroz é semeado nestas épocas (10, 6 e 2 dias antes da semeadura).

TABELA 9 – Altura (cm) de planta de arroz irrigado aos 120 dias após emergência, em função de épocas de aplicação relacionadas à semeadura do arroz irrigado. EEA/IRGA, Cachoeirinha/RS, 1996/97

Épocas de aplicação de herbicidas em relação à semeadura do arroz irrigado	Situações de semeadura da cultura	
	Presença de cobertura de arroz infestante	Ausência de cobertura de arroz infestante
10 dias antes	A ¹ 86 a	A 86 a
6 dias antes	A 86 a	A 85 a
2 dias antes	A 84 a	A 85 a
2 dias após	B 74 b	A 85 a
Tratamentos de controle ao arroz infestante		Médias
Sulfosate - 825 g/ha e.a.		82 b ²
Sulfosate - 1650 g/ha e.a.		83 ab
Paraquat - 400 g/ha i.a.		84 a
Testemunha (sem herbicida e sem nitrogênio)		84 a
Testemunha (sem herbicida e com nitrogênio)		85 a
CV (%) - Épocas de aplicação de herbicida		1,9
CV (%) - Tratamentos de controle ao arroz infestante		3,3
CV (%) - Situações de semeadura da cultura		5,2

¹ Médias antecedidas de mesma letra maiúscula, comparadas nas linhas, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

² Médias seguidas de mesma letra minúscula, comparadas nas colunas, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para as aplicações de herbicidas realizadas na presença de cobertura de arroz infestante, geralmente se observou efeito inibitório, quando estas foram efetuadas em data próxima à semeadura (2 dias antes ou 2 dias após). Maiores valores para desenvolvimento inicial da cultura ocorreram nas aplicações

com herbicidas realizadas mais distantes da semeadura do arroz irrigado (10 e 6 dias antes) (Tabelas 3, 6 e 7 e Figuras 1 e 2). Tal fato pode estar relacionado à maior decomposição da cobertura vegetal nas semeaduras mais tardias, o que diminui a imobilização do nutriente pelos microorganismos.

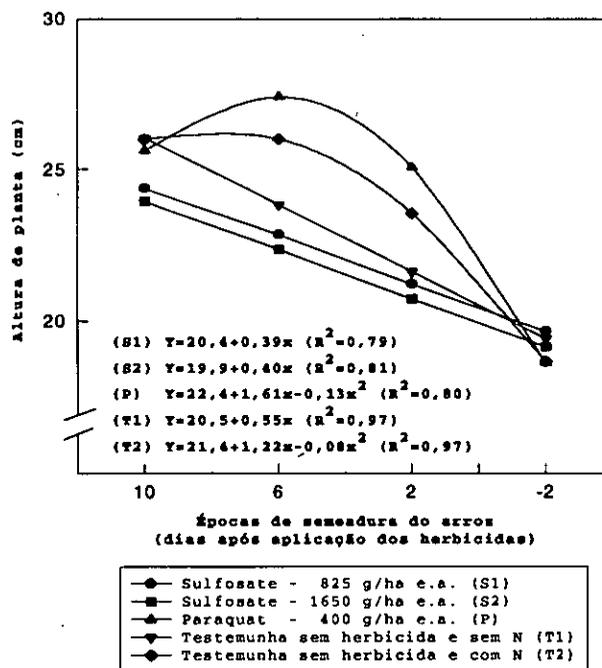


FIGURA 1– Altura de planta (cm) de arroz irrigado aos 20 dias após a emergência, em função de épocas de aplicação relacionadas à semeadura do arroz irrigado. EEA/IRGA, Cachoeirinha/RS, 1996/97

Segundo VICTORIA et al. (1992), a remobilização do nitrogênio ocorre após a fase de decomposição ativa de resíduos culturais, devido à reciclagem do nitrogênio contido na biomassa microbiana durante sua morte e predação. A cinética da remineralização consiste, basicamente, de uma fase rápida seguida de outra muito lenta.

Não foram detectadas diferenças estatísticas, na maioria das vezes, entre tratamentos de controle ao

arroz infestante ou entre épocas de aplicação de herbicida, quando os herbicidas foram aplicados ao solo (ausência de plantas). Isto decorre do fato de os herbicidas paraquat e sulfosate (assim como glyphosate) serem fortemente adsorvidos às partículas de argila e de matéria orgânica, tornando-se praticamente inativos no solo (SPRANKLE et al., 1975a, b; AHRENS, 1994).

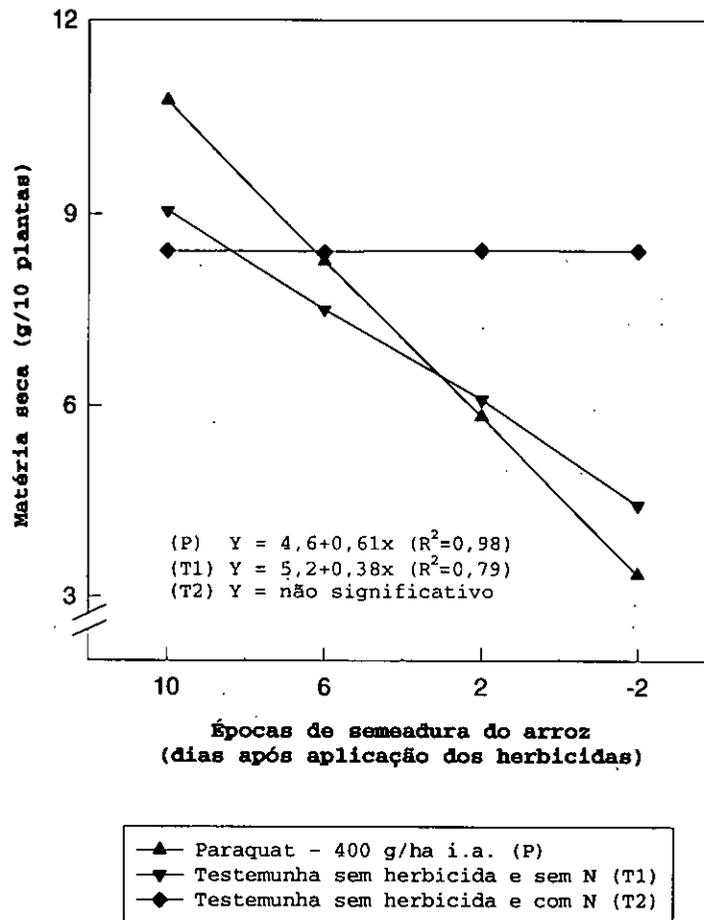


FIGURA 2 – Matéria seca (g/10 plantas) de arroz irrigado aos 30 dias após a emergência, em função de épocas de aplicação relacionadas à semeadura do arroz irrigado. EEA/IRGA, Cachoeirinha/RS, 1996/97

CONCLUSÕES

A presença de cobertura de plantas de arroz infestante reduz a velocidade de emergência, população de plantas e desenvolvimento inicial do arroz irrigado, independente da época de aplicação e do tratamento herbicida aplicado.

O herbicida sulfosate, especialmente na dose de 825 g/ha, aplicado para dessecar plantas de arroz infestante, reduz a maioria dos parâmetros avaliados. Os herbicidas utilizados não exercem efeito sobre as plantas de arroz irrigado semeadas na ausência de cobertura vegetal.

Para todos os parâmetros avaliados, a aplicação de herbicida realizada na presença de plantas dessecadas de arroz infestante dois dias após a semeadura, é prejudicial ao desenvolvimento da cultura.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- AHRENS, W.H. (Ed.). *Herbicide handbook*. 7.ed. Champaign: Weed Science Society of America, 1994. 352p.
- AITA, C.; ROS, C.O. da. Efeito de espécies de inverno na cobertura do solo e fornecimento de nitrogênio ao milho em plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.20, n.1, p.135-140, 1996.

- ALMEIDA, F.S. de. Influência da cobertura morta na biologia do solo. *A Granja*, Porto Alegre, v.41, n.451, p.52-67, 1985.
- ANDRADE, V.A. Arroz irrigado no sistema de plantio direto. *Lavoura Arrozeira*, Porto Alegre, v.35, n.388, p.24-26, 1982.
- CAÑAL, M.J.; TAMÉS, R.S.; FERNÁNDEZ, B. Effects of glyphosate on phenolic metabolism in yellow nutsedge leaves. *Physiologia Plantarum*, Copenhagen, v.69, n.4, p.627-632, 1987.
- CHOU, C.H.; LIN, H.J. Autointoxication mechanism of *Oryza sativa* L. Phytotoxic effects of decomposing rice residues in soil. *Journal of Chemical Ecology*, New York, v.2, n.3, p.353-367, 1976.
- DEVINE, M.; DUKE, S.O.; FEDTKE, C. *Physiology of herbicide action*. Englewood Cliffs: PTR Prentice Hall, 1993. 441p.
- EINHELLIG, F.A. Mechanism of action of allelochemicals in allelopathy. In: *Allelopathy: organisms, processes, and applications*. Washington: American Chemical Society, 1995. p.96-116.
- EMBRAPA. Serviço nacional de levantamento e conservação de solos. *Estudo expedito de solos do Estado do Rio Grande do Sul e parte de Santa Catarina, para fins de classificação, correlação e legenda preliminar*. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1980. 262p. (Boletim Técnico, 17)
- FRIZZO, C. Plantio direto e plantio direto com cultivo mínimo de arroz irrigado. *Lavoura Arrozeira*, Porto Alegre, v.44, n.398, p.30-31, 1991.
- JENSEN, E.S. Nitrogen immobilization and mineralization during initial decomposition of ¹⁵N- labelled pea and barley residues. *Biology Fertility Soils*, Berlin, v.23, n.4, p.26-32, 1997.
- JOHAL, G.S.; RAHE, J.E. Effect of soilborne plant-pathogenic fungi on the herbicidal action of glyphosate on bean seedlings. *Phytopathology*, Saint Paul, v.74, n.13, p.950-955, 1984.
- KEEN, N.T.; HOLLIDAY, M.J.; YOSHIKAWA, M. Effects of glyphosate on glyceollin production and the expression of resistance to *Phytophthora megasperma* f. sp. *glycinea* in soybean. *Phytopathology*, Saint Paul, v.72, n.11, p.1467-1470, 1982.
- LÉVESQUE, C.A.; RAHE, J.E. Herbicide interactions with fungal root pathogens, with special reference to glyphosate. *Annual Review of Phytopathology*, Palo Alto, v.30, p.579-602, 1992.
- LYDON, J.; DUKE, S.O. Pesticide effects on secondary metabolism of higher plants. *Pesticide Science*, Exeter, v.25, n.4, p.361-373, 1989.
- MENEZES, V.G.; SILVA, P.R.F.da.; ANDRES, A. Emergência e desenvolvimento das plantas de arroz irrigado (*Oryza sativa*) no sistema de plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21., 1997, Caxambu. *Resumos...* Caxambu: SBCPD, 1997. p.164.
- NAGABHUSHANA, G.G.; WORSHAM, D.; CORBIN, F.T. Root/rhizome exudation of nicosulfuron from treated johnsongrass (*Sorghum halepense*) and possible implications for corn (*Zea mays*). *Weed Science*, Champaign, v.44, n.3, p.455-460, 1996.
- OGUNREMI, L.T.; LAL, R.; BABALOLA, O. Effects of tillage methods and water regimes on soil properties and yield of lowland rice from a sandy loam soil in southwest Nigeria. *Soil and Tillage Research*, Oxford, v.6, n.3, p.220-234, 1986.
- OLIVEIRA, J.C.S.de.; MARCHEZAN, E.; STORCK, L.; et al. Sistemas de preparo do solo para o arroz irrigado (*Oryza sativa* L.). *Ciência Rural*, Santa Maria, v.24, n.3, p.489-493, 1994.
- OLOFINTOYE, J.A. Tillage and weed control practices for upland rice (*Oryza sativa* L.) on a hydromorphic soil in the Guinea savanna of Nigeria. *Tropical Agriculture*, Trinidad, v.66, n.1, p.43-48, 1989.
- PUTNAM, A.R. Weed allelopathy In: DUKE, S.O. *Weed physiology: reproduction and ecophysiology*. Boca Raton: CRC Press, 1987. v.1. p.131-156.
- RODRIGUES, J.J.V.; WORSHAM, A.D.; CORBIN, F.T. Exudation of glyphosate from wheat (*Triticum aestivum*) plants and its effects on interplanted corn (*Zea mays*) and soybeans (*Glycine max*). *Weed Science*, Champaign, v.30, n.3, p.316-320, 1982.
- SHAD, R.A.; DE DATTA, S.K. Reduced tillage techniques for wetland rice as affected by herbicides. *Soil and Tillage Research*, Oxford, v.6, n.4, p.291-303, 1986.
- SILVA, P.R.F.da.; SOUZA, P.R.de.; MENEZES, V.G.; et al. Efeito do sistema de semeadura no rendimento de grãos e componentes de cultivares de arroz irrigado. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 20., 1993, Pelotas. *Anais...* Pelotas: EMBRAPA/CPACT, 1993. p.119-120.
- SPRANKLE, P.; MEGGIT, W.F.; PENNER, D. Rapid inactivation of glyphosate in the soil. *Weed Science*, Champaign, v.23, n.3, p.224-228, 1975a.
- SPRANKLE, P.; MEGGIT, W.F.; PENNER, D. Adsorption, mobility, and microbial degradation of glyphosate in the soil. *Weed Science*, Champaign, v.23, n.3, p.229-234, 1975b.
- VICTORIA, R.L.; PICCOLO, M.C.; VARGAS, A.A.T. O ciclo do nitrogênio. In: *Microbiologia do solo*. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. p.105-120.

RENDIMENTO DE GRÃOS DE SOJA INFLUENCIADO PELO ARRANJO DE PLANTAS E NÍVEIS DE ADUBAÇÃO¹

JOÃO LEONARDO FERNANDES PIRES², JOSÉ ANTONIO COSTA³, ANDRÉ LUIS THOMAS⁴

RESUMO - Os objetivos do presente trabalho foram avaliar os efeitos do arranjo de plantas (espaçamento e população) e níveis de adubação sobre os componentes do rendimento e produtividade de grãos da soja. O experimento foi conduzido na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA/UFRGS), em Eldorado do Sul, RS, no ano agrícola de 1996/97, em solo Podzólico Vermelho Escuro (Paleudult). O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com parcelas sub-subdivididas e quatro repetições. Foi utilizada a cultivar de soja 'FT-Saray' (precoce), em semeadura direta, com os tratamentos constando de três níveis de fertilidade do solo (sem adubação, adubação recomendada e duas vezes a adubação recomendada), duas populações (30 e 40 plantas/m²) e dois espaçamentos entre linhas (20 e 40 cm). O rendimento médio de grãos foi de 4871 kg/ha, tendo sido modificado pelo espaçamento entre linhas onde 20 cm apresentou rendimento de 5420 kg/ha, sendo 1098 kg/ha superior ao espaçamento de 40 cm (4322 kg/ha). No espaçamento de 20 cm o número de legumes/m² foi 1789, 16% superior aos 1544 produzidos em 40 cm, sendo este o componente mais importante na determinação do maior rendimento obtido em linhas espaçadas de 20 cm.

Palavras-chave: *Glycine max* (L.) Merrill.; população de plantas; rendimento.

THE NARROW ROW INCREASES SOYBEAN YIELD

ABSTRACT - The objectives of the present study were to evaluate the effects of plant arrangement (row spacing and plant population) and fertilization levels on yield components and soybean yield. The experiment was performed at the Agronomic Experimental Station of Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA/UFRGS), in Eldorado do Sul, Rio Grande do Sul, Brazil, in the 1996/97 growing season, in a Dark Red Podzolic soil. The treatments were arranged in a split split-plot randomized complete-block design, with four replications. The cultivar tested was 'FT-Saray' (early), in no-till. The treatments tested were three fertility levels (without fertilization, the recommended and twice the recommended fertilization), two populations (30 and 40 plants/m²) and two row spacing (20 and 40 cm). The average grain yield of 4871 kg/ha, was modified by the row spacing, where in 20 cm the grain yield was of 5420 kg/ha, 1098 kg/ha greater than in 40 cm rows (4322 kg/ha). In the row spacing of 20 cm the number of pods per m² was 1789, 16% greater than the 1544 produced in 40 cm, being this the most important component in the yield increase in 20 cm rows.

Key words: *Glycine max* (L.) Merrill.; plant population; yield.

INTRODUÇÃO

Estudos do arranjo de plantas com novas disposições na lavoura permitem minimizar a competição intraespecífica e maximizar o aproveitamento dos recursos ambientais. As modificações no arranjo podem ser feitas por meio da variação do espaçamento entre as plantas dentro da linha de semeadura e da distância entre linhas. Muitos trabalhos, nos quais foram utilizados espaçamentos com amplitude de 17 até 100 cm entre linhas têm mostrado desde a não ocorrência de resposta até 40% de acréscimo no rendimento pela redução no espaçamento entre linhas na cultura da soja (LEHMAN e LAMBERT, 1960; DOSS e TURLOW, 1974; COOPER, 1977; COSTA et al., 1980; TAYLOR, 1980; UDOGUCHI e McCLOUD, 1987). A melhor utilização da radiação incidente pode ser o fator principal responsável pela obtenção de maiores rendimentos em espaçamentos menores (BOARD e HARVILLE, 1992). No entanto, outros fatores podem estar relacio-

ados com a redução no espaçamento, como a maior eficiência no uso da água devido à menor evaporação, melhor exploração da fertilidade do solo e maior capacidade de competição com plantas daninhas.

Trabalhos com variações no arranjo de plantas de soja devem levar em consideração a grande plasticidade, que consiste na capacidade de a planta alterar sua morfologia e componentes do rendimento (número de grãos/legume, número de legumes/m² e peso de grão), a fim de adequá-los ao espaço disponível e à condição de competição imposta pelo arranjo das plantas. O número de legumes/m² é o componente do rendimento que mais sofre modificações (plasticidade) pela utilização de práticas de manejo diferenciadas, uma vez que os outros dois componentes possuem controle genético e por isso apresentam pequena amplitude de variação (COOPERATIVE..., 1994).

A redução no espaçamento entre linhas pode acarretar modificações na quantidade de matéria seca acumulada pelas plantas, fechamento da área da entrelinha

1. Parte da dissertação de Mestrado apresentada pelo primeiro autor, para obtenção do grau de Mestre em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia /UFRGS.
2. Eng. Agr., M.Sc. - Aluno de Pós-graduação em Agronomia - Fitotecnia, Faculdade de Agronomia/ UFRGS, Caixa Postal 776, 90001-970 Porto Alegre, RS. Bolsista do CNPq.
3. Eng. Agr., Ph.D. - Prof. Titular do Departamento de Plantas de Lavoura, Faculdade de Agronomia/ UFRGS, Caixa Postal 776, 90001-970 Porto Alegre, RS. Bolsista do CNPq.
4. Eng. Agr., M.Sc. - Prof. Assistente do Departamento de Plantas de Lavoura, Faculdade de Agronomia/ UFRGS.
Recebido para publicação em 25/03/1998.

(SCOTT e ALDRICH, 1975), área foliar e índice de área foliar, que podem resultar em aumento no rendimento de grãos.

As maiores vantagens observadas com a redução do espaçamento, em relação aos comumente utilizados (40 a 50 cm), são verificadas em semeaduras tardias com a utilização de cultivares precoces (JOHNSON et al., 1982) e em solos com fertilidade em níveis adequados (VENTIMIGLIA, 1996).

O presente trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos do arranjo de plantas (espaçamento e população) e níveis de adubação sobre os componentes do rendimento e rendimento de grãos da soja.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Estação Experimental Agrônômica (EEA-UFRGS), localizada no município de Eldorado do Sul, região fisiográfica da Depressão Central do estado do Rio Grande do Sul, durante o período agrícola de 1996/97. O solo da área experimental, de acordo com BRASIL (1986), pertence à unidade de mapeamento São Jerônimo, classificado como Podzólico Vermelho Escuro (Paleudult). Foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso com parcelas sub-subdivididas e quatro repetições. Os tratamentos constaram de três teores de fertilidade do solo (sem adubação; adubação recomendada e duas vezes a adubação recomendada), locados nas parcelas principais (80 m²); duas populações de plantas (30 e 40 plantas/m²), testadas nas subparcelas (40 m²) e dois espaçamentos entre linhas (20 e 40 cm), arranjados nas sub-subparcelas (20 m²). A adubação foi realizada de acordo com as recomendações da Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solos - ROLAS (BARTZ et al., 1994).

O experimento foi instalado em área de semeadura direta com três anos neste sistema, com cobertura de 5,8 t/ha de matéria seca de aveia preta e milho. Utilizou-se a cultivar de soja FT Saray, de ciclo precoce e hábito de crescimento determinado. A adubação foi realizada precedendo a semeadura, em linhas distanciadas em 20 cm, no sentido perpendicular ao das linhas de semeadura. A semeadura foi realizada em novembro de 1996, sendo as sementes tratadas com fungicida específico e inoculadas com estirpes de *Bradyrhizobium japonicum*.

Aos 25 dias após a emergência, quando as plantas estavam no estágio V4, ou seja, quarto nó (COSTA e MARCHEZAN, 1982), realizou-se o desbaste, ajustando-se as populações para os valores desejados nos tratamentos (30 e 40 plantas/m²). O ensaio foi conduzido livre da presença de insetos-praga e plantas daninhas, sendo realizadas irrigações complementares por aspersão, sempre que a leitura dos tensiômetros instalados na área experimental ultrapassava 0,05 MPa. As determinações foram efetuadas de acordo com a metodologia proposta por COSTA (1993), levando-se em conta, para caracterizar os estádios fenológicos da soja, a escala de desenvolvimento apresentada por COSTA e MARCHEZAN

(1982) e para identificar as estruturas avaliadas (nós, ramos, flores e legumes), as definições apresentadas por MARCHEZAN (1982).

Com a finalidade de determinar o rendimento de grãos, corrigido para umidade padrão de 13%, foram colhidas, como área útil, as duas linhas centrais de cada sub-subparcela, desprezando 0,5 m de cada extremidade das fileiras, como bordadura.

Determinou-se o número de legumes férteis/m² por meio da quantificação dos legumes com no mínimo um grão, presentes em cinco plantas coletadas em sequência na linha, dentro da área útil e depois transformando-se os valores para m².

O peso de 100 grãos foi determinado pela pesagem de quatro amostras de 100 grãos obtidas, aleatoriamente, da área útil colhida de cada sub-subparcela e corrigido a 13% de umidade. O número de grãos por legume foi calculado dividindo-se a média do número de grãos obtido por planta pelo número de legumes encontrados por planta.

Para as determinações que exigiam a destruição da planta, como área foliar e matéria seca, amostrou-se 10 plantas em sequência na linha, nos estádios V6 (sexto nó), R2 (florescimento), R5 (início do enchimento de grãos) e R8 (maturação).

A área foliar foi determinada nos estádios V6, R2 e R5 e medida em cm²/planta, com a utilização de integrador de área foliar LI-COR modelo 3100. A matéria seca, avaliada na planta, foi efetuada colocando-se as amostras em estufa ventilada, à temperatura de 65°C, até peso constante e posteriormente pesadas. A determinação do fechamento do espaço entre linhas foi realizada no estágio V6, por meio de imagens digitalizadas (coletadas com uma filmadora e analisadas por computador).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, sendo as diferenças entre tratamentos avaliadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. No que se refere aos dados de fertilidade do solo, que apresentavam três teores, as comparações foram feitas por meio de análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média de rendimento obtida foi de 4871 kg/ha (Tabela 2), sendo 118% e 200% superior à média brasileira e do Rio Grande do Sul, respectivamente, na estação de crescimento de 1996/97. Este alto rendimento reflete as condições em que o experimento foi conduzido, sem estresse hídrico e livre de pragas e plantas daninhas.

A disponibilidade hídrica adequada pode ser constatada pelo balanço hídrico que indicou os principais períodos de deficiência que ocorreram durante o mês de janeiro, a qual foi reduzida por meio de duas irrigações (25 mm e 30 mm) no final do ciclo da cultura, durante o mês de março e início do mês de abril (estádio de maturação), o que não prejudicou a cultura por esta já ter atingido a maturação fisiológica (Figura 1).

O rendimento de grãos foi influenciado somente pelo espaçamento entre linhas, sendo que não houve resposta para populações de plantas e níveis de fertilidade do solo.

A inexistência de resposta no rendimento pela elevação na adubação de zero para duas vezes a recomendação, pode estar associada à falta de resposta do rendimento da soja ao aumento na adubação no primeiro ano. Sabe-se que grande parte dos nutrientes adicionados ao solo não é aproveitada por motivos de lixiviação e insolubilização, estimando-se o índice de aproveitamento de fertilizantes de 5 a 20% para o fósforo e de 50 a 70% para o potássio (HASS, 1997). Embora o teor de fósforo observado inicialmente no solo não fosse adequado (Tabela 1), as condições de precipitação e a possibilidade de suplementação hídrica favoreceram os mecanismos de suprimento de íons e podem ter feito com que os teores médios de fósforo não fossem limitantes. Deve-se somar, ainda, a este fator o teor elevado de potássio presente no solo (174 ppm em média).

TABELA 1 – Características do solo onde foi realizado o experimento. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1996

Características*	Valores
Teor de argila (%)	25
pH (em água)	5,0
Índice SMP	6,1
Fósforo (mg/l)	10
Potássio (mg/l)	174
Alumínio Trocável (cmol/l)	0,3
Matéria Orgânica - % (mv)	2,0

* Análise efetuada pelo Laboratório de Análise de Solos da FA/UFRGS.

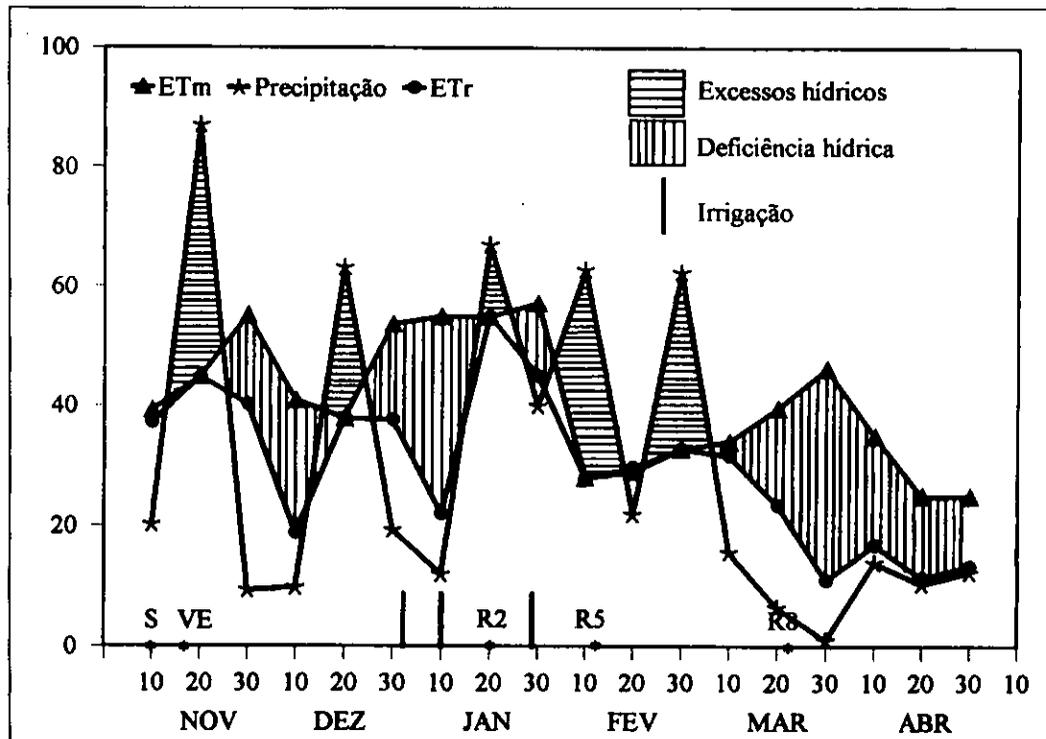


FIGURA 1 – Balanço hídrico por decêndio segundo Thorntwaite e Mather (OMETO 1981) para a capacidade de armazenamento de água no solo de 50 mm. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1996/97. S = semeadura, VE = emergência, R2 = florescimento, R5 = início do enchimento de grãos, R8 = maturação, Etm = evapotranspiração máxima, Etr = evapotranspiração real

No que se refere à população de plantas, não ocorreram diferenças no rendimento, com a redução na mesma, ou seja, de 40 para 30 plantas/m², devido à compensação (plasticidade) ocorrida na população de 30 plantas/m² em vários componentes do rendimento. Resultados similares a estes foram obtidos por CARPENTER e BOARD (1997)

e RUBIN (1997), que mesmo trabalhando com populações extremas, que variaram de 7 plantas/m² até 63 plantas/m², não obtiveram variação no rendimento de grãos. O espaçamento de 20 cm proporcionou rendimento de 1098 kg/ha ou 25% a mais que o obtido no espaçamento de 40 cm (Tabela 2).

TABELA 2 – Rendimento de grãos da cultivar de soja 'FT-Saray' em dois espaçamentos entre linhas. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1996/97

Espaçamento cm	Rendimento kg/ha
20	5420 a*
40	4322 b
Média	4871
C.V. (%)	10,9

*Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

O maior rendimento verificado em 20 cm de espaçamento está relacionado a fatores como a redução da competição intraespecífica, principalmente por luz, melhor aproveitamento da água, interceptação mais rápida da radiação, maior exploração do solo pelas raízes. Basicamente, o aumento significativo observado no rendimento de grãos se deve a modificações morfo-fisiológicas da cultura com a redução no espaçamento, podendo ser melhor entendidas com a análise dos componentes do rendimento e do crescimento da cultura. O espaçamento de 20 cm influenciou significativamente o número de legumes férteis/m² o que proporcionou maior rendimento de grãos. No entanto, o número de grãos por legume e o peso de 100 grãos foram não foram influenciados (Tabela 3).

TABELA 3 – Componentes do rendimento da cultivar de soja 'FT-Saray', em dois espaçamentos entre linhas. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1996/97

Espaçamento cm	Legumes férteis nº/m ²	Grãos/legume nº	Peso de 100 grãos g
20	1599 a*	1,98 ns	17,2 ns
40	1392 b	1,96	17,5
Média	1495	1,97	17,3
C.V. (%)	21,1	6,4	4,8

ns - não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

* Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

O maior número de legumes férteis/m² obtidos com a redução do espaçamento reforça a teoria de maior interceptação de radiação (TAYLOR, 1980; BOARD e HARVILLE, 1992; BOARD et al., 1992) no espaçamento estreito durante o período vegetativo e reprodutivo inicial. Uma das conseqüências da maior interceptação de radiação é que as folhas da porção inferior da planta, que normalmente não atingem seu potencial fotossintético (JOHNSTON et al., 1969), aumentem a assimilação de CO₂. Considerando-se que a soja apresenta as chamadas "unidades fonte-demanda" (PORTES, 1988), o melhor arranjo de plantas no espaçamento de 20 cm pode ter levado à maior capacidade de fornecimento de assimilados para as estruturas reprodutivas e com isso gerando maior rendimento de grãos, do que no espaçamento de 40 cm.

No que se refere a características relacionadas com o crescimento, o fechamento do espaço entre linhas da soja nos estádios iniciais foi avaliado como forma de expressar a capacidade da cultura em desenvolver seu aparato fotossintético e tempo para atingir 95% de interceptação da radiação incidente. No estádio V6 (34 dias após a emergência), o espaçamento de 20 cm já proporcionava 72% de fechamento, enquanto o de 40 cm, 55% (Tabela 4). No estádio R2 (65 dias após a emergência), as plantas já haviam fechado totalmente o espaço disponível nos dois espaçamentos estudados.

TABELA 4 – Fechamento do espaço da entrelinha proporcionado pela cultivar de soja 'FT-Saray' em dois espaçamentos. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1996/97

Espaçamento cm	Fechamento - % V6**
20	72 a*
40	55 b
Média	63
C.V. (%)	21,7

*Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

** V6 = sexto nó.

A matéria seca acumulada pela planta de soja, por unidade de área, aumenta com a diminuição do espaçamento entre linhas de 30 para 15 cm (UDOGUCHI e McCLOUD, 1987). Estes resultados concordam com os obtidos neste trabalho, onde também se verificou aumento na matéria seca acumulada no menor espaçamento (20 cm) no estádio V6. Nos demais estádios não houve diferença na matéria seca entre espaçamentos (Tabela 5). O mesmo ocorreu para índice de área foliar (IAF) (Tabela 6).

TABELA 5 – Matéria seca acumulada da cultivar de soja ‘FT-Saray’, nos estádios V6, R2 e R5 em dois espaçamentos entre linhas. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1996/97

Espaçamento cm	Matéria seca g/m ²		
	V6**	R2	R5
20	90 a*	565 ns	835 ns
40	67 b	559	888
Média	78	562	861
C.V.(%)	21,1	17,1	18,4

ns - não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

* Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

** V6 = sexto nó; R2 = florescimento; R5 = início do enchimento de grãos.

TABELA 6 – Índice de área foliar da cultivar de soja ‘FT-Saray’, nos estádios V6, R2 e R5 em dois espaçamentos entre linhas. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1996/97

Espaçamento cm	IAF		
	V6**	R2	R5
20	0,9 a*	5,9 ns	4,8 ns
40	0,8 b	5,8	4,9
Média	0,8	5,8	4,8
C.V.(%)	19,9	16,1	18,8

ns - não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

* Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

** V6 = sexto nó; R2 = florescimento; R5 = início do enchimento de grãos.

Este comportamento evidencia a importância do melhor arranjo de plantas no espaçamento de 20 cm, diminuindo a competição nos estádios vegetativos proporcionando incremento de matéria seca, IAF, fechamento do espaço entre linhas e interceptação da radiação incidente mais cedo.

Embora não se tenha determinado no presente trabalho características relacionadas com a penetração de luz na comunidade de plantas, nos diferentes espaçamentos, e a participação dos estratos inferiores da planta no rendimento, fica evidente que ocorreu melhor captação de luz, seja pela diminuição do sombreamento mútuo ou pela maior quantidade de luz chegando no interior da comunidade, pois a maior demanda de assimilados gerada pelo maior número de legumes/m² no espaçamento de 20 cm foi suprida pela luz em relação ao espaçamento de 40 cm.

COOPER e JEFFERS (1984), mostraram em um experimento sob condições de estresse de N, que a vantagem em rendimento de 15 a 25% do espaçamento de 17 cm sobre 75 cm, foi minimizada ou eliminada. Também VENTIMIGLIA (1996) demonstrou que a vantagem do espaçamento de 20 cm sobre 40 cm, em rendimento, pode ser revertida em favor de 40 cm, se os teores de fósforo no solo forem baixos. Portanto, há maior probabilidade de obtenção de resposta significativa com a redução do espaçamento entre linhas, quando se consegue minimizar o efeito de fatores limitantes, ou seja, quando se dispõe de condições com disponibi-

lidade hídrica adequada e teores suficientes de nutrientes no solo.

A redução do espaçamento entre linhas deve levar em consideração as implicações práticas que podem se tornar relevantes, como disponibilidade de implementos para semear em distâncias menores, aplicação de agroquímicos, possibilidade de aumento de doenças e relação custo benefício.

No que se refere à semeadura, atualmente se dispõe de implementos capazes de semear em linhas estreitas, empregando o mesmo mecanismo utilizado para semear cereais de inverno.

A aplicação de defensivos agrícolas em espaçamentos reduzidos pode ser feita por meio de aplicações aéreas de produtos, que seriam pagos facilmente se os aumentos de rendimento obtidos fossem similares aos obtidos no presente experimento.

O fato de o espaçamento reduzido possibilitar o rápido fechamento da entrelinha, pode favorecer a cultura na competição interespecífica com plantas daninhas. É possível, também, em semeadura direta, ajustar o período de dessecação da cultura anterior (com produtos de ação total) a fim de que esta dessecação também tenha efeito sobre as plantas daninhas, diminuindo sua incidência e poder de competição nos estádios iniciais, favorecendo a cultura.

O rápido fechamento da área, proporcionado pela comunidade de plantas no espaçamento de 20 cm poderia diminuir a circulação de ar, aumentando a umida-

de e com isso facilitando o surgimento de doenças. Pelo fato de o presente experimento ter sido efetuado em uma região com poucos problemas de doenças em soja não se pode verificar a magnitude deste problema. No entanto, seria importante quantificar o possível aumento de doenças em regiões onde estas ocorrem com maior intensidade, além de verificar se este aumento reduziria o rendimento em níveis capazes de eliminar a vantagem obtida em rendimento.

CONCLUSÕES

A redução no espaçamento entre linhas de 40 para 20 cm, proporcionou incremento significativo no rendimento de grãos em função do aumento no número de legumes/m².

O crescimento da soja foi influenciado pelo espaçamento entre linhas no estágio vegetativo, onde o espaçamento de 20 cm apresentou maior crescimento, o que se refletiu positivamente no rendimento de grãos.

A variação na população de plantas e níveis de fertilidade do solo, até os limites empregados no presente trabalho, não afetaram o rendimento de grãos da soja.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- BARTZ, H.R. (Coord.) **Recomendações de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Passo Fundo: SBCS-Núcleo Regional Sul, 1994. 224p.
- BOARD, J.E.; HARVILLE, B.G. Explanations for greater light interception in narrow-vs. wide-row soybean. *Crop Science*, Madison, v.32, n.1, p.198-202, 1992.
- BOARD, J.E.; KAMAL, M.; HARVILLE, B.G. Temporal importance of greater light interception to increased yield in narrow-row soybean. *Agronomy Journal*, Madison, v.84, n.4, p.575-579, 1992.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Rio grande do Sul**. Recife, 1973. 431p. (Boletim Técnico, 30)
- CARPENTER, A.C.; BOARD, J.E. Branch yield components controlling soybean yield stability across plant populations. *Crop Science*, Madison, v.37, n.3, p.885-891, 1997.
- COOPER, R.L. Response of soybean cultivars to narrow rows and planting dates under weed-free conditions. *Agronomy Journal*, Madison, v.69, n.1, p.89-92, 1977.
- COOPER, R.L.; JEFFERS, D.L. Use of nitrogen stress to demonstrate the effects of yield limiting factors on the yield response of soybean to narrow row systems. *Agronomy Journal*, Madison, v.76, n.2, p.257-259, 1984.
- COOPERATIVE EXTENSION SERVICE AMES. **How a soybean plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1994. 20p.
- COSTA, J.A. Mapeamento de plantas: uma opção de manejo para altos rendimentos de soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 21., 1993, Santa Rosa. **Ata e resumos...** Porto Alegre: CIENTEC, IPAGRO, 1993. p.192.
- COSTA, J.A.; MARCHEZAN, E. **Características dos estádios de desenvolvimento da soja**. Campinas: Fundação Cargil, 1982. 30p.
- COSTA, J.A.; OPLINGER, E.S.; PENDLETON, J.W. Response of soybean cultivars to planting patterns. *Agronomy Journal*, Madison, v.72, n.1, p.153-156, 1980.
- DOSS, B.D.; THURLOW, D.L. Irrigation, row width, and plant population in relation to growth characteristics of two soybean varieties. *Agronomy Journal*, Madison, v.66, n.5, p.620-623, 1974.
- HASS, F.D. Plantio direto: fatores que interferem na eficiência da adubação. In: FRIES, M.R.; DALMOLIN, R.S.D. (Eds.) **Atualização em recomendação de adubação e calagem: ênfase em plantio direto**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1997. p.125-131.
- JOHNSON, R.R.; GREEN, D.E.; JORDAN, C.W. What is the best soybean row width? *Crops and Soils Magazine*, Madison, v.43, n.4, p.10-13, 1982.
- JOHNSTON, T.L.; PENDLETON, J.W.; PETERS, D.B. et al. Influence of supplemental light on apparent photosynthesis, yield, and yield components of soybeans (*Glycine max* L.). *Crop Science*, Madison, v.9, p.577-581, 1969.
- LEHMAN, W.F.; LAMBERT, J.W. Effect of spacing of soybean plants between and within rows on yield and its components. *Agronomy Journal*, Madison, v.52, n.1, p.84-86, 1960.
- MARCHEZAN, E. **Produção e fixação de flores e legumes, por nó do caule e dos ramos, e três cultivares de soja**. Porto Alegre: UFRGS, 1982. 105p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Fitotecnia, Faculdade de Agronomia da UFRGS, 1982.
- OMETO, J.C. **Bioclimatologia vegetal: balanço hídrico**. São Paulo: CERES, 1981. 425p.
- PORTES, T. de A. **Ecofisiologia**. In: ZIMMERMANN, M.J. de O; ROCHA, M.; YAMADA, T. **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1988. p.125-156.
- RUBIN, S. de A.L. **Comportamento da cultivar 'FEPAGRO- RS 10' em seis densidades de semeadura no planalto médio riograndense**. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 25, 1997, Passo Fundo. **Ata e resumos...** Passo Fundo: EMBRAPA, 1997. p.187.
- SCOTT, W.O.; ALDRICH, S.R. **Producción moderna de la soja**. Buenos Aires: Hemisferio Sur, 1975. 192p.
- TAYLOR, H.M. Soybean growth and yield as affected by row spacing and by seasonal water supply. *Agronomy Journal*, Madison, v.72, n.3, p.543-547, 1980.
- UDOGUCHI, A.; McCLOUD, D.E. Relationship between vegetative dry matter and yield of three soybean cultivars. *Soil and Crop Science Society of Florida*, Gainesville, v.46, p.75-79, 1987.
- VENTIMIGLIA, L.A. **Morfogenia e fisiogenia da soja afetada pelo espaçamento entre fileiras e níveis de fósforo no solo**. Porto Alegre: UFRGS, 1996. 118p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Fitotecnia, Faculdade de Agronomia da UFRGS, 1996.

**COEFICIENTES DE TRILHA, CORRELAÇÕES CANÔNICAS E
DIVERGÊNCIA GENÉTICA: I. ENTRE CARACTERES PRIMÁRIOS E
SECUNDÁRIOS DO RENDIMENTO DE GRÃOS EM GENÓTIPOS
DE FEIJÃO PRETO (*Phaseolus vulgaris* L.)**

JEFFERSON LUÍS MEIRELLES COIMBRA¹, ALTAMIR FREDERICO GUIDOLIN², FERNANDO IRAJÁ FELIX DE CARVALHO³

RESUMO – Vinte e cinco genótipos de feijão foram avaliados em Lages, Santa Catarina, através de sete caracteres de importância agrônômica sobre a produção de grãos por unidade de área. O experimento, em blocos casualizados com três repetições, foi conduzido no período de safra (novembro a janeiro) no ano agrícola de 1995/96. Os objetivos do trabalho foram: 1) estimar os efeitos diretos e indiretos entre os caracteres de importância agrônômica, através da análise de trilha; 2) estimar a intensidade de associação entre os componentes primários e secundários do rendimento de grãos; 3) estimar a divergência genética de vinte e cinco genótipos de feijão preto, através da estatística de Mahalanobis. O primeiro grupo de variáveis (componentes primários) foi constituído pelo número de legumes por planta, número de grãos por legume e peso de mil grãos; o segundo grupo (componentes secundários), pelo número de dias entre a emergência e o florescimento, número de dias entre a emergência e a maturação de colheita, estatura de planta e comprimento do colmo para inserção do primeiro legume. Pela análise das correlações canônicas, ficou evidenciado a importância dos componentes secundários sobre os primários. Os resultados obtidos pela análise de trilha, revelaram a importância dos caracteres peso de mil grãos, número de legumes por planta e número de grãos por legume, uma vez que os mesmos apresentaram os maiores efeitos diretos e alta correlação fenotípica com o rendimento de grãos. A estatística de Mahalanobis possibilitou discriminar os genótipos de feijão preto quanto ao seu grau de similaridade genética. Ficou evidenciada ampla variabilidade genética para todos os caracteres avaliados, principalmente, para o ciclo vegetativo, número de legumes por planta e número de grãos por legumes, comparativamente. O emprego de genótipos distantes geneticamente em programas de melhoramento genético de feijão que utilizam a hibridação artificial para incrementar a variabilidade genética, não levaria ao estreitamento da base genética (erosão genética), já que tais genótipos possuem adequada variabilidade genética.

Palavras-chave: hibridação, variabilidade genética, componentes do rendimento

**PATH ANALYSIS, CANONICAL CORRELATIONS AND GENETIC DIVERGENCE:
I. AMONG PRIMARY AND SECONDARY CHARACTERS OF GRAIN YIELD IN BLACK
BEANS (*Phaseolus vulgaris* L.) GENOTYPES**

ABSTRACT – Twenty five black beans genotypes were evaluated in Lages, Santa Catarina, studying the influence of seven characters of agronomic importance on the grain production per unit area. The experiment, in randomized blocks with three replications per treatment, was conducted in the growing season 1995/96 (November - January). The objectives of this work were: 1) estimate the direct and indirect effects among the characters of agronomic importance, through path analysis; 2) estimate the association intensity between primary and secondary components of grain yield; 3) estimate the genetic divergence of twenty-five black bean genotypes, using Mahalanobis statistics. The first group of variables (primary components) was composed by the number of pods per plant, 1000 grains weight, and number of grains per pod; the second group (secondary components), by the number of days from emergency to flowering, number of days from emergency to harvesting point, plant height and first pod insertion (cm). The canonical correlations analysis showed the influence of the secondary components over the primary ones. The path analysis showed the importance of 1000 grains weight, number of pods per plant, and number of grains per pod, presenting the largest direct effects and high phenotypic correlation with grain yield. The Mahalanobis analysis made possible to discriminate black bean genotypes regarding their degree of genetic similarity. It was also evidenced a wide genetic variability for all the evaluated characters, especially for the vegetative cycle, number of pods per plant and number of grains per pod. The use of distant genotypes in bean breeding programs, which use artificial hybridization to increase genetic variability, certainly would not lead to the narrowing of the genetic basis, since a wide genetic variability is found among black bean genotypes.

Key words: hybridization, genetic variability, yield components

INTRODUÇÃO

O feijão preto (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma das culturas mais importantes para o estado de Santa Catarina em área plantada, só perdendo para o milho

(INSTITUTO CEPA 1996). A venda do feijão proporciona a primeira receita das culturas de verão, o que significa uma injeção de recursos em um momento financeiro crítico para os pequenos agricultores (BISOGNIN et al., 1997).

1. Eng. Agr. - Aluno do Curso de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Federal de Pelotas (UFPel). Bolsista da CAPES.

2. Eng. Agr. M.Sc. - Prof. de Genética do Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina.

3. Eng. Agr., Ph.D. - Prof. da Faculdade de Agronomia/UFPel. Pesquisador do CNPq. Caixa Postal 354, 96001-970 Capão do Leão, RS. Autor para correspondência. jlmcpes@ufpel.tche.br

Recebido para publicação em 04/05/1998.

Em programa de melhoramento, envolvendo hibridações, é necessário dispor de informações a respeito dos genitores a serem utilizados. Um dos parâmetros para escolha dos genitores é a divergência genética entre eles, quantificada, em geral, por estatística multivariada, como a distância Euclidiana ou distância generalizada de Mahalanobis (CRUZ e REGAZZI, 1997; MIRANDA et al., 1988). Além de informações sobre a distância genética dos genitores, o conhecimento do controle genético de caracteres sob seleção e de suas correlações são indispensáveis para aumentar as chances de êxito de um programa de melhoramento, bem como para possibilitar reduções de tempo e custos.

O coeficiente de correlação simples estima somente o grau de associação entre duas variáveis. Quando são analisadas as relações entre um caráter de natureza complexa, como rendimento de grãos por unidade de área e seus componentes, é necessário a obtenção de informações das correlações simples e da importância dos efeitos diretos e indiretos de cada caráter sobre a variável básica. A análise de trilha permite uma interpretação mais consistente neste sentido (VENCOVSKY e BARRIGA, 1992).

Outra técnica é a análise de correlações canônicas que permite avaliar as inter-relações entre dois complexos, determinados por um número de caracteres. Para CRUZ e REGAZZI (1997) esta técnica pode ser usada no melhoramento para avaliar, por exemplo, caracteres de parte aérea e do sistema radicular, caracteres agrônômicos e fisiológicos, ou entre componentes primários ou secundários de rendimento de grãos. Para SANTOS et al. (1994a), a grande vantagem dessa correlação no melhoramento é viabilizar o estudo de mais de uma variável dependente. Sendo assim, este trabalho tem por objetivos avaliar os efeitos diretos e indiretos entre caracteres de importância agrônômica, através da análise de trilha, das correlações canônicas. Foi realizada uma análise de divergência genética de vinte e cinco genótipos de feijão preto, com a finalidade de auxiliar na escolha de genitores para hibridações artificiais em programas de melhoramento genético.

MATERIAL E MÉTODOS

Vinte e cinco genótipos de feijão preto foram semeados no ano agrícola de 1995/96, em 01/11/1995 no município de Lages/SC, situado no Planalto Catarinense (27° 52' 30"S e 50° 18' 30"O). O solo pertence à unidade de mapeamento Lages (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA, 1973). A temperatura média do ar, nos meses mais quentes do ano no planalto catarinense, oscila entre 19° e 22° C, valores que são considerados por ORTEGA et al. (1974) como ideais para o cultivo do feijão. Foram avaliadas 22 linhagens e três cultivares padrões no Ensaio Intermediário de Linhagens, para determinação das correlações fenotípicas e para a análise posterior das correlações canônicas realizadas sobre sete variáveis: 1) variáveis explicativas primárias: número de legumes por planta (NLP), número de grãos por legume (NGL) e peso de mil grãos (PMG); 2) variáveis explicativas secundárias: número de dias para floração (FL) e colheita (MC),

estatura de planta (EP) e comprimento do colmo para inserção do primeiro legume (CCPIL). As avaliações realizadas foram baseadas nos estádios de crescimento da cultura e seguiram a escala proposta pelo CIAT (1991). A emergência foi avaliada no estádio V_1 , a data de floração no estádio R_6 e o período de maturação de colheita no estádio R_9 . A determinação do comprimento do colmo para inserção do primeiro legume foi avaliada no estádio R_7 , quando surgiu o primeiro legume que media mais de 2,5 cm de comprimento. No estádio R_9 , foi atribuída uma nota geral aos demais caracteres avaliados, que correspondeu à nota de adaptação, em função das observações gerais de desenvolvimento, carga de legumes, porte e acamamento, possibilitando avaliar a planta num âmbito mais criterioso em relação à parcela em questão.

O preparo do solo foi realizado segundo recomendações técnicas relatadas por WILDNER (1992). As adubações seguiram as recomendações descritas pelos autores BALDISSERA e SCHERER (1992). O controle de plantas invasoras foi efetuado com aplicação de 2 kg/ha de metachlor, sendo, posteriormente, realizada capina manual para eliminação de possíveis invasoras remanescentes. Para o controle de pragas foi utilizado o inseticida methamidophos nas doses de 0,5 a 1,0 l/ha do produto comercial. O delineamento experimental foi blocos ao acaso, com três repetições. Cada unidade experimental era composta por duas fileiras de 5 m de comprimento com 10 plantas/m, com espaçamento de 0,5 m entre fileiras e 0,2 m entre covas, dentro das fileiras, ou 200.000 plantas/ha. A área útil era formada de duas fileiras, compreendendo 4 m². A data de semeadura foi de acordo com o Zoneamento Agroclimático de Santa Catarina, que coincide com o período preferencial para a cultura naquela região. Os dados foram submetidos às análises estatísticas, realizadas no programa computacional GENES (CRUZ, 1997), descritas a seguir.

Correlações canônicas: foram estimadas segundo os procedimentos de CRUZ e REGAZZI (1997) entre o grupo de variáveis constituído pelos caracteres agrônômicos primários (NGL, NLP e PMG) e o grupo de variáveis constituído pelos caracteres agrônômicos secundários do feijão (FL, MC, EP e CCPIL).

Análise de Trilha: foram estimadas as correlações, segundo CRUZ e REGAZZI (1997), entre o rendimento de grãos (Y) e os seus componentes. Estes coeficientes de correlações estimadas foram desdobrados, também, em efeitos diretos e indiretos, por meio da análise de trilha.

Análise de dissimilaridade: para agrupamento dos vinte e cinco genótipos avaliados, foi adotada como medida de similaridade genética a estatística de Mahalanobis (D^2), segundo CRUZ e REGAZZI (1997). O método de Tocher foi utilizado para agrupamento dos 25 genótipos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados estimados das correlações e dos pares de correlações canônicas entre os caracteres agrônômicos primários e secundários, bem como o nível de significância, estão inseridos na Tabela 1. Apenas as

duas primeiras correlações canônicas foram, ao nível de 5% de probabilidade ($P < 0,05$), significativamente diferentes de zero, pelo teste do qui-quadrado. Consequentemente, apenas as duas primeiras correlações são de interesse ao estudo, pois estes dois pares canônicos são os que maximizam a relação entre componentes primários e secundários (X_1 e Y_1) do rendimento de grãos por unidade de área. Para FEHR (1987), a seleção para o caráter morfológico ou fisiológico é de nenhum valor se o desempenho do caráter não é correlacionado com o desempenho do caráter primário. Análise dos coeficientes de correlações dos dois primeiros pares canônicos evidenciaram a associação entre os componentes primários e secundários do rendimento de grãos. Sendo assim, a associação entre os

grupos primários e os secundários é determinada pela maior estatura de plantas (EP) e maior ciclo vegetativo (FL) (caracteres do grupo q), como determinantes para o incremento do número de legumes por planta (NLP) e do peso de mil grãos (PMG). Por outro lado, o coeficiente de correlação do segundo par canônico apontou que plantas com maior comprimento de colmo, para inserção do primeiro legume, e com menor ciclo reprodutivo de planta (caracteres do grupo p) tendem a proporcionar plantas com maior peso de mil grãos e menor número de legumes por planta, tendo pouca ou nenhuma influência sobre o número de grãos por legume (NGL). A terceira correlação não revelou uma relação significativa entre os componentes primários e secundários do rendimento de grãos.

TABELA 1 – Estimativas das correlações e pares canônicas entre os caracteres agrônômicos primários e secundários do rendimento de grãos de feijão. Lages/SC, 1995/96

Caracteres	Coeficientes Canônicos		
	1° par	2° par	3° par
Primários (p)			
NLP	0,7668	-0,6593	0,3502
PMG	0,8036	0,6343	0,1061
NGL	0,0363	0,0599	1,0575
Secundários (q)			
FL	0,2168	0,0777	0,1436
MC	-0,4784	-0,3328	0,0520
EP	0,7438	-0,1941	0,0259
CCPIL	-0,0680	0,4614	0,0029
r	0,7771	0,5198	0,1821
SIGNIFICÂNCIA (P)	$P < 0,01$	$0,01 < P > 0,05$	$0,30 < P < 0,40$
G.L	12	6	2

NLP= número de legumes por planta; PMG= peso de mil grãos; NGL= número de grãos por legume;

FL= número de dias entre emergência e o florescimento; MC= número de dias entre a emergência e a maturação de colheita e APIL= comprimento do colmo para inserção do primeiro legume em cm.

As estimativas dos coeficientes de correlações canônicas (1° par) entre os grupos de variáveis ($r=0,78$) é a principal causa dessa dependência, provavelmente, sendo reflexos de estatura de planta (EP) elevada, maior ciclo vegetativo (FL) e, também, do menor ciclo reprodutivo da planta (MC). Os coeficientes de correlações estimados, valores estes que se assemelham aos obtidos por VENCOVSKY e BARRIGA (1992), estão descritos na Tabela 2. Os coeficientes de correlações fenotípicas totais entre rendimento de grãos por unidade de área e seus componentes estão desdobrados em seus efeitos diretos e indiretos. Para interpretação de uma análise de causa e efeito devem ser levados em consideração alguns pontos essenciais, conforme discutidos abaixo.

Se um coeficiente de correlação fenotípico entre um fator causal e o caráter final (Y) for igual ou semelhante ao seu efeito direto, em magnitude e sinal, esta correlação explica a verdadeira associação existente. Nesse caso, uma seleção direta sobre o referido fator causal pode ser eficiente para melhorar o caráter Y

(VENCOVSKY e BARRIGA, 1992; CRUZ e REGAZZI, 1997; MIRANDA et al.; 1998; SANTOS et al. 1994a; SANTOS et al. 1994b). Neste estudo, a situação que mais se aproxima à exposta é a que envolve o número de legumes por planta, pois sua correlação com o rendimento de grãos é relativamente alta (0,66) e o efeito direto (1,86) é elevado e de mesmo sinal. Mesmo raciocínio se aplica para o número de grãos por legume, mas em menor grau, já que a correlação, neste caso, foi de pequena magnitude (0,10).

Se um coeficiente de correlação, com rendimento de grãos, for positivo mas o efeito direto negativo ou de magnitude irrelevante, a correlação será causada pelos efeitos indiretos (VENCOVSKY e BARRIGA, 1992). Em tais situações, os fatores causais indiretos devem ser considerados simultaneamente, no processo de seleção (CRUZ e REGAZZI, 1997). Tal fato envolve o caráter estatura de planta (EP), onde o coeficiente de correlação fenotípico com o rendimento de grãos é de magnitude pouco relevante, porém de sinal contrário, indicando que a correlação é causada pelos efeitos

indiretos e que devem ser considerados simultaneamente na seleção. Por outro lado, quando um coeficiente de correlação for de pequena magnitude, mas o efeito direto positivo e elevado, os efeitos indiretos são os responsáveis pela falta de correlação, fato observado no caráter NGL, onde a correlação fenotípica total (0,1) evidenciou uma magnitude irrelevante, porém de efeito direto relativamente elevado e de sinal positivo (0,56), indicando assim, que os efeitos indiretos são os responsáveis pela falta de correlação. Em tais casos os fatores causais indiretos deverão merecer atenção na seleção. Segundo VENCOSKY e BARRIGA (1992), pode ocorrer que a correlação entre um fator causal e Y seja de sinal contrário com efeito direto positivo e alto. Nestes casos, deve-se aplicar um esquema seletivo restrito, a fim de eliminar os efeitos indiretos indesejáveis para aproveitar o efeito direto existente. Na Tabela 2 pode ser detectado este fato, em relação aos caracteres número de dias entre a emergência e a maturação de colheita (MC) e o rendimento de grãos ($r_p = -0,03$ mas o efeito direto 1,22).

Considerando a Tabela 2, há evidências, pelas correlações com Y e pelos efeitos diretos, que PMG e NLP, nesta ordem, são caracteres que devem ser levados em conta na seleção para o Y. O número de grãos por legu-

me, contudo, não poderá ser desprezado, pois este caráter pode ser prejudicado se for levado em conta só os outros dois caracteres, constatado pelos efeitos indiretos (-0,54 e -0,20). Uma seleção baseada no número de grãos por legume deverá dar resposta para este caráter, mas não terá reflexos sobre Y ($r_p = 0,1$), apesar de evidenciarem um efeito direto relativamente alto e positivo. Segundo VENCOSKY e BARRIGA (1992), tal fato acarretaria aumento do número de grãos por legume e redução compensatória nos outros dois caracteres (NLP e PMG).

MIRANDA et al. (1988) comentam que a presença de efeitos indiretos negativos mostram a dificuldade com a qual os melhoristas de feijão se defrontam para selecionar com base nos componentes primários do rendimento de grãos. Pode-se observar para o caráter peso de mil grãos (PMG), onde todos os efeitos indiretos deste caráter evidenciaram um coeficiente de correlação negativo (Tabela 2).

Os resultados obtidos e discutidos evidenciam que apenas o estudo de correlações simples é muito pouco informativo para o estudo dos graus de associação e interrelação do rendimento com os seus componentes. A análise de trilha corrobora para uma interpretação bem mais consistente (VENCOSKY e BARRIGA, 1992).

TABELA 2 – Desdobramento das correlações fenotípicas entre rendimento de grãos de feijão e sete caracteres de importância agrônômica em efeitos diretos, na diagonal e indiretos, fora da diagonal. Dados obtidos do ensaio intermediário de linhagens no município de Lages/SC, ano agrícola de 1995/96

Caracteres	NLP ^{1/}	PMG	NGL	FL	MC	EP	CCPI	L	r_p ^{2/}
NLP	1,86	-0,32	-0,54	-0,16	0,01	0,95	-0,42		0,66
PMG	-0,33	1,90	-0,20	0,07	-0,64	0,65	0,62		0,52
NGL	-0,16	-0,06	0,56	0,10	0,08	-0,09	0,07		0,10
FL	0,07	-0,03	-0,16	-0,84	-0,45	-0,04	-0,37		-0,27
MC	0,01	-0,41	0,19	0,64	1,22	0,19	0,30		-0,03
EP	-0,81	-0,54	0,26	-0,08	-0,26	-1,58	-0,40		0,07
CCPI	0,008	-0,01	-0,004	-0,02	-0,009	-0,009	-0,04		-0,23

Coefficiente de determinação: 0,91

Efeito da variável residual: 0,0

^{1/}NLP= número de legumes por planta; PMG= peso de mil grãos; NGL= número de grãos por legume;

FL= número de dias entre a emergência e o florescimento; MC= número de dias entre emergência e a maturação de colheita; EP= estatura de planta medido em cm; CCPI= comprimento do colmo para inserção do primeiro legume medido em cm.

^{2/} r_p = correlação fenotípica

A análise da variância evidenciou diferença estatística sobre os genótipos para todos os caracteres estudados. Foram calculados os valores da estatística de Mahalanobis (D^2) para 300 combinações possíveis, correspondendo aos pares de comparações de 25 genótipos de feijão preto testados. Com base nas medidas de similaridades, foram reunidos os 25 genótipos em sete grupos distintos, onde a divergência genética é restrita dentro do grupo. Entretanto, para os diferentes grupos formados, a divergência genética provavelmente é a máxima (Tabela 3). Pelo método de Tocher, podem ser estabelecidos sete agrupamentos, que refletem a semelhança genética dos genótipos avaliados. No

agrupamento I foram incluídos 18 genótipos, o que correspondeu a 72% do número total de genótipos avaliados. Por outro lado, os grupos III a VII tiveram apenas um único genótipo representante. Os genótipos que se mantiveram distantes, não pertencendo ao mesmo grupo, expressaram sua real divergência genética, podendo ser considerados como promissores nos programas de melhoramento genético que usam os cruzamentos artificiais como técnica para incrementar a variabilidade genética em suas progênies. Portanto, qualquer combinação entre genótipos de diferentes grupos, podem proporcionar intensa segregação possibilitando o surgimento de ampla variabilidade genética.

TABELA 3 – Agrupamento dos vinte e cinco genótipos de feijão preto, pelo método de Tocher, obtidos do ensaio intermediário de linhagens no município de Lages/SC, 1995

GRUPO	GENÓTIPOS	TOTAL
I	4- 5- 17- 18- 21- 19- 11- 25- 20- 24- 9- 16- 15- 8- 10- 1- 7- 13	18
II	2 – 6	2
III	3	1
IV	12	1
V	23	1
VI	22	1
VII	14	1

Na Tabela 4 estão incluídas as estimativas das 25 maiores e menores distâncias estabelecidas pelo método aglomerativo, determinado pela medida de dissimilaridade da estatística de Mahalanobis (D^2). No geral, dentro das 25 maiores distâncias de D^2 pode-se notar uma variação de 54 %, aproximadamente. Os pares 6x14, 16x6 e 22x6, pertencentes a agrupamentos distintos, revelaram as maiores divergências genéticas. Por outro lado, os genótipos 5x4,

17x5 e 25x19, pertencentes ao mesmo agrupamento (grupo I), evidenciaram as menores distâncias indicando uma possível similaridade genética bem mais estreita. Tal fato mostra uma enorme diferença na constituição genética entre os genótipos estudados. Segundo GAUR et al. (1978) e CRUZ e REGAZZI et al. (1997) a magnitude da divergência genética está intimamente relacionada com o grau de heterose encontrado na espécie.

TABELA 4 – Estimativas das dez maiores e menores distâncias e seus respectivos pares de genótipos, estabelecidas pela estatística de Mahalanobis (D^2) no município de Lages/SC, 1995

Genótipos	Distância	> D^2	Genótipos	Distância	> D^2	Genótipos
A 705	65,60		6/14	18,13		12/7
A 721	65,60		14/6	15,45		14/7
AN 910390	61,28		16/6	13,96		3/9
AN 911104	56,84		22/6	11,09		23/13
AN 911120	52,53		2/14	10,02		2/6
APN 93	52,51		10/6	10,01		6/2
Barriga Verde	51,93		12/22	7,51		13/21
CB 733783	51,81		15/14	6,55		10/25
LA 9016742	49,99		8/14	5,98		1/25
LP 90-94	48,66		23/15	5,57		7/25
LP 92-1	44,28		11/6	4,90		24/18
LP 93-80	43,84		19/6	4,47		20/11
LP 94-62	43,37		1/23	3,86		6/11
LP 94-96	42,49		5/6	3,41		8/15
LR 9115398	42,36		9/6	3,41		18/8
MA 733327	42,08		21/6	3,41		21/4
Macanudo	41,38		25/6	3,20		16/22
Ouro Negro	41,14		3/14	3,19		22/16
Palmitos	40,55		7/6	2,63		18/17
TB 94-01	40,42		13/6	2,28		11/25
TB 94-08	39,97		24/6	2,04		19/25
TB 94-12	39,85		20/12	2,04		25/19
TB 94-14	37,77		4/6	1,85		17/5
TB 94-15	36,34		18/6	1,68		4/5
TB 94-20	35,03		17/6	1,68		5/4
Soma das estimativas de D^2						6196,49
Média das estimativas de D^2						20,66

^{1/} Total das estimativas das D^2 de 25 genótipos

A contribuição relativa dos oito caracteres, para a divergência genética dos 25 genótipos de feijão preto, estão descritas na Tabela 5. Pode ser constatado nesta tabela que os caracteres não tiveram a mesma estimativa de contribuição relativa. Neste aspecto é necessário salientar que caracteres com herança qualitativa são bons marcadores genéticos, porque são pouco influenciados pelo ambiente e, provavelmente, controlados por

poucos genes (RAMALHO et al. 1993). Os caracteres: número de grãos por legume, número de legumes por planta e ciclo vegetativo da cultura, evidenciaram estimativas da contribuição relativa para a divergência elevada. Sendo assim, podem ser priorizados nos programas de melhoramento genético de feijão, que utilizam a técnica de hibridação artificial para incrementar a variabilidade genética nas progênes.

TABELA 5 – Contribuição relativa dos quatro caracteres agrônômicos avaliados para a divergência genética em 25 genótipos de feijão preto avaliados em no município de Lages/SC no ano agrícola e 1995/96

Caracteres	Abreviaturas	Contribuição
Compr. do colmo para inserção do primeiro legume	CCPIL	6,01
Rendimento de grãos	Y	8,81
Peso de mil grãos	PMG	10,56
Estatura de planta	EP	10,62
Emergência a maturação de colheita	MC	13,87
Número de grãos por legume	NGL	14,26
Número de legumes por planta	NLP	16,95
Emergência ao florescimento	FL	18,91

CONCLUSÕES

O feijão apresenta variabilidade genética para vários caracteres de importância agrônômica, permitindo a sua utilização em programas de melhoramento genético através do cruzamento artificial, sem nenhum prejuízo na redução da amplitude da variabilidade genética, principalmente, para os caracteres como número de legumes por planta, número de grãos por legume e ciclo vegetativo.

Mecanismos de estimativas de correlações canônicas, coeficientes de trilha e divergência genética são processos auxiliares que facilitam o entendimento dos efeitos de diferentes caracteres e podem auxiliar na ampliação da variabilidade genética e nos processos de seleção.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- BALDISSERA, I. T.; SCHERER, E.E. Correção da acidez do solo e adubação da cultura do feijão. In: EPAGRI. *A cultura do feijão em Santa Catarina*. Florianópolis, 1992. p.115-136.
- BISOGNIN, D.A., ALMEIDA, L.A., GUIDOLIN, A.F. et al. Desempenho de cultivares de feijão em semeadura tardia no Planalto Catarinense. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.27, n. 2. p.193-199, 1997.
- CIAT. Sistema Estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. 2ed. Cali, 1991. 56p.
- CRUZ, C.D. *Aplicativo computacional em genética e estatística*. Ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1997. 442p.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. 2.ed. Viçosa: UFV, 1997. 390p.
- FEHR, W.R. *Principles of cultivars development*. New York: Mac Millan, 1987. 536p.
- GAUR, P.C.; GUPTA, P.K.; KISHORE, H. Studies on genetic divergence in potato. *Euphytica*, Wageningen, n.27, p.316-368, 1978.
- INSTITUTO CEPA. Informe conjuntural. Instituto CEPA/SC. Florianópolis, ano XVI, n.603. 1996.
- MIRANDA, J. E. C.; CRUZ, C. D.; PEREIRA, A. S. Análise de trilha e divergência genética de cultivares e clones de batata-doce. *Revista Brasileira de Genética*. Ribeirão Preto, v.11, n.4. p.881-904, 1988.
- ORTEGA, N.A.U., VIVES, L., ZUNIGA, A.C. *Exigências climáticas de Phaseolus vulgaris L. durante agosto-diciembre*. Alajuela: Universidade da Costa Rica. 1974. 46 p. (Boletim Técnico, 2)
- RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.; ZIMMERMANN, M, J de O. *Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro*. Goiânia: UFG, 1993. 271p.
- SANTOS, C. A. F.; CAVALCANTI, J.; PAINI, J.N.; CRUZ, C.D. Correlações canônicas entre componentes primários e secundários na produção de grãos em Guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp). *Revista Ceres*, Viçosa, v.41, n.236. p.456-464, 1994a.
- SANTOS, C. A. F.; MENEZES, E.A.; PAINI, J.N.; CRUZ, C.D. Coeficiente de trilha no estudo dos componentes primários e secundários na produção de grãos do Guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp). *Revista Ceres*, Viçosa, v.41, n.235. p.299-305, 1994b.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA. *Levantamento de reconhecimento de solos do estado de Santa Catarina*. Santa Maria: UFSM, 1973. 494p.
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. Genética biométrica no fitomelhoramento. *Revista Brasileira de Genética*, Ribeirão Preto, 1992. 496p.
- WILDNER, L.P. Manejo do solo para cultura do feijão: principais características e recomendações técnicas. In: *A cultura do feijão em Santa Catarina*. Florianópolis: EPAGRI, 1992. p.83-114.

**COEFICIENTES DE TRILHA, CORRELAÇÕES CANÔNICAS E
DIVERGÊNCIA GENÉTICA: II. ENTRE CARACTERES
PRIMÁRIOS E FITOSSANITÁRIOS EM GENÓTIPOS DE
FEIJÃO PRETO (*Phaseolus vulgaris*.)**

JEFFERSON LUÍS MEIRELLES COIMBRA^{1*}, SILVANA MANFREDI MEIRELLES COIMBRA², FERNANDO IRAJÁ FELIX DE CARVALHO³, ANTÔNIO COSTA DE OLIVEIRA³

RESUMO – Vinte e cinco genótipos de feijão foram avaliados em Lages/SC, através de sete caracteres de importância agrônômica sobre a produtividade de grãos por unidade de área. O experimento, em blocos casualizados com três repetições, foi conduzido no período de safra (novembro a janeiro) do ano agrícola de 1995/96. Os objetivos do trabalho foram: 1) estimar os efeitos diretos e indiretos entre os caracteres primários do rendimento de grãos e fitossanitários, através da análise de trilha; 2) determinar a intensidade de associação entre os componentes primários do rendimento de grãos e as principais doenças de feijão; 3) computar a divergência genética de vinte e cinco genótipos de feijão preto, através da estatística de Mahalanobis. O primeiro grupo de variáveis (componentes primários) era formado pelo número de legumes por planta, número de grãos por legume e peso de mil grãos; o segundo grupo (componentes secundários), pelos caracteres fitossanitários como antracnose da folha, antracnose do legume, bacteriose da folha e ferrugem da folha. Pela análise das correlações canônicas, ficou evidenciada a importância dos componentes fitossanitários sobre os primários. Os resultados obtidos pela análise de trilha revelaram a importância dos caracteres número de legumes por planta e peso de mil grãos, uma vez que os mesmos apresentaram os maiores efeitos diretos e alta correlação fenotípica com o rendimento de grãos. A estatística de Mahalanobis possibilitou identificar os genótipos de feijão preto quanto ao grau de similaridade genética. Ficou evidenciada ampla variabilidade genética para todos os caracteres avaliados, principalmente, para o número de legumes por planta, ferrugem da folha e número de grãos por legume, comparativamente. Devido a ampla variabilidade genética detectada, o emprego de genótipos de feijão, distante geneticamente, em programas de melhoramento que utilizam a hibridação artificial, certamente não levaria a um estreitamento da base genética (erosão genética).

Palavras-chave: hibridação artificial, variabilidade genética, doença-feijão, componentes do rendimento

**PATH ANALYSIS, CANONICAL CORRELATIONS AND GENETIC DIVERGENCE:
II. AMONG PRIMARY AND DISEASE CHARACTERS IN BLACK BEAN
(*Phaseolus vulgaris* L.) GENOTYPES**

ABSTRACT – Twenty-five bean genotypes were evaluated in Lages, Santa Catarina, studying the influence of seven characters of agronomic importance on the grain production per unit area. The experiment, in randomized blocks with three replications per treatment, was conducted in the growing season of 1995/96 (November – January). The objectives of this work were: 1) estimate the direct and indirect effects among the primary yield components and plant diseases, through path analysis; 2) estimate the association intensity among the primary yield components and the main bean diseases; 3) estimate the genetic divergence of twenty-five black bean genotypes, using Mahalanobis statistics. The first group of variables (primary components) was composed by the number of pods per plant, number of grains per pod and 1000 grains weight; the second group (secondary components), by the characters of plant diseases such as leaf antracnosis, pod antracnosis, leaf bacterias and leaf rust. The canonical correlation analysis showed the importance of the component plant disease over the primary ones. The results of the path analysis showed the importance of the number of pods per plant and 1000 grains weight, which presented the largest direct effects and a high phenotypic correlation with grain yield. The Mahalanobis analysis made possible to discriminate the black bean genotypes regarding their degree of genetic similarity. It was also evidenced the wide genetic variability for all the evaluated characters, especially for the number of pods per plant, number of grains per pod, and leaf rust. Due to the wide genetic variability observed, the use of these genotypes (genetically distant) in programs of bean genetic improvement using artificial hybridization, certainly would not cause any narrowing of the genetic basis (genetic erosion).

Key words: artificial hybridization, genetic variability, yield components.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e o maior consumidor de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) no contexto mundial. Junto com o arroz e o milho, o feijão é uma das principais culturas voltadas ao mercado interno, sendo produzido, na sua maior parte, por pequenos agricultores.

A produtividade do feijão (732 kg/ha) ainda é caracterizada pelos baixos rendimentos de grãos alcançados em lavouras, geralmente de pequena extensão (IBGE, 1994). Um dos fatores responsáveis é a grande quantidade de organismos fitopatogênicos que atacam o feijoeiro.

A distribuição de doenças em determinadas áreas está associada a fatores do meio, que atuam no esta-

1. Eng. Agr. - Aluno do Curso de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Federal de Pelotas (UFPel). Bolsista da CAPES.

2. Eng. Agr. - Estagiária do Departamento de Fitossanidade da UFPel.

3. Eng. Agr., Ph.D. - Prof. da UFPel., Pesquisador do CNPq. Caixa Postal. 354 96001-970 Capão do Leão, RS.

* Autor para correspondência. lmcpes@ufpel.tche.br

Recebido para publicação em 04/05/1998.

belecimento e na ocorrência endêmica destas (BEDENDO, 1995). A temperatura média do ar nos meses mais quentes do ano, no planalto catarinense, oscila entre 19° e 22° C, valores considerados, por ORTEGA et al. (1974), como ideais para o cultivo do feijão. Estas temperaturas, aliadas a elevados valores de umidade, criam condições favoráveis ao estabelecimento de diferentes patógenos, como aqueles causadores de antracnose, cretamento bacteriano e ferrugem, que são doenças responsáveis por expressivas reduções no rendimento da cultura.

A antracnose do feijoeiro, causada pelo fungo *Colletotrichum lindemuthianum* é uma das doenças de maior importância nesta cultura (RAVA e SARTORATO, 1994 a). Segundo BIANCHINI et al. (1997), esta é uma doença cosmopolita que pode ocasionar perdas de até 100%, sendo mais problemática em regiões de clima temperado e subtropical. O estabelecimento da doença é favorecido por temperaturas moderadas a frias (13° a 16° C) e umidade do ar acima de 92% (BALARDIN, 1992). Além de ocasionar redução no rendimento da cultura, a antracnose deprecia a qualidade do produto por ocasionar manchas no grão, tornando-o impróprio para o consumo (BIANCHINI et al., 1997).

Outra importante doença é o cretamento bacteriano comum, provocado pela bactéria *Xanthomonas axonopodis* pv *phaseoli*. Segundo RAVA e SARTORATO (1994 b) e RAVA (1988), esta é a principal doença bacteriana do feijoeiro que ocorre no Brasil. Seu desenvolvimento é favorecido, principalmente, nas regiões úmidas e quentes, com temperaturas entre 28° e 32° C e umidade relativa do ar acima de 90%. As perdas de produção não foram estimadas no Brasil, mas trabalhos desenvolvidos no exterior mostram que podem variar de 0,2 a 45% (BIANCHINI et al., 1997). Na Colômbia, YOSHII et al. (1976) estimaram as perdas de 22 a 45% para infecções naturais e artificiais, respectivamente.

Já a ferrugem, causada pelo fungo *Uromyces appendiculatus*, é uma doença favorecida por temperaturas moderadas, de 17° a 27° C e períodos prolongados de umidade relativa do ar maior que 95% (BALARDIN, 1992). BIANCHINI et al. (1997) afirmam que, quanto mais cedo a doença se instalar na cultura, maiores serão os danos, podendo, segundo PAIVA et al. (1976), ocasionar perdas de até 68%.

Sistema de cultivo e doenças são, para COSTA e ZIMMERMANN (1988), fatores a que serão submetidos os genótipos e por isso devem ser considerados prioritariamente em um programa de melhoramento genético. Assim, técnicas como coeficientes de trilha, correlações canônicas e divergência genética são fundamentais para auxiliar o melhorista na seleção de genótipos superiores e, principalmente, para avaliar a associação entre os caracteres primários de rendimento e os fitossanitários. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos diretos e indiretos entre os componentes primários de rendimento de grãos e os caracteres fitossanitários.

MATERIAL E MÉTODOS

Vinte e cinco genótipos de feijão preto foram semeados em 01/11/1995, no ano agrícola de 1995/96, no município de Lages/SC, situado no Planalto Catarinense

(27° 52' 30"S e 50° 18' 30"O). O solo pertence à unidade de mapeamento Lages (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA, 1973). Entre eles, 22 linhagens e três cultivares, utilizadas como padrões no Ensaio Intermediário de Linhagens, foram empregadas para determinação das correlações fenotípicas e, posteriormente, para a análise das correlações canônicas realizadas sobre sete variáveis: 1) variáveis explicativas primárias - número de legumes por planta (NLP), número de grãos por legume (NGL) e peso de mil grãos (PMG); 2) variáveis explicativas fitossanitárias - antracnose na folha (ANTF), antracnose no legume (ANTL), bacteriose na folha (BACTF) e ferrugem na folha (FERRF). As avaliações realizadas foram baseadas nos estádios de crescimento da cultura, seguindo a escala proposta pelo CIAT (1991). A emergência foi avaliada no estágio V₁, a data de floração, no estágio R₆ e o período de maturação de colheita, no estágio R₉. A determinação do ponto de inserção do primeiro legume foi avaliada no estágio R₇, quando surgiu o primeiro legume que media mais de 2,5 cm de comprimento. No estágio R₉ foi atribuída uma nota geral aos demais caracteres avaliados, que correspondeu à nota de adaptação, em função das observações gerais de desenvolvimento, carga de legumes, porte e acamamento, e reação às doenças; possibilitando avaliar a planta num âmbito mais criterioso em relação à parcela em questão. As doenças foram avaliadas de acordo com a escala proposta por FERNÁNDEZ et al. (1985) e CIAT (1991).

O preparo do solo foi realizado segundo recomendações técnicas relatadas por WILDNER (1992). As adubações seguiram as recomendações descritas por BALDISSERA e SCHERER (1992). O controle de plantas invasoras foi efetuado com aplicação de 2 kg/ha de metachlor, sendo, posteriormente, realizada capina manual para eliminação de possíveis invasoras remanescentes. Para o controle de pragas foi utilizado o inseticida methamidophos nas doses de 0,5 a 1,0 l/ha do produto comercial. O delineamento experimental foi blocos ao acaso, com três repetições. Cada unidade experimental foi composta por duas fileiras de 5 m de comprimento com 10 plantas/m no espaçamento de 0,5 m entre fileiras e 0,2 m entre covas dentro das fileiras ou 200.000 plantas/ha. A área útil foi formada de duas fileiras, compreendendo 4 m². A data de semeadura foi de acordo com o Zoneamento Agroclimático de Santa Catarina, que coincide com o período preferencial para a cultura naquela região. Os dados foram submetidos às seguintes análises estatísticas, realizadas pelo programa computacional GENES (CRUZ, 1997):

Correlações canônicas: foram estimadas, segundo os procedimentos de CRUZ e REGAZZI (1997), entre o grupo de variáveis constituído pelos caracteres agrônômicos primários (NGL, NLP e PMG) e o grupo de variáveis constituído pelos caracteres fitossanitários do feijão (ANTF, ANTL, BACTF e FERRF).

Análise de Trilha: estimadas, segundo CRUZ e REGAZZI (1997), as correlações entre o rendimento de grãos (Y) e os seus componentes. Posteriormente foram desdobrados em componentes primários (NGL, NLP e PMG) e componentes fitossanitários do feijão

(ANTF, ANTL, BACTF e FERRF). Estes coeficientes, correlações estimadas, foram desdobrados também em efeitos diretos e indiretos, por meio da análise de trilha.

Análise de dissimilaridade: para agrupamento dos vinte e cinco genótipos avaliados foi adotada, como medida de similaridade genética, a estatística de Mahalanobis (D^2). O método de Tocher, citado por CRUZ e REGAZZI (1997), foi utilizado para agrupamento dos 25 genótipos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estimativas das correlações e dos pares canônicos entre os caracteres agronômicos primários e as principais doenças do feijão, bem como o nível de

significância, estão inseridos na Tabela 1. Apenas a primeira correlação canônica foi ao nível de 5% de probabilidade ($P < 0,05$) significativamente diferente de zero, pelo teste do qui-quadrado. Sendo assim, apenas esta primeira correlação é de interesse ao estudo, pois este par canônico é que maximiza a relação entre os componentes primários do rendimento de grãos e as principais doenças do feijão. A análise dos coeficientes de correlações do primeiro par canônico evidenciou a associação entre os componentes primários do rendimento e as principais doenças que atacam o feijão. Sendo assim, esta associação é determinada pela maior presença da ANTF e da ANTL (caracteres do grupo q) e são determinantes para a redução do NLP (caracteres do grupo p).

TABELA 1 – Estimativas das correlações e pares canônicos entre os caracteres agronômicos primários e secundários do rendimento de grãos de feijão. Lages/SC, 1995

Caracteres	Coeficientes Canônicos		
	1º par	2º par	3º par
Primários			
NLP	-0,4389	0,8428	0,4693
PMG	0,5676	0,8680	-0,2637
NGL	0,6372	0,0979	1,8023
Secundários			
ANTF	0,3104	0,2964	0,0026
ANTLR	0,3615	-0,4979	-0,0140
BACTF	-0,3970	-0,2151	0,0305
FERRF	-0,2407	0,0811	-0,0446
r	0,6709	0,5325	0,0437
Significancia (P)	$P < 0,01$	$0,06 < P > 0,10$	$0,90 < P < 1,00$
G.L	12	6	2

^{1/} NLP= número de legumes por planta; PMG= peso de mil grãos; NGL= número de grãos por legume; ANTF= antracnose na folha; ANTL= antracnose no legume; BACTF= bacteriose na folha; FERRF= ferrugem na folha.

Por outro lado, esta associação revela que uma menor percentagem de ataque de BACTF e FERRF, permite o incremento do NGL e do PMG, principalmente. As demais correlações não revelaram uma relação significativa entre os componentes primários com as principais moléstias que atacam a planta de feijão. As estimativas dos coeficientes de correlações canônicas (primeiro par) entre os grupos de variáveis (0,68), têm entre as principais causas dessa dependência, provavelmente, o maior efeito do fungo causador da antracnose no legume. Estes coeficientes de correlações estimados se assemelham aos obtidos por VENCOSVY e BARRIGA (1992) e estão descritos na Tabela 2. Os coeficientes de correlações fenotípicas totais, entre rendimento de grãos por unidade de área e seus componentes, estão desdobrados em seus efeitos diretos e indiretos. Para interpretação de uma análise de causa e efeito deve-se levar em consideração alguns pontos essenciais, conforme indicado abaixo. Se um coeficiente de correlação fenotípica, entre um fator causal e o caráter final (Y), for igual ou semelhante ao seu

efeito direto, em magnitude e sinal, esta correlação explica a verdadeira associação existente. Neste caso, uma seleção direta sobre o referido fator causal pode ser eficiente para melhorar o caráter Y (VENCOSVY e BARRIGA, 1992; CRUZ e REGAZZI, 1997; MIRANDA et al., 1998; SANTOS et al., 1994a; SANTOS et al., 1994b). A situação que mais se aproxima à exposta é a que envolve o número de legumes por planta, pois sua correlação com o rendimento de grãos é relativamente alta (0,66) e o efeito direto (1,30) é elevado e de mesmo sinal. Este mesmo raciocínio pode ser aplicado para o número de grãos por legume, mas em menor grau, já que a correlação, neste caso, foi de pequena magnitude (0,10).

Se um coeficiente de correlação com rendimento de grãos for positivo, mas o efeito direto negativo ou de magnitude irrelevante, a correlação será causada pelos efeitos indiretos (VENCOSVY e BARRIGA, 1992). Em tais situações, os fatores causais indiretos devem ser considerados simultaneamente no processo de seleção (CRUZ e REGAZZI, 1997). Tal fato, pode

ser observado na situação que envolve a moléstia FEERF, pois seu coeficiente de correlação fenotípico com o rendimento de grãos é de magnitude pouco expressiva, porém de sinal contrário, indicando que a correlação é causada pelos efeitos indiretos e que devem ser considerados simultaneamente na seleção.

Por outro lado, quando um coeficiente de correlação for de pequena magnitude, mas o efeito direto se apresentar positivo e alto, os efeitos indiretos é que são responsáveis pela falta de correlação. Este fato foi observado no caráter BACTF, onde a correlação fenotípica total (0,18) evidenciou uma magnitude irrelevante, porém um efeito direto relativamente elevado e de sinal positivo (0,49), indicando que os efeitos indiretos é que são os responsáveis pela falta de correlação. Em tais casos, os fatores causais indiretos deverão merecer atenção na seleção.

Considerando a Tabela 2, pode ser observado, pelas correlações com Y e pelos efeitos diretos, que NLP e PMG, nesta ordem, são caracteres que devem ser levados em conta na seleção para o Y. O número de grãos por legume e BACTF, contudo, não podem ser desprezados, pois estes caracteres podem ser prejudicados ao se considerar só os outros dois, o que pode ser constatado pelos efeitos indiretos (-0,38 e -0,1). Uma seleção baseada no número de grãos por legume deverá dar resposta para este caráter, mas não terá reflexos sobre Y ($r_p = 0,1$), apesar de evidenciar um efeito direto relativamente alto e positivo. Segundo VENCOVSKY e BARRIGA (1992), tal fato acarreta aumento do número de grãos por legume e redução compensatória nos outros dois caracteres (NLP e PMG).

TABELA 2 – Desdobramento das correlações fenotípicas entre rendimento de grãos de feijão e sete caracteres de importância agrônômica em efeitos diretos, na diagonal e indiretos, fora da diagonal, dados obtidos do ensaio intermediário de linhagens no município de Lages/SC, ano agrícola de 1995/96

Caracteres	NLP ^{1/}	PMG	NGL	ANTF	ANTL	BACTF	FERRF	r_p ^{2/}
NLP	1,30	-0,23	-0,38	-0,07	0,34	-0,50	-0,27	0,66
PMG	-0,17	0,97	-0,10	0,23	0,21	-0,15	-0,19	0,52
NGL	-0,14	-0,05	0,47	-0,22	-0,11	0,03	0,07	0,10
ANTF	-0,006	0,02	-0,05	0,11	0,05	0,03	0,02	0,06
ANTL	-0,16	-0,13	0,14	-0,26	0,59	-0,08	-0,06	0,03
BACTF	-0,19	-0,07	0,03	0,16	0,07	0,49	0,20	0,18
FERRF	0,003	0,003	-0,002	-0,002	-0,001	-0,005	0,013	0,23
Coeficiente de Determinação (r^2)					1,321147			
Efeito da variável residual (p^e)					0,0			

^{1/} NLP= número de legumes por planta; PMG= peso de mil grãos; NGL= número de grãos por legume;

^{2/} ANTF= antracnose na folha; ANTL= antracnose no legume; BACTF= bacteriose na folha e FERRF= ferrugem na folha.

^{2/} r_p = correlação fenotípica

MIRANDA et al. (1988), comentam que a presença de efeitos indiretos negativos mostra a dificuldade com a qual os melhoristas de feijão se defrontam para selecionar com base nos componentes primários do rendimento de grãos.

Pode-se observar o caráter peso de mil grãos, inserido na Tabela 2, onde todos os efeitos indiretos deste caráter evidenciam um coeficiente de correlação negativo.

Os resultados obtidos e discutidos evidenciam que apenas o estudo de correlações simples é pouco informativo para o estudo dos graus de associação e inter-relação do rendimento com os seus componentes. A análise de trilha corrobora para uma interpretação mais consistente (VENCOVSKY e BARRIGA, 1992).

A análise da variância evidenciou diferença estatística sobre os genótipos para todos os caracteres estudados. Foram calculados os valores da estatística de Mahalanobis (D^2) para as 300 combinações

possíveis, correspondendo aos pares de comparações de 25 genótipos de feijão testados. Com base nas medidas de similaridades, foram agrupados os 25 genótipos em oito grupos distintos, onde a divergência genética dentro do grupo é restrita. Entretanto, entre diferentes grupos formados a divergência genética provavelmente é a máxima (Tabela 3). Pelo método de Tocher, podem ser estabelecidos oito agrupamentos que refletem a semelhança genética dos genótipos avaliados. No Grupo I, foram agrupados 14 genótipos, o que corresponde a 56% do número total dos genótipos avaliados. Por outro lado, nos grupos V a VIII, houve apenas um único genótipo. Os genótipos que se mantiveram distantes, não pertencendo ao mesmo grupo, provavelmente expressaram sua real divergência genética, podendo ser considerados como promissores nos programas de melhoramento genético que usam os cruzamentos artificiais como técnica para incrementar a variabilidade genética em suas progênies.

TABELA 3 – Agrupamento dos vinte e cinco genótipos de feijão preto, pelo método de Tocher, obtidos do ensaio preliminar de linhagens de feijão no município de Lages/SC, 1995

Grupo	Genótipos	Total
I	4- 17- 8 - 18 - 21 - 15 - 5 - 20 - 16 - 11 - 2 - 24 - 25 - 9	14
II	7 - 12	2
III	1 - 6 - 3	3
IV	13 - 14	2
V	23	1
VI	22	1
VII	19	1
VIII	10	1

TABELA 4 – Estimativas das dez maiores e menores distâncias e seus respectivos pares de genótipos, estabelecidas pela estatística de Mahalanobis (D^2) no município de Lages/SC, 1995/96

Genótipos	$> D^2$	$< D^2$		
	Distância	Genótipos	Distância	Genótipos
A 705	51,12	14/15	12,96	23/9
A 721	51,11	15/14	10,80	10/18
AN 910390	48,62	12/19	9,23	14/13
AN 911104	48,62	19/12	8,25	3/9
AN 911120	47,08	3/14	8,08	6/7
APN 93	46,43	5/14	7,91	12/7
Barriga Verde	45,32	23/10	7,71	7/20
CB 733783	45,32	10/23	7,41	1/17
LA 9016742	41,62	8/14	7,13	13/21
LP 90-94	39,61	24/12	4,80	24/19
LP 92-1	39,56	25/14	4,12	9/22
LP 93-80	39,01	13/3	4,12	22/9
LP 94-62	35,10	1/14	4,06	2/25
LP 94-96	31,34	9/14	3,78	16/20
LR 9115398	29,94	6/14	3,72	21/4
MA 733327	29,55	7/9	3,53	11/20
Macanudo	29,27	17/14	3,53	20/11
Ouro Negro	29,16	4/14	3,36	19/25
Palmitos	28,66	11/23	3,36	25/19
TB 94-01	28,05	22/19	3,28	5/15
TB 94-08	27,83	16/14	3,06	18/17
TB 94-12	26,94	18/23	2,06	15/8
TB 94-14	25,58	2/12	2,06	8/22
TB 94-15	24,63	20/14	1,83	17/4
TB 94-20	23,52	21/3	1,83	4/17
Soma das estimativas de $\sqrt{D^2}$		5244,48		
Média das estimativas de $\sqrt{D^2}$		17,49		

^{1/} refere-se ao total das estimativas das D^2 de 25 genótipos

No geral, dentro das 25 maiores distâncias de D^2 pode ser notada um variação de 46%, aproximadamente. Os pares 14x15, 3x14 e 12x19, revelaram as maiores divergências genéticas. Entretanto, os genótipos 4x17, 8x22 e 15x8 evidenciaram as menores distâncias, indicando uma similaridade genética elevada. Tal fato indica uma enorme variabilidade genética entre os

genótipos estudados. Segundo GAUR et al. (1978) e CRUZ e REGAZZI et al. (1997) a magnitude da divergência genética está intimamente relacionada com o grau de heterose encontrado na espécie.

A contribuição relativa dos oito caracteres para a divergência genética dos 25 genótipos de feijão preto estão descritas na Tabela 5, onde os caracteres não ti-

veram a mesma estimativa de contribuição relativa. Neste aspecto é necessário salientar que caracteres com herança qualitativa são bons marcadores genéticos, porque são pouco influenciados pelo ambiente e, possivelmente, controlados por poucos genes (RAMALHO et al., 1993). Os caracteres número de legumes por plan-

ta, ferrugem na folha e número de grãos por legume, mostraram uma estimativa elevada da contribuição relativa para a divergência, podendo ser priorizados nos programas de melhoramento genético de feijão que utilizam a técnica de hibridação artificial para incrementar a variabilidade genética em suas progênes.

TABELA 5 – Contribuição relativa dos quatro caracteres agrônômicos avaliados para a divergência genética em 25 genótipos de feijão preto, avaliados no município de Lages/SC, no ano agrícola

CARACTERES	Abreviaturas	Contribuição
Antracnose na folha	ANTF	5,22
Antracnose no legume	ANTL	5,69
Bacteriose na folha	BACTF	9,51
Rendimento de grãos	Y	10,53
Peso de mil grãos	PMG	13,11
Número de grãos por legume	NGL	16,47
Ferrugem na folha	FERRF	18,68
Número de legumes por planta	NLP	20,80

CONCLUSÕES

Pelas correlações canônicas fica evidente a importância das principais moléstias sobre os caracteres primários do rendimento de grãos. Da mesma forma, a análise do coeficiente de trilha revelou que os componentes primários, número de legumes por planta (NLP) e o peso de mil grãos (PMG) apresentaram os maiores efeitos diretos associados à alta correlação fenotípica. O NLP e o PMG foram influenciados negativamente pelos caracteres ANTF, ANTL e BACTF.

Os resultados obtidos pela estatística de Mahalanobis possibilitaram identificar genótipos com divergência genética relevante para os programas de melhoramento de feijão, permitindo recomendar os genótipos para cruzamentos artificiais, sem nenhum estrangulamento da variabilidade genética para NGL, NLP e FL.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- BALARDIN, R. S. Doenças do feijoeiro. In: EPAGRI. *A cultura do feijão em Santa Catarina*. Florianópolis, 1992. p.195-226.
- BALDISSERA, I. T.; SCHERER, E.E. Correção da acidez do solo e adubação da cultura do feijão. In: *A cultura do feijão em Santa Catarina*. Florianópolis: EPAGRI., 1992. p.115-136.
- BEDENDO, I.P. Ambiente e doença. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; A MORIM, L. (EDs.) *Manual de fitopatologia*. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1 vol. 1995. p.331-341.
- BIANCHINI, A.; MARINGONI, A.C.; CARNEIRO, S.M.T.P.G. Doenças do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*L.). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M. (Eds.) *Manual de Fitopatologia*. 3.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. p.376-399.

- CIAT. *Sistema Estándar para la evaluación de germoplasma de frijol*. Cali: CIAT, 1991. 56p.
- COSTA, J.G.C. da; ZIMMERMANN, M.J. de O. Melhoramento genético. In: *Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba; Associação Brasileira de Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1988. p.229-248.
- CRUZ, C.D. *Aplicativo computacional em genética e estatística*. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1997. 442p.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. 2.ed. Viçosa: UFV, 1997. 390p.
- FERNÁNDEZ, F.; GEPTS, P.; LÓPEZ, M. *Etapas de desarrollo de la planta de frijol común (Phaseolus vulgaris L.)*. CIAT, Cali, Colômbia. 1985. 34p.
- GAUR, P.C.; GUPTA, P.K.; KISHORE, H. Studies on genetic divergence in potato. *Euphytica*, n.27, p.316-368, 1978.
- IBGE. *Levantamento sistemático da produção agrícola*. Rio de Janeiro, v.6, n.5, 1994.
- MIRANDA, J. E. C.; CRUZ, C. D.; PEREIRA, A. S. Análise de trilha e divergência genética de cultivares e clones de batata-doce. *Revista Brasileira de Genética*. Ribeirão Preto, v.11, n.4. p.881-904, 1988.
- ORTEGA, N.A.U., VIVES, L., ZUNIGA, A.C., Exigencias climáticas de *Phaseolus vulgaris* L. durante agosto-diciembre. Alajuela: *Universidad de Costa Rica*. 1974. 46 p. (Boletín Técnico, 2)
- PAIVA, F.A.; ZAMBOLIM, L.; CHAVES, G.M.; OLIVEIRA, L.M. Avaliação de fungicidas no controle da ferrugem do feijoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 1976, Campinas. *Resumos. Revista da Sociedade Brasileira de Fitopatologia*, v. 9, p. 7, 1976.
- RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.; ZIMMERMANN, M. J de O. *Genética quantitativa em plantas autógamas*. Aplicações ao Melhoramento do Feijoeiro. Goiânia: UFG, 1993, 271p.
- RAVA, C.A. Fogo selvagem. In: ZIMMERMANN, M.J.O.; RICHIA, M.; YAMADA, T. ed. *Cultura do feijoeiro: fa-*

- tores que afetam a produtividade. Piracicaba, 1988. p.542-543.
- RAVA, C.A.; SARTORATO. Antracnose. In: **Principais doenças do feijoeiro comum e seu controle**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994a. p.17-40.
- RAVA, C.A.; SARTORATO. Crestamento bacteriano. In: **Principais doenças do feijoeiro comum e seu controle**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994b. p.217-242.
- SANTOS, C. A. F.; CAVALCANTI, J.; PAINI, J.N.; CRUZ, C.D. Correlações canônicas entre componentes primários e secundários na produção de grãos em Guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp). *Revista Ceres*, Viçosa, v.41, n. 236. p.456-464, 1994a.
- SANTOS, C. A. F.; MENEZES, E.A.; PAINI, J.N.; CRUZ, C.D. Coeficiente de trilha no estudo dos componentes primários e secundários na produção de grãos do Guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp). *Revista Ceres*, Viçosa, v.41, n. 235. p.299-305, 1994b.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA. **Levantamento de Reconhecimento de Solos do Estado de Santa Catarina**. Santa Maria, 1973. 494p.
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: *Revista Brasileira de Genética*, 1992. 496p.
- WILDNER, L.P. Manejo do solo para cultura do feijão: principais características e recomendações técnicas. In: EPAGRI. **A cultura do feijão em Santa Catarina**. Florianópolis, 1992. p.83-114.
- YOSHII, K.; GÁLVEZ, G.E.; ÁLVAREZ, G. Estimation of yield losses in bean cused by common blight. *Proceedings of the American Phytopathological Society*, St. Paul, v.3, p.289-299, 1976.

SEÇÃO: RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS

ICTIOFAUNA DA FOZ DO RIO MAQUINÉ, TERRA DE AREIA, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

LUCIA BEATRIZ LOPES FERREIRA MARDINI¹, CARLOS VIRUEZ MARDINI²

RESUMO – O presente estudo foi realizado nos anos de 1984 e 1985, na foz do rio Maquiné junto a lagoa dos Quadros. Foram realizadas, 10 amostragens e coletados 6422 exemplares de peixes com rede de espera e rede picaré. A ordenação taxonômica foi até espécie, quando possível, totalizando 31 gêneros em 18 famílias de 6 ordens. A espécie que contribuiu com o maior número de exemplares foi *Cyphocharax voga* (biru), com 2017 exemplares. Três espécies comercialmente importantes para a pesca local, foram capturadas, *Hoplias malabaricus* (traíra), *Rhamdia aff. quelen* (jundiá) e *Odonthestes* sp. (peixe-rei). Outros 13 gêneros demonstraram nítida influência sazonal.

Palavras-chave: peixe, lagoa dos Quadros

ICTIOFAUNA OF MAQUINE RIVER MOUTH, TERRA DE AREIA, RIO GRANDE DO SUL, BRAZIL

ABSTRACT – The present study was carried out in 1984 and 1985, in the Maquiné river mouth to Quadros lagoon. In 10 collecting samples, 6422 fishes of 31 genera, belonging to 18 families, and 6 orders were obtained. *Cyphocharax voga* (biru) contributed with 2017 specimens. Three species of commercial importance were collected: *Hoplias malabaricus* (traíra), *Rhamdia aff. quelen* (jundiá) *Odonthestes* sp. (peixe-rei). Other 13 genus showed sazonal influence.

Key words : fish species, Quadros lagoon

INTRODUÇÃO

O rio Maquiné é um dos rios que tem suas águas desembocando na lagoa dos Quadros, litoral norte do Rio Grande do Sul. Sua foz situa-se a 50° 8' e 50° 9' W e 29° 43' e 29° 44' S (Figura 1). Neste local, o rio apresenta vegetação composta por aguapé (*Eichornia* sp.) na margem esquerda e juncos (*Scirpus riparius*) na margem direita. O nível do rio é muito variável, condicionado à precipitação pluviométrica na região. O sedimento das margens e leito deste rio são arenosos (KLEEREKOPER, 1945). A lagoa dos Quadros é a maior lagoa integrante do sistema Tramandaí, compreendida entre a lagoa Itapeva e a Porteira, sendo que as lagoas Itapeva e dos Quadros pertencem ao Sistema Tramandaí Norte. Este sistema está geograficamente localizado na Planície Costeira do Rio Grande do Sul (SCHWARZBOLD, 1982 citado por FEPAM, 1989). Na lagoa dos Quadros são desenvolvidas atividades de

pesca artesanal e atividades de pesquisa a cargo do Centro de Pesquisa de Aquicultura e Pesca da FEPAGRO, existente em sua margem nordeste, onde algumas espécies da própria lagoa são utilizadas para reprodução e repovoamento, como *Rhamdia aff. quelen*, *Geophagus brasiliensis*, *Odonthestes* sp. e *Hoplias malabaricus*.

Os sistemas estuarinos têm elevada importância por serem locais de desova, crescimento, alimentação e refúgio para espécies marinhas, muitas de interesse econômico (MEDEIROS, 1992). Algumas espécies marinhas, em determinadas épocas do ano, estão presentes neste ecossistema, através da interligação das lagoas costeiras do litoral norte com o mar pela barra do rio Tramandaí. Estas espécies também são aproveitadas pela pesca local, que encontra-se organizada em colônia de pescadores.

A grande importância dos ecossistemas presentes na região lagunar e de drenagem do rio Tramandaí, que

1. Méd. Vet. M.Sc. - Secretaria da Saúde e do Meio Ambiente, Av. Borges de Medeiros, 727/6º andar, 90020-025. E-mail: mardini@voyager.com.br

2. Méd. Vet. - FEPAGRO, Rua Gonçalves Dias, 570. 90.130-060 Porto Alegre, RS.
Recebido para publicação em 24/06/1997.

envolve a região dos rios da encosta da Serra Geral e a região lagunar, arroios, banhados e curso inferior dos rios Maquiné e Três Forquilhas (MALABARBA e ISAIA, 1992), tem levado a um grande número de estudos nesta área desde a década de quarenta e continuam atualmente.

Este estudo teve como objetivo realizar uma amostragem da ictiofauna na região restrita da foz do rio Maquiné, estabelecer a frequência relativa das espécies capturadas com seu intervalo de classe e avaliar a presença de sazonalidade, relativa aos pontos de amostragem, nas espécies capturadas.

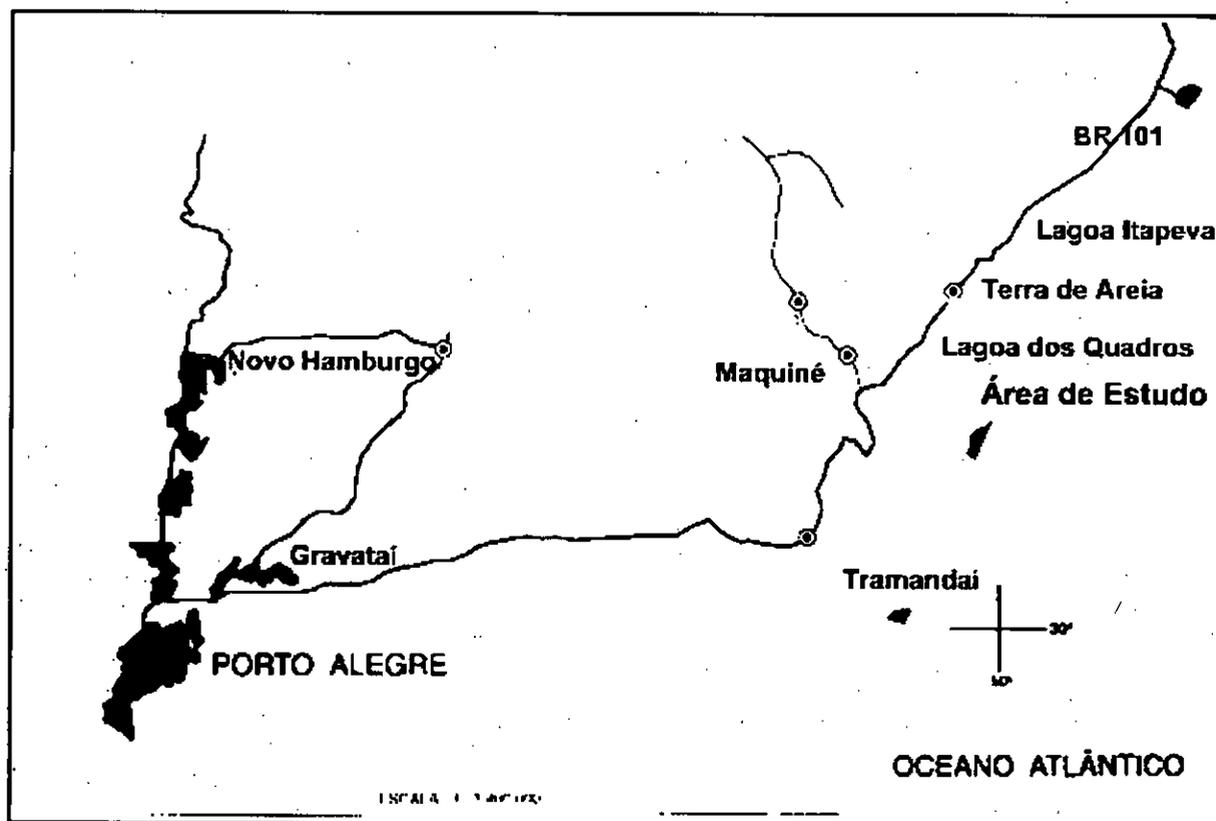
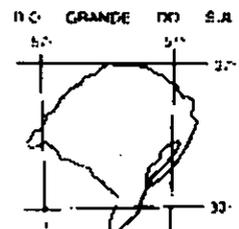


FIGURA 1- Foz do rio Maquiné, Terra de Areia, Rio Grande do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram efetuadas 10 amostragens distribuídas nos meses de junho, julho, agosto e setembro de 1984, período correspondente ao inverno da região e, janeiro, fevereiro e março de 1985, correspondente ao verão. Foram demarcadas quatro estações de coleta: (1) a 300 m da foz em direção ao rio, (2) a 300 m da foz em direção à lagoa, (3) na margem esquerda e direita e (4) na foz do rio Maquiné. Dados fornecidos pela FEPAM (1989) mostram, para a área estudada, uma profundidade que varia de 1,00 m a 1,50 m no inverno e de 0,80 m a 1,00 m no verão.

Utilizou-se um barco de madeira com motor de 40 HP para as capturas. Nas estações 1 e 2 utilizou-se redes de espera com malha de 25 mm, 30 mm e 35 mm (entre nós) de 50 m de comprimento, cada rede, e 1,5 m de altura, permanecendo na água por 24 horas. Nas estações 3 e 4 foi utilizada uma rede picaré malha de 10 mm entre nós, passada três vezes em cada estação, numa extensão de 3 metros. A temperatura da água foi medida nas estações 1 e 2 entre as 7 e as 9 h 35 min. Os exemplares coletados foram acondicionados em formol (10%), recebendo etiquetas afixadas no pedúnculo caudal. Posteriormente foram medidos e transferidos para álcool 70°. A identificação dos exemplares foi realizada pela Equipe de Ictiologia do Museu de Ciências da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) e estes ficaram depositados na coleção do Museu. As espécies assinaladas com *, na listagem apresentada nos resultados e discussão, foram identificadas pela Dra. Gilda Benvegno Lé (Museu de Zoologia da Universidade Estadual de São Paulo - USP).

A classificação segue NELSON (1976), RINGUELET (1967), BUCKUP e MALABARBA (1983), MALABARBA e ISALA (1992). O nome vulgar indicado é o usado na lagoa dos Quadros pelos pescadores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As espécies capturadas no presente trabalho estão indicadas a seguir:

Ordem CLUPEIFORMES

Família CLUPEIDAE

Platanichtys platana (Regan, 1917)

Família ENGRAULIDAE

Lycengraulis grossidens Agassiz, 1829 - sardinha

Ordem CYPRINIFORMES

Família ERYTHRINIDAE

Hoplias malabaricus (Bloch, 1924) - traíra

Família CURIMATIDAE

Cyphocharax voga (Quoy e Gaimard, 1824) - biru

Família CRENUCIDAE

Characidium sp. - lambarí

Família CHARACIDAE

Astyanax aff. *bimaculatus* (Linnaeus, 1758) - lambarí

Astyanax eigenmanniorum (Cope, 1824) - lambarí

Astyanax fasciatus (Cuvier, 1819) - lambarí

Astyanax alburnus Eigenmann, 1914 - lambarí

Hyphessobrycon luetkenii (Boulenger, 1887) - lambarí

Hyphessobrycon boulengeri Ellis, 1911 - lambarí

Hyphessobrycon bifasciatus

Cheirodon sp - lambarí

Pseudocorynopoma doriae Perugia, 1891

Charax stenopterus Cope, 1894 - lambarí zebu

Oligosarcus jenynsii (Günther, 1864) - dentuça

Oligosarcus robustus Menezes, 1969 - dentuça

Ordem SILURIFORMES

Família PIMELODIDAE

*Pimelodella laticeps** Eigenmann, 1917 - jundiá

Rhamdia aff. *quelen* (Quoy e Gaimard, 1824)

Família TRICHOMYCTERIDAE

Homodiaetus sp

Família CALLICHTHYDAE

Callichthys callichthys (Linnaeus, 1758)

Corydoras paleatus (Jenyns, 1842)

Família LORICARIIDAE

Hypostomus sp - cascudo

Micolepidogaster sp A - cascudinho

Microlepidogaster sp B - cascudinho

Rineloricaria quadrensis Reis, 1983

Rineloricaria sp

Família AUCHENIPTERIDAE

Glanidium albescens (Reinhardt, 1874)

Família HYPOPOMIDAE

Hypopomus sp

Ordem ATHERINIFORMES

Família ATHERINOPSIDAE

Odonthestes sp A* - peixe-rei

Odonthestes sp B* - peixe-rei

Ordem CYPRINODONTIFORMES

Família ANABLEPIDAE

Jenynsia lineata (Jenyns, 1842) - barrigudinho

Família POECILIDAE

Phalloceros caudimaculatus (Hensel, 1868) - barrigudinho

Ordem PERCIFORMES

Família CICHLIDAE

Cichlasoma facetum (Jenyns, 1842) - cará

Crenicichla lepidota (Castelnau, 1885) - joaninha

Crenicichla sp - joaninha

Geophagus brasiliensis (Quoy e Gaimard, 1824) - cará-manteiga

Gymnogeophagus gymnogenys (Hensel, 1870) - cará

Família GOBIIDAE

Gobionellus shufeldti (Jordan e Eigenmann, 1866)

Família GYMNOTIDAE

Gymnotus sp1

Foram capturados peixes representantes de 6 ordens, 18 famílias e 41 espécies. Destas, 9 espécies com rede de espera, 14 com rede picaré e 18 com os dois tipos de arte de pesca. (Tabela 1). O número de exemplares capturados foi de 6422, sendo 2279 nos meses de inverno e 4143 nos meses de verão. Os exemplares classificados por intervalo de classe estão expressos na Tabela 1.

As medidas da temperatura da água mostraram-se mais uniformes no verão, com uma variação de 2° C, do que no inverno, com até 9,5° C de diferença entre as coletas (Tabelas 2 e 3).

TABELA 1 – Exemplos coletados por intervalo de classe de comprimento, média do compr. e arte de pesca utilizada

ESPÉCIES	1	2	3	4	5	6	7
<i>Asiphonichthys Stenopterus</i>	3	5,1-11,7	8,5	13	10,5-12,0	11,2	3
<i>Astyanax bimaculatus</i>	5	7,9-10,0	9,0	28	2,0-5,5	13,5	3
<i>Astyanax eigenmanniorum</i>	3	6,4-8,5	7,6	8	4,5-9,0	7,0	3
<i>Astyanax fasciatus</i>	8	9,2-12,1	10,6	120	7,5-15,0	9,0	1
<i>Astyanax alburnus</i>	30	2,5-5,3	4,3	2.300	1,8-6,2	3,6	2
<i>Bryconamericus iheringii</i>	-	-	-	268	1,8-4,5	2,7	2
<i>Callichthys callichthys</i>	1	18,0	-	-	-	-	1
<i>Characidium sp A</i>	3	4,2-5,7	4,9	5	4,2-5,7	5,0	3
<i>Cheirodon sp</i>	39	1,6-5,0	3,7	8	7,0-8,0	7,5	3
<i>Cichlasoma facitum</i>	1	5,5	-	3	11,8-18,0	14,1	3
<i>Corydoras paleatus</i>	2	3,0-7,0	5,0	7	1,9-7,2	3,7	3
<i>Crenicichla lacustris</i>	-	-	-	1	16,7	-	3
<i>Crenicichla sp</i>	-	-	-	1	25,0	-	1
<i>Cyphocharax voga</i>	1.404	4,3-22,7	19,2	613	10,0-31,0	19,1	2
<i>Geophagus brasiliensis</i>	14	3,6-17,0	10,3	60	8,5-27,2	15,8	3
<i>Glanidium albescens</i>	-	-	-	1	19,0	-	1
<i>Gobionellus shufeldti</i>	1	2,8	-	25	3,5-13,2	4,1	2
<i>Gymnogeophagus gymnogenys</i>	10	2,1-15,0	7,4	1	16,0	-	3
<i>Gymnotus sp</i>	1	25,5	-	-	-	-	1
<i>Hypessobrycon bifasciatus</i>	1	3,5	-	-	-	-	2
<i>Hypessobrycon luetkenii</i>	77	4,0-8,8	3,8	2	4,3-4,6	4,4	3
<i>Hypessobrycon boulengeri</i>	-	-	-	5	1,8-2,7	2,2	2
<i>Hypostomus sp</i>	-	-	-	2	2,1-2,2	2,1	2
<i>Homodiaetus sp</i>	-	-	-	18	2,9-4,8	3,7	2
<i>Hoplias malabaricus</i>	41	22,0-32,0	27,2	111	13,0-37,5	27,2	3
<i>Hypopomus sp A</i>	1	6,3	-	-	-	-	2
<i>Jenynsia lineata</i>	1	5,0	-	66	1,2-5,4	2,9	2
<i>Lycengraulis grossidens</i>	13	16,0-25,5	21,0	11	2,5-21,5	5,7	3
<i>Microlepidogater sp A</i>	10	2,1-6,8	4,1	-	-	-	2
<i>Microlepidogater sp B</i>	6	4,0-5,1	4,4	-	-	-	2
<i>Odonthestes sp A</i>	1	32,0	-	5	28,5-32,5	30,6	1
<i>Odonthestes sp B</i>	418	13,8-18,6	-	97	2,3-18,5	12,6	3
<i>Oligosarcus jenynsii</i>	8	21,7-25,5	23,8	-	-	-	1
<i>Oligosarcus robustus</i>	110	1,7-28,0	22,2	66	13,2-29,5	22,2	3
<i>Phalloceros caudimaculatus</i>	-	-	-	3	2,0-2,2	2,1	3
<i>Pimelodella laticeps</i>	3	10,0-14,0	11,3	-	-	-	1
<i>Platanichthys platana</i>	105	8,3-10,3	9,5	55	1,9-10,0	5,9	3
<i>Pseudocorynopoma doriae</i>	2	7,0-7,2	-	-	-	-	2
<i>Rhamdia quelen</i>	4	20,0-36,0	27,0	7	10,0-30,0	20,6	1
<i>Rineloricaria quadrensis</i>	6	8,6-16,6	12,7	37	2,1-10,8	4,8	3
<i>Rineloricaria sp</i>	-	-	-	1	2,4	-	2

1) Número de exemplares coletados no inverno; 2) intervalo de comprimento dos exemplares coletados no inverno (cm); 3) média deste comprimento (cm); 4) número de exemplares coletados no verão; 5) intervalo de comprimento dos exemplares coletados no verão (cm); 6) média do comprimento (cm); 7) arte de pesca utilizada: 1-rede de arrasto; 2-rede picaré; 3-as duas.

TABELA 2 – Temperatura média da água nas estações 1 e 2, nas 10 coletas

Nº Coleta	Mês/Ano	Estação 1	Estação 2	Hora
Temperatura - °C				
1	06/84	7,0	7,0	7:00
2	07/84	14,0	14,0	7:30
3	08/84	12,0	12,0	8:35
4	08/84	10,0	10,0	9:25
5	09/84	17,5	17,5	9:15
6	01/85	25,0	25,5	7:50
7	01/85	25,5	26,0	8:15
8	02/85	26,0	24,5	7:50
9	03/85	25,0	24,5	8:55
10	03/85	24,0	24,0	9:35

TABELA 3 – Temperatura da água nas estações 1 e 2, nos períodos estudados

Período	Temperatura - °C		
	Média	Máxima	Mínima
Inverno/84	11,9	17,5	7,0
Verão/85	25,0	26,0	24,0

As espécies capturadas, importantes para a pesca local e para os trabalhos de pesquisa desenvolvidos no Centro de Pesquisa de Aquicultura e Pesca, foram: *Rhamdia aff. quelen*, *Geophagus brasiliensis*, *Odonthestes sp.* e *Hoplias malabaricus*. A traíra (*Hoplias malabaricus*) é uma espécie encontrada em todos os sistemas hidrográficos do Brasil (LEITÃO 1947, citado por PAIVA 1977) habitando exclusivamente águas doces. Para este levantamento coletaram-se 152 exemplares. A espécie foi capturada em todas as coletas, mas nas estações 1 e 2, foram coletados 111 exemplares, com maior ocorrência no verão, apresentando comprimento total entre 13,0 e 37,5 cm. No inverno, 41 exemplares, com comprimento total entre 19,2 e 32,0 cm. A média de tamanho encontrada, tanto no verão quanto no inverno, foi de 27,2 cm. A traíra contribuiu com 1,79 % dos exemplares capturados no inverno e 2,67 % dos capturados no verão.

O biru (*Cyphocharax voga*) é espécie de água doce de ampla distribuição na América do Sul (NELSON, 1976). Segundo trabalhos de FOWLER (1950), NOMURA (1978), RINGUELET (1967), HARTZ (1991) e HARTZ e BARBIERI (1993) apresenta-se distribuída somente na América do Sul, desde a costa do Pacífico, istmo do Panamá até o sul de Buenos Aires, distribuindo-se pelos sistemas Paraguai, baixo Paraná até rios costeiros do sul do Brasil, Uruguai e Argentina, sendo considerada como abundante. Esses autores citam, como comprimento máximo para a espécie, 25,2 cm. Segundo ROMAGOSA et al (1984), esta espécie apresenta período de desova longo e de forma parcelada, justificando a observação de exemplares maduros nos dois períodos deste trabalho de amostragem. Foram capturados 2017 exemplares com rede de espera, 1404 no período de inverno e 613 no verão. No inverno, o comprimento total dos exemplares foi de 8,0 a 25,9 cm, com uma média de 19,0 cm. O intervalo de comprimento de maior ocorrência de indivíduos foi de 18,0 a 19,9 cm com 1200 exemplares (85,4 %). No verão, a média ficou em 19,9 cm. A espécie contribuiu com 31,40 % dos exemplares coletados para o estudo. No inverno houve captura nas margens (estação 3 e 4) de exemplares com comprimento total entre 4,3 e 16,5 cm. O mesmo não ocorreu no verão.

O cará manteiga (*Geophagus brasiliensis*) foi capturado em 3 das 5 coletas de inverno, com 14 indivíduos. No verão, 60 indivíduos, num total de 74 exemplares capturados. O intervalo de comprimento encontrado foi de 6,1 a 27,2 cm, no verão e 14,0 a 17,9 cm no inverno. Tanto no inverno quanto no verão foram capturados exemplares da espécie nas quatro estações de coleta. Segundo SILVA (1982), *G. brasiliensis* é uma espécie bastante comum nas lagoas costeiras do Rio Grande do Sul, sendo possível encontrar exemplares de até 22,0 cm em salinidade de até 17 ‰. BOSSEMEYER et al. (1981) encontraram exemplares de até 21,5 cm nos rios Jacuí e Jacuízinho. MARDINI (1983) relata captura no rio Sanga Funda, de exemplares acima de 25 cm, selecionados como reprodutores. LUCENA (1983) encontrou jovens de 10 meses com comprimento total de 26 cm a 35 cm em açudes povoados com a espécie. Para este estudo a espécie contribuiu com 1,15 % dos exemplares coletados.

A dentuça (*Oligosarcus robustus*) ocorreu em todas as coletas realizadas, 110 exemplares no inverno e 66 exemplares no verão, num total de 176 indivíduos. O intervalo de comprimento dos exemplares capturados foi de 1,7 a 28,0 cm. A ocorrência de larvas nas coletas se deu nos meses de julho, agosto e setembro, no ponto de amostragem 4 (margem) e com número de apenas 3 indivíduos. A espécie contribuiu com 2,74 % dos exemplares coletados.

Existem várias espécies pertencentes ao gênero *Rhamdia* no Rio Grande do Sul (EIGENMANN, 1910; GOSLINE, 1945 citados por GUEDES, 1980), entre elas o *Rhamdia aff. quelen* de ampla distribuição. Sua importância é grande para a pesca local e para os trabalhos desenvolvidos no Centro de Pesquisa de Aquicultura e Pesca da Lagoa dos Quadros, que realiza a desova induzida da espécie (MARDINI et al., 1981). Segundo IHERING e AZEVEDO (1936) a espécie pode atingir até 50 cm e 3 kg. WEIS (1980) coletou, em Santa Maria, RS, exemplares de até 51,5 cm e GUEDES (1980) coletou, na região centro-sul do Estado, exemplares de até 48,5 cm de comprimento total.

Foram coletados, para este estudo, 11 indivíduos: 4 exemplares de *R. aff. quelen* no período correspondente ao inverno, com comprimento total entre 20,0 e 36,0 cm, e 7 exemplares no verão, com comprimento total entre 10,0 e 30,0 cm. A espécie contribuiu com 0,97 % de todos os exemplares coletados para o estudo. O baixo número de exemplares capturados se deve à ineficiência da utilização da rede de emalhar para a captura desta espécie, que prefere locais calmos e profundos fora da época reprodutiva (DEVICENZI e TEAGUE; 1942; GUEDES, 1980) e margens de águas mais aquecidas e calmas na época de desova. Na lagoa dos Quadros o jundiá é capturado com o artefato de pesca denominado de linhote, que consiste de varas fixadas nas margens da lagoa com um anzol preso a uma linha rente ao fundo.

A sardinha (*Lycengraulis grossidens*) é uma espécie marinha que penetra em rios e lagoas costeiras (FIGUEIREDO e MENEZES, 1980). Foi encontrada em coletas anteriores na lagoa dos Quadros (SILVA, 1982). Contribuiu neste estudo com 124 exemplares, 13 no inverno, com comprimento total de 16,5 a 25,5 cm e 111 exemplares no verão, com comprimento total entre 2,9 a 21,5 cm. Houve captura de alevinos no verão nas estações 3 e 4.

O peixe-rei (*Odonthestes sp.*) vive em lagoas do Rio Grande do Sul, Uruguai e Argentina, chegando a 50 cm de comprimento total (FIGUEIREDO e MENEZES, 1980). Segundo KLEEREKOPER (1945), o peixe-rei de água doce teria como habitat principal, no Rio Grande do Sul, a lagoa dos Quadros, a lagoa Itapeva e lagoas e rios próximos. Na lagoa dos Quadros os locais considerados preferenciais da espécie: o sangradouro de Cornélio, a barra do rio Maquiné, a coroa central e a formação de juncos da margem oeste da lagoa. Por ocasião de seus estudos na região KLEEREKOPER (1945) enviou os exemplares capturados da espécie para o Museu de Zoologia da Universidade do Michigan, nos Estados Unidos, onde foram identificados como *Odonthestes bonariensis*.

BECKER (1995) realizou estudos de três espécies de *Odonthestes* do sistema hidrográfico do rio Tramandaí, RS e concluiu que não existem indícios de migrações reprodutivas de locais preferenciais de desova. O autor refere-se a um período reprodutivo longo que se inicia no inverno. Os indivíduos das populações de peixe-rei não se encontram distribuídos uniformemente no corpo d'água, mas tendem a concentrar-se em praias de fundo arenoso ou bancos de areia junto a manchas não muito densas de *Scyrpus californicus*, observações já descritas por KLEEREKOPER (1954). Os juvenis podem ser capturados em águas rasas das praias arenosas durante todo o ano.

Ao longo deste estudo, foram capturados dois tipos de peixe-rei, separados em duas prováveis espécies: *Odonthestes* - espécie A, correspondente a *Odonthestes bonariensis* e *Odonthestes* - espécie B, vulgarmente chamado de charuto pelos pescadores locais. O Centro de Aquacultura e Pesca desenvolve trabalhos de reprodução em laboratório com a espécie A, por atingir tamanho comercial, embora a espécie B também responda à fecundação em laboratório, segundo estudos realizados no laboratório do Centro. A comercialização da segunda espécie também é realizada, encontrando-se à venda em estabelecimentos que comercializam pescados em Porto Alegre. Capturaram-se apenas seis exemplares da espécie A, um no inverno com 32 cm de comprimento total e cinco no verão, medindo entre 28,5 e 32,0 cm de comprimento. Da espécie B foram capturados 418 exemplares no inverno e 97 no verão, num total de 515. No inverno o comprimento total dos exemplares ficou entre 13,5 e 18,5 cm e no verão entre 1,9 e 18,5 cm, com a captura de alevinos nas estações de coleta 3 e 4. As espécies A e B contribuíram com 8,12% dos exemplares coletados para este estudo. ZINGANO (1984) encontrou exemplares de até 40,0 cm, com uma média de 32,8 cm em coletas próximo à desembocadura do rio Maquiné. KLEEREKOPER (1945) encontrou média de comprimento total para a espécie, na lagoa, de 38 cm. A média de comprimento total encontrada para este estudo foi de 30,7 cm. Dados do Centro de Aquacultura e Pesca

mostram a diminuição dos exemplares da espécie, indicando a forte pressão de pesca sofrida no decorrer dos anos, o que motivou portaria do IBAMA proibindo a pesca da espécie na lagoa. O peixe-rei (*Odonthestes* - espécie A) alvo da pesca local intensa por suas características de carne branca, que levam a ser altamente comercial, teve que ser alvo de portaria do IBAMA de 24 de setembro de 1979, a partir do paralelo 29° 41' 00" S, para que pudesse haver o aumento do tamanho dos reprodutores no meio ambiente e, com isso, a continuação dos trabalhos de reprodução em laboratório da espécie que chegou a ser interrompida (MARDINI e SILVA, 1978).

Verifica-se diferença na ictiofauna descrita por KLEEREKOPER (1945,1954) que apresenta espécies como *Characidium pterostictum*, *Othonocheiroidus lethostigmus* e *Deuterodon stigmaturus* de águas correntes e leitos pedregosos. Nos pontos amostrais determinados para este estudo estas espécies não foram coletadas.

Espécies marinhas, como *Netuma barba*, *Mugil platanus* e *Lycengraulis grossidens*, em determinadas épocas do ano são encontradas na lagoa. Destas, apenas a última foi capturada na foz do rio Maquiné, nos períodos de inverno e verão. O intervalo de comprimento encontrado no verão indica que a espécie é encontrada desde alevino neste ambiente. Os dados do Centro de Aquacultura e Pesca indicam, como época de captura de *Netuma barba*, os meses de dezembro, janeiro e junho e de *Mugil platanus*, o mês de abril.

Das espécies coletadas, 12 podem ser indicadas como apresentando um comportamento possivelmente sazonal na área pesquisada, *Cyphocharax voga*, *Odonthestes* sp. (B), *Oligosarcus robustus*, *Astyanax alburnus*, *Hoplias malabaricus*, *Astyanax bimaculatus*, *Astyanax fasciatus*, *Cheiroidon* sp., *Geophagus brasiliensis*, *Hyphessobricon luetkenii*, *Jenynsia lineata*, *Rineloricaria quadrensis* (REIS, 1983) (Tabela 4). Das espécies que demonstram sazonalidade, duas apresentam importância para a pesca local, *Hoplias malabaricus* (traíra) e *Odonthestes* espécie B (peixe-rei denominado de charuto).

TABELA 4 - Espécies que apresentaram possível influência sazonal durante o estudo

Espécies	Inverno		Verão		Total	
	Nº	%	Nº	%	6422	100,0
<i>Cyphocharax voga</i>	1404	69,6	613	30,3	2017	31,4
<i>Odonthestes</i> sp. B	418	81,1	97	18,8	515	8,0
<i>Oligosarcus robustus</i>	110	62,5	66	37,5	176	2,7
<i>Astyanax alburnus</i>	30	1,2	2300	98,7	2330	36,2
<i>Hoplias malabaricus</i>	41	26,9	111	73,0	152	2,3
<i>Astyanax bimaculatus</i>	5	15,1	28	84,8	33	0,5
<i>Astyanax fasciatus</i>	8	6,2	120	93,7	128	1,9
<i>Cheiroidon</i> sp.	39	17,9	8	3,6	217	1,3
<i>Hyphessobricon luetkenii</i>	77	97,6	2	2,5	79	1,2
<i>Jenynsia lineata</i>	1	1,4	66	98,5	67	1,0
<i>Rineloricaria quadrensis</i>	6	13,9	37	86,0	43	0,6

CONCLUSÕES

Na foz do rio Maquiné com a lagoa dos Quadros foram coletadas 40 espécies de 31 gêneros diferentes de peixes. Destas, algumas apresentam importância para a pesca local e para os trabalhos de reprodução natural e artificial desenvolvidos pelo Centro de Pesquisa de Aquicultura e Pesca da lagoa dos Quadros, como *Rhamdia aff. quelen*, *Odonthestes* sp. A, *Hoplias malabaricus* e *Geophagus brasiliensis*.

Das espécies coletadas, algumas apresentam indicações de sazonalidade e, entre as espécies marinhas que anualmente são encontradas neste ecossistema, apenas *Lycengraulis grossidens* foi coletada na desembocadura do rio Maquiné nos períodos em que este estudo foi realizado.

O peixe-rei (*Odonthestes* sp A), importante tanto para a pesca local como para os trabalhos de pesquisa do Centro de Pesquisa de Aquicultura e Pesca, responsável pelo desenvolvimento da fecundação artificial desta espécie em laboratório, não foi capturado na fase adulta na foz do rio Maquiné nos períodos da amostragem, verão e inverno.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- BECKER, F.G. Dinâmica do crescimento, reprodução e alimentação de três espécies de *Odonthestes*, do sistema hidrográfico do rio Tramandaí, Rio Grande do Sul, Brasil. Pisces, Atheriniformes). Porto Alegre: UFRGS, 1995. 125p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Ecologia, UFRGS, 1995.
- BOSSEMEYER, I. M. K.; WIS, M. L. C.; BIER, M. L. S. Levantamento ictiológico de um trecho dos rios Jacuí e Jacuizinho na área da futura barragem de Dona Francisca. *Ciência e Natura*, Santa Maria, n.3, p.59-64, 1981.
- BUCKUP, P. A.; MALABARBA, L. R. A list of the fishes of the Taim Ecological Station, Rio Grande do Sul. *Iheringia*, Série Zoologia, Porto Alegre, n.63, p.103-113, 1983.
- DEVICENZI, C. J. ; TEAGUE, W. L. Ictiofauna del rio Uruguay medio. *Anales del Museo de Historia Natural*. Montevideo, v.5, n.4, p.1-109, 1942.
- FEPAM. Macrozoneamento costeiro do Rio Grande do Sul, águas superficiais: qualidade. Porto Alegre, 1989. 59p. (Relatório)
- FIGUEIREDO, J. L.; MENEZES, N. A. *Manual de peixes marinhos do sudoeste do Brasil. (III) Teleostei (2)*. São Paulo: Museu de Zoologia, USP, 1980. 90p.
- FOWLER, H.W. Os peixes de água doce do Brasil. *Arquivo Zoologia do Estado de São Paulo*, São Paulo, n.2, p.205-404, 1950.
- GODOY, M. P. *Peixes do Brasil: Subordem Characoidei, Bacia do Rio Mogi-Guassu*. Rio de Janeiro, v.3, p.400-690, 1975.
- GUEDES, O.S. Contribuição ao estudo de sistemática e alimentação de jundiá (*Rhamdia* spp) na região central do Rio Grande do Sul (Pisces, Pimelodidae). Santa Maria: UFSM, 1980. 100p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Zootecnia, UFSM, 1980.
- HARTZ, S.M. Dinâmica populacional de *Cyphocharax voga* (HENSEL, 1869) da lagoa Emboaba, Osório, RS. (Characiformes, Curimatidae). Porto Alegre: UFRGS, 1991. 133p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Ecologia, UFRGS, 1991.
- HARTZ, S. M.; BARBIERI, G. Growth of *Cyphocharax voga* (HENSEL, 1898) in Emboaba lagoon, Rio Grande do Sul, Brazil. *Std. Neotr. Fauna Environ*, v.28, n.3. p.169-178, 1993.
- IHERING, R.V.; AZEVEDO, P.A. A desova e a hipofiseação dos peixes. Evolução de dois Nematognathas. *Arquivos do Instituto de Biologia de São Paulo*, São Paulo, v.4, n.9, p.107-118, 1936.
- KLEEREKOPER, H. *O peixe-rei*. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura. 1945. 98p.
- KLEEREKOPER, H. Limnological observation in Northeastern Rio Grande do Sul. Brazil. *Misc. Publ. Museum of Zoology*. University of Michigan, v.67, p.1-39, 1954.
- LUCENA, C.A.S. Considerações preliminares sobre o crescimento do cará-manteiga *Geophagus brasiliensis*, em açudes (PISCES, CICHLIDAE). Porto Alegre, n.1, p.1-13, 1983. (Relatório Interno do Departamento de Pesca)
- MALABARBA, L.R.; ISAIA, E.A. The freshwater fish fauna of the rio Tramandaí drainage, Rio Grande do Sul, Brazil, with a discussion of its historical origin. *Comunicação do Museo de Ciências da PUCRS, Série Zoologia*, Porto Alegre, v.5, n.12, p.197-223, 1992.
- MARDINI, C.V. Desova em confinamento do cará-manteiga - *Geophagus brasiliensis* (Quoy e Gaimard, 1824) e comentários sobre a espécie. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura. 1983. 8p.
- MARDINI, C.V. ; SILVA, C.P. Instrução para criação do peixe-rei. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul. 1978. 18p. (Documento ocasional, 3)
- MARDINI, C.V.; SILVEIRA, M. A.; BARENHO, D. H. L. Técnica de indução de desova em jundiá (*Ramdia quelen*) empregada na Estação de Piscicultura da Lagoa dos Quadros Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1981. 15p. (Documento ocasional, 4)
- MEDEIROS, P.R.P. Estudo do sistema Lagunar-Estuarino de Tramandaí-Imbé. Física e Química da água. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Ecologia, UFRGS, 1992. 112p.
- NELSON, J. S. *Fishes of the world*. New York: John Wiley & Sons, 1976. 416p.
- NOMURA, H. *Aquicultura e biologia de peixes*. São Paulo: Nobel. 1978. 200 p.
- PAIVA, M.P. *The environmental impact of man-made lakes in the amazonian region of Brazil*. Rio de Janeiro: ELETROBRÁS. 1977.
- REIS, R. E. *Rineloricaria longicauda e Rineloricaria quadrensis*, duas novas espécies de Loricaridae do sul do Brasil (PISCES, SILURIFORMES, LORICARIDAE) *Iheringia, Serie Zoologia*, Porto Alegre. n.62, p.61-80, 1983.
- RINGUELET, R.A. *Los peces argentinos de agua dulce*. La Plata: Librart. 1967. 602p.
- ROMAGOSA, E.; GODINHO, H.M. e NARAHANA, M.Y. Tipo de desova e fecundidade de *Curimatus gilberti* (Quoy e Gaimard, 1884), da Represa de Ponte Nova, Alto Tiete. *Revista Brasileira de Biologia*. v.44, n.1, p.1-8. 1984.
- SILVA, C.P. Ocorrência, distribuição e abundância de peixes da região estuarina de Tramandaí, Rio Grande do Sul. *Atlântica*, Rio Grande, v.5, p.49-65, 1982.
- WEISS, M.L.C. Interpretação da idade e cálculo da curva de crescimento do Jundiá (*Rhamdia quelen*) (Quoy e Gaimard, 1824) do Banhado de Santa Catarina, RS. Santa Maria: UFSM, 1980. 93p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Zootecnia, UFSM, 1980.
- ZINGANO, E.L.A. *Incursões técnicas à lagoa dos Quadros*. 1984. 15p. (Relatório preliminar com CECLIMAR)

SEÇÃO: VETERINÁRIA

REDUÇÃO DO GANHO DE PESO E OCORRÊNCIA DE MORTALIDADE POR DIARRÉIA EM LEITÕES LACTENTES

KELLY CRISTINA TAGLIARI¹, BENITO GUIMARÃES DE BRITO²

RESUMO – As diarreias são frequentes em leitões lactentes, entretanto a dimensão das perdas normalmente não é relatada. Este trabalho visa mostrar a incidência de diarreia, a redução do ganho de peso e o efeito na taxa de mortalidade em uma granja de suínos. Foram avaliadas 210 leitegadas, observando-se diarreia em 48,6% delas. As leitegadas que apresentaram diarreia na primeira, segunda, terceira e quarta semana de vida, tiveram uma redução em 21%, 20%, 14% e 9% no ganho de peso médio diário, respectivamente. As diarreias foram responsáveis por uma taxa de mortalidade de 0,79% dos leitões nascidos.

Palavras-chave: suíno mortalidade animal

REDUCTION OF WEIGHT GAIN AND MORTALITY CAUSED BY DIARRHEA IN SUCKLING PIGLETS

ABSTRACT – Diarrhea problems are frequent in suckling piglets, but the extent of associated losses generally is not reported. The present work discusses the occurrence of diarrhea, weight gain reduction and their effects on piglet mortality in a pig farm. Diarrhea was present in 48,6% among 210 litters analyzed. There was a reduction in weight gain of 21%, 20%, 14% and 09%, on first, second, third and fourth week of life, respectively. Diarrhea caused a mortality rate of 0,79% among the piglets born in the period.

Key words: swine, animal mortality

INTRODUÇÃO

As patologias entéricas nos leitões lactentes são frequentes nas criações de suínos do sul do Brasil (MORES et al., 1989; BARCELLOS e STEPAN, 1991). BARCELLOS et al. (1980), visitaram 133 granjas no Rio Grande do Sul e verificaram, em 48% dessas, problemas de diarreia. No Paraná, foi realizado um levantamento epidemiológico pela EMBRAPA e SEAB, no qual constatou-se que em torno de 25% das granjas de suínos do Estado estes apresentavam diarreia (EMBRAPA-SEAB, 1986). BRITO et al. (1995) avaliaram 21 granjas de suínos do sudoeste do Paraná no verão e no inverno de 1991 e observaram que, em 90% das granjas, ocorria diarreia nos leitões no período de verão e, em 81%, no inverno. Entretanto, a morbidade foi mais acentuada no verão.

A importância econômica dessas diarreias não se deve somente à morte dos leitões, mas principalmente pela redução no seu desenvolvimento, o que aumenta o número de refugos e os gastos com medicamentos. A estimativa da taxa de mortalidade média de leitões em aleitamento, nas criações confinadas da região sul do Brasil, varia de 15 a 20%, destacando-se o esmagamento, a inanição e as diarreias como principais causas dessas perdas (MORES et al., 1991). BRITO (1992), estudando as causas de mortalidade de leitões lactentes em granjas do Paraná, verificou uma taxa de mortalidade perinatal de 11,28%, sendo a diarreia responsável por 0,16% deste índice.

No Rio Grande do Sul, BARCELLOS (1989) fez um levantamento das causas de refugos em granja industrial e observou que 25,19% dos animais refugos tinham histórico de diarreia.

1. Professor – Universidade do Norte do Paraná/UNOPAR. Av. Paris, 674, 86041 Londrina, PR.

2. Pesquisador – Departamento de Medicina Veterinária Preventiva, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Londrina. Caixa Postal 6001, 86051-970 Londrina, PR. Bolsista da CAPES – PICT. E-mail: brito@npd.ucl.br

Recebido para publicação em 16/10/1998.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A diarreia pré-desmame é uma doença multifatorial com vários microrganismos envolvidos. Entre eles destacam-se *Escherichia coli*, rotavírus, *Isospora suis*, picobirnavírus, *Cryptosporidium* sp, *Campylobacter* sp, *Balantidium coli* e suas associações (FITZGERALD et al., 1988; BRITO et al., 1995). Estudos ecopatológicos foram realizados na França, Portugal e Brasil com o objetivo de determinar o efeito dos fatores ambientais, alimentares e de manejo na predisposição à diarreia dos leitões lactentes (MADEC et al., 1982; VIEIRA et al., 1989; MORES et al., 1989; SILVA et al., 1995).

O objetivo deste trabalho foi relatar a incidência de diarreia dos leitões lactentes, a redução do ganho de peso e o efeito na taxa de mortalidade em uma granja de produção intensiva, com sistema de criação semi-confinado.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram acompanhadas, na Estação Experimental do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), em Pato Branco, Paraná, 210 leitegadas num total de 1801 leitões, nos anos de 1991 e 1992. O rebanho era constituído de 120 reprodutores das raças Large White e Duroc e seus cruzamentos, criados em sistema semi-confinado.

As observações quanto à ocorrência de diarreia e as causas de mortalidade foram realizadas diariamente a partir do primeiro dia de vida dos leitões. As pesagens dos leitões foram realizadas em grupo, ao nascimento, e individualmente, no desmame (idade média 28 dias), a fim de se avaliar o ganho de peso médio diário no período. Foi comparado o ganho de peso médio diário das leitegadas que apresentaram 100% dos animais com diarreia, com o ganho de peso médio diário de leitegadas sem alterações digestivas, durante toda a fase de aleitamento. A taxa de mortalidade foi calculada em relação ao número de leitões nascidos.

Em 48,6% das leitegadas constatou-se diarreia e a faixa etária de maior ocorrência foi a primeira semana de vida dos leitões. Nas leitegadas observadas (1801 leitões) 38,3% apresentaram diarreia no período pré-desmame. A Tabela 1 mostra a ocorrência de diarreia nas leitegadas em diferentes faixas etárias. A elevada ocorrência de diarreia observada nesta granja demonstra a importância das diarreias perinatais nas criações de suínos. Estes dados estão de acordo com RAYNER (1979) que verificou, em 22% dos animais do Rowett Research Institute, distúrbios gastrointestinais. BRITO et al. (1995), avaliando a ocorrência de diarreias em leitões lactentes de 21 granjas do sudoeste do Paraná, verificaram que, em média, 37% dos leitões apresentavam diarreia na segunda semana de vida. Segundo GLOCK (1981), a *Escherichia coli* é um dos principais agentes etiológicos das diarreias infecciosas na primeira semana de vida dos leitões, por isso deve ser utilizado esquema sanitário, através do uso de vacina que previna a ocorrência da Colibacilose Neonatal.

Nas leitegadas em que 100% dos leitões apresentaram diarreia, houve uma redução em 21%, 20%, 14% e 9% no ganho de peso médio diário quando os problemas digestivos ocorreram, exclusivamente na primeira, segunda, terceira e quarta semana, respectivamente (Tabela 2). SVENSMARK et al. (1989) observaram que leitegadas com diarreia pré-desmame tinham menor uniformidade e pesavam em média 0,4 kg a menos aos 30 dias de idade, comparativamente às leitegadas sem diarreia. A taxa de mortalidade por diarreia foi de 0,79% dos leitões nascidos, tendo maior ocorrência (0,51%) em leitões acometidos por diarreia na primeira semana de vida. Os animais acometidos por diarreia na segunda, terceira e quarta semana de vida apresentaram taxa de mortalidade de 0,09%, 0,14% e 0,05%, respectivamente.

TABELA 1 – Ocorrência de diarreia em diferentes faixas etárias dos leitões lactentes

Ocorrência de diarreia	Número de leitegadas	Porcentagem
1ª semana	36	17,0
2ª semana	21	10,0
3ª semana	21	10,0
4ª semana	10	4,8
1ª + 2ª semana	01	0,5
1ª + 3ª semana	05	2,4
1ª + 2ª + 3ª semana	02	1,0
2ª + 3ª semana	03	1,4
2ª + 4ª semana	02	1,0
3ª + 4ª semana	01	0,5
Sem diarreia	108	51,4

TABELA 2 – Redução do ganho de peso médio diário (GPMD) de leitões com diarreia em diferentes faixas etárias

Ocorrência de diarreia	Nº de leitegadas	Nº de leitões	GPMD	Redução do GPMD
Sem diarreia	108	963	192 g	00%
1ª semana	11	111	151 g	-21%
2ª semana	13	131	153 g	-20%
3ª semana	10	88	165 g	-14%
4ª semana	05	47	175 g	-09%

Em relação à taxa de mortalidade decorrente de diarreia, encontra-se variabilidade entre granjas de regiões distintas e até mesmo dentro de uma mesma região (RAYNER, 1979 e BRITO, 1992). VAILLANCOURT e TUBBS (1992) ao revisarem vários estudos encontraram que a diarreia é responsável pela mortalidade de aproximadamente 5 a 15% dos leitões lactentes. ALEXANDER (1994) estimou a taxa de mortalidade de 0,5% dos leitões nascidos vivos por diarreia causada por *E. coli*. Estes dados assemelham-se aos encontrados neste estudo.

CONCLUSÕES

As diarreias são frequentes nos leitões, sendo a primeira semana de vida dos animais a de maior ocorrência e aquela em que ocorre uma maior redução do ganho de peso diário e mortalidade.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- ALEXANDER, T.J.L. Neonatal diarrhea in pigs. In: GYLES, C.L. *Escherichia coli* in domestic animals and humans. Oxon: CAB International, 1994. p.151-170.
- BARCELLOS, D.E.S.N.; GUIZZARD, I.I.; FALLAVENA, L.B. Frequência e causa de diarreias bacterianas em suínos nas zonas criatórias do Vale do Taquari e Missões, Rio Grande do Sul, Brasil. *Boletim I.P.V.D.F.*, Guaíba, v.80, n.1, p.27-37, 1980.
- BARCELLOS, D.E.S.N. Causas de refugagem de leitões em maternidade de granja industrial no Estado do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 4., 1989, Itapema. *Anais... Itapema: ABRVES*, 1989. p.61.
- BARCELLOS, D.E.S.N.; STEPAN, A.L. Estudo etiológico de diarreia em leitões recentemente desmamados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 5., 1991, Águas de Lindóia. *Anais... Águas de Lindóia: ABRVES*, 1991. p.60.
- BRITO, B.G. Principais causas de mortalidade de suínos pré-desmame. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 44., 1992, São Paulo. *Anais... São Paulo: SBPC*, 1992. p.35.
- BRITO, B.G.; FILIPPSEN, L.F.; MORES, N. et al. Etiologia da diarreia de leitões lactentes em granjas suínícolas do sudoeste do Paraná. *Semina, Londrina*, v.16, n.1, p.13-17, 1995.
- EMBRAPA-SEAB. *Característica da produção de suínos no Estado do Paraná*. Concórdia, 1986. 38p. (Circular Técnica)
- FITZGERALD, G.R.; BARKER, T.; WELTER, C.J. Diarrhea in young pigs: comparing the incidence of the five most common infectious agents. *Veterinary Medicine, Lenexa*, v.83, n.1, p.80-86, 1988.
- GLOCK, R.D. Digestive system. In: LEMAN, A.D. *Diseases of swine*. 5ed., Iowa State University Press, 1981. p.130-7.
- MADEC, F.; JOSSE, J.; CHANTAL, A. Evaluation d'une methode multifactorielle dans l'analyse des troubles digestifs du sevrage. *Journées Recherche Porcine en France, Paris*, v.14, p.379-386, 1982.
- MORES, N.; SOBESTIANSKY, J.; CIACCI, J.R. et al. Fatores de risco para ocorrência de diarreia em leitões lactentes em criações do estado de Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 4, Itapema, 1989. *Anais... Itapema: ABRVES*, 1989. p.85.
- MORES, N.; SOBESTIANSKY, J.; CIACCI, J.R. et al. Fatores de risco na maternidade associados à diarreia, mortalidade e baixo desempenho dos leitões. Concórdia: EMBRAPA/CNPSA, 1991. 5p. (Comunicado Técnico, 178)
- RAYNER, V. The function of the pig's gastrointestinal tract. *The Pig Journal, Huddersfield*, v.4, p.1-9, 1979.
- SILVA, C.A.; BRITO, B.G.; MORES, N. Fatores de risco responsáveis pelo aparecimento de diarreias pré-desmame em granjas suínícolas do norte do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 7., Blumenau, 1995. *Anais... Blumenau: ABRVES*, 1995. p.85.
- SVENSMARK, B.; JORSAL, S.E.; NIELSEN, K. et al. Epidemiological studies of piglet diarrhea in intensively managed Danish sow herds. I Pre-weaning diarrhea. *Acta Veterinaria Scandinavica, Vanlose*, v.30, p.43-53, 1989.
- VAILLANCOURT, J.P.; TUBBS, R.C. Pre-weaning mortality. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice, Philadelphia*, v.8, n.3, p.685-706, 1992.
- VIEIRA, R.P.; VIEIRA, H.P.; MADEC, F. Aplicação da análise multidimensional na prevenção da patologia digestiva do desmame em suinocultura intensiva. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias, Lisboa*, v.84, n.492, p.229-241, 1989.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), pelo financiamento do projeto.

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

A revista **PESQUISA AGROPECUÁRIA GAÚCHA** aceita para publicação artigos técnico-científicos, revisões e relatos de caso, de interesse agropecuário, inéditos e não encaminhados a outra revista para o mesmo fim. Excetuam-se trabalhos apresentados em congressos ou outros eventos na forma de resumos, bem como resultados de dissertações, teses, ou apresentados de forma sucinta em relatórios, informes, etc. As opiniões e conceitos emitidos nos trabalhos são de inteira responsabilidade dos autores. Todavia, a Comissão Editorial, junto à Assessoria Científica, reserva-se o direito de sugerir ou solicitar modificações. Os artigos poderão ser escritos em português, espanhol ou inglês, mas devem conter um resumo em português e em inglês.

O artigo deverá ser encaminhado em três vias (original e duas cópias), acompanhado de ofício assinado pelos autores. As páginas devem ser numeradas e rubricadas por todos os autores (somente no original e na margem inferior, à direita). **Nas cópias, omitir os autores e chamada de rodapé da 1ª página, para serem enviadas aos assessores.** O artigo deverá ser redigido em fonte **Times New Roman, 12**, numa só face de papel A4, com espaço duplo, margem esquerda de 3,0 cm e direita de 2,5 cm.

No caso de aceitação do artigo, após ser analisado pela Assessoria Científica e pela Comissão Editorial, o mesmo deverá ser encaminhado, na versão final, em disquete 3.5", acompanhado de uma via impressa em papel. Utilizar processador de texto **WORD/Windows** e editores gráficos compatíveis, como o Excel, Harvard Graphics, etc.

Para cada artigo publicado serão enviadas, gratuitamente, 50 separatas ao primeiro autor, que se encarregará de distribuir aos demais autores.

Os autores deverão enviar endereço completo para correspondência, juntamente com número de fax/telefone ou E-mail.

NORMAS PARA PUBLICAÇÃO

1. Padronizar os trabalhos utilizando códigos de nomenclatura reconhecidos internacionalmente. Os nomes científicos e outros latinos deverão ser escritos em *itálico*. Adotar a nomenclatura binomial completa, tanto no resumo, como abstract ou a primeira vez que for citado no texto. Os nomes de cultivares agrônomicas e hortícolas serão escritos entre aspas simples, quando não estiver precedido da palavra cultivar. Escrever em **negrito** o que se desejar destacar (ou sublinhar).

2. Usar somente abreviações de unidades do Sistema Internacional (SI). As abreviações não convencionais devem ser explicadas, quando aparecem pela primeira vez no texto.

3. Separar os valores das unidades de medida por um espaço (35 kg). Usar a barra diagonal (25 kg/ha; 25 kg/m²/s) em lugar de expoentes negativos.

4. Os números devem ser em algarismos arábicos para medidas exatas, séries de quantidades e em apresentações estatísticas. Onde a fluência do texto exigir, se escreverá por extenso. Escrever números de quatro algarismos sem espaço ou ponto (2000). Em números de cinco ou mais algarismos, usar espaço (20 000). Em tabelas, os números de quatro dígitos terão um espaço para se alinhar com os de cinco dígitos.

5. Utilizar símbolos para os elementos e compostos químicos, quando apropriados, especialmente se houver muita repetição.

6. Usar nomes comuns de princípios ativos e formulações químicas em vez de nomes comerciais, que, se usados, deverão ser identificados como tais e em nota de rodapé salientar que a Fepagro e os autores não estão recomendando o produto.

FORMATO DO TEXTO

TÍTULO deve ser claro, breve e conciso, informando o conteúdo do trabalho. Apresentá-lo em **MAIÚSCULAS e negrito**, sem ponto final e centrado. Poderá ser seguido do número 1 (um) para chamada de rodapé.

AUTORES, iniciando na margem esquerda, com espaço de uma linha abaixo do título, os nomes serão escritos em **MAIÚSCULAS**, por extenso e em seqüência, separados por vírgula e com numeração sobrescrita para identificar, no rodapé, sua profissão, grau de especialização, instituição a que pertence e endereço.

RESUMO deve ser suficientemente informativo para que o leitor identifique o conteúdo e interesse do trabalho. Não deverá ultrapassar 150 palavras e será escrito num só parágrafo. Deixar espaço de duas linhas abaixo dos autores.

PALAVRAS-CHAVE - logo após o resumo, indicar as *Palavras-chave* para indexação (título em itálico e os termos em letra normal). As palavras, sugeridas pelo(s) autor(es), poderão ser modificadas de acordo com as indicações do THESAGRO, através da revisão pelo Serviço de Documentação e Informação da Fepagro. Não utilizar palavras já contidas no título.

ABSTRACT - antes do Abstract, colocar a versão de título em inglês, centrado. O abstract deverá ser escrito de forma correta. Sugere-se sua revisão por pessoa que conheça bem o idioma.

KEY WORDS - colocar as *Key words* equivalentes das indicadas em português.

O texto principal constará dos seguintes tópicos: **INTRODUÇÃO, MATERIAL E MÉTODOS, RESULTADOS E DISCUSSÃO, CONCLUSÕES e BIBLIOGRAFIA CITADA**. Os agradecimentos, quando necessários, serão apresentados no final, devendo ser sucintos.

INTRODUÇÃO constará de revisão de literatura e incluirá os objetivos do trabalho.

As citações de autores no texto deverão ser feitas da seguinte forma: (SILVA, 1995); (SILVA e BASTOS, 1984); (SILVA et al., 1996); se for citado mais de um trabalho, separam-se por ponto e vírgula (SILVA e BASTOS, 1994; SILVA et al., 1994; ROSSER e MASTER, 1996a; ROSSER e MASTER, 1996b).

Quando se fizer referência ao(s) autor(es), ou iniciar a frase mencionando-o(s), somente o ano ficará entre parênteses. Ex: "SILVA (1993) estudou ...".

MATERIAL E MÉTODOS: Descrever a tecnologia empregada no trabalho, o local onde foi conduzido, descrição das análises estatísticas empregadas, etc. O local de execução deverá ser escrito por extenso, quando aparecer pela primeira vez.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Apresentar em conjunto. As tabelas e figuras devem ser numeradas de forma independente, com números arábicos e serão incluídas no texto. Caso não seja possível, o autor deverá assinalar onde deseja que as coloquem, mediante uma anotação em espaço entre dois parágrafos.

TABELAS: terão o título acima, escrito em negrito, sem ponto final e apresentado de forma concisa e explicativa: **TABELA 1 - ...** Usar **Fonte 10**. Ao pé das Tabelas poderão constar notas explicativas em **Fonte 9**.

FIGURAS: incluem gráficos, mapas, fotos e desenhos e terão o título abaixo das mesmas, escrito em negrito, sem ponto final: **FIGURA 1 - ...** Usar **Fonte 10**. Ao pé das Figuras, acima do título, poderão constar notas explicativas (**Fonte 9**).

Caso não seja possível a incorporação dentro do texto, as figuras devem ser colocadas em ordem de preferência, impressas em papel branco com tinta preta, ou desenhadas em papel vegetal com nanquim. Fotografias em preto e branco serão em papel com brilho, bem contrastadas e devem ser identificadas no verso. Poderão ser aceitas fotos, slides e gráficos coloridos, quando indispensáveis. Neste caso, será cobrada uma taxa do(s) autor(es).

Para a impressão, as figuras e fotos poderão ser reduzidas à metade ou um terço de seu tamanho original, sendo necessário observar este aspecto para não perder a visibilidade dos detalhes.

Subtítulos - Havendo necessidade de utilizá-los, escrever em negrito, alinhados à esquerda e só com a primeira letra em maiúscula.

BIBLIOGRAFIA CITADA - Os trabalhos citados no texto serão ordenados, alfabeticamente, pelo sobrenome do primeiro autor, seguido da inicial do(s) prenome(s), exceto para nomes de origem espanhola, onde entram os dois últimos sobrenomes. Devem seguir as normas da ABNT (Norma NB-66 de 1989).

Para distinguir trabalhos diferentes de mesma autoria, será levada em conta a ordem cronológica, segundo o ano da publicação. Se num mesmo ano houver mais de um trabalho do(s) mesmo(s) autor(es), acrescentar uma letra ao ano (ex. 1996a ; 1996b). Separam-se os diferentes autores por ponto e vírgula (;). Na referência, a segunda e demais linhas subsequentes iniciam sob a terceira letra.

Exemplos quanto ao tipo de material a ser referenciado:

Periódicos:

MADALENA, F.E.; LEMOS A.M.; TEODORO, R.L.; LUCENA, A.J. Dairy production and reproduction in Holstein-Friesian x Guzera crosses. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.15, n.3, p.585-593, 1990.

OBSERVAÇÃO: Para evitar desuniformidade nas abreviaturas de periódicos, recomenda-se escrevê-los por extenso.

Livros:

SOARES, F.; BURLAMAQUI, C.K. **Pesquisa científica: uma introdução, técnicas e exemplos**. 2.ed. São Paulo: Formar, 1972. 352p.

Capítulo de livro:

FOY, C.D. Effects of aluminum on plant growth. In: CLARSON, E.W. (Ed.) **The plant root and its environment**. Charlottesville: University Free of Virginia, 1977. p.601-642.

VENDRAMIN, J.D. A resistência de plantas e o manejo de pragas. In: CROCOMO, W.B. (Ed.) **Manejo integrado de pragas**. Botucatu: UNESP, 1990. Cap. 9, p.177-197.

Teses, dissertações:

1. Dissertação ou tese, publicada:

SILVA FILHO, G.N. **Flutuação populacional de microorganismos em solos submetidos a diferentes sistemas de manejo**. Porto Alegre: UFRGS, 1984. 153p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Microbiologia do Solo, Faculdade de Agronomia, UFRGS. 1984.

2. Dissertação ou tese, não-publicada:

PRECOMANN, D.B. **A embolia cerebral cardiogênica nas doenças cérebro-vasculares isquêmicas: estudo clínico tomográfico**. Porto Alegre, 1996. 185p. Tese (Doutorado em Cardiologia) - Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Boletins e Relatórios:

VILHORDO, B.W.; MÜLLER, L. **Caracterização botânica de algumas cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) pertencentes a oito grupos comerciais**. Porto Alegre: IPAGRO, 1979. 72p. (Boletim Técnico, 4)

IPRRN. Seção de Conservação do Solo. **Relatório Anual**. Porto Alegre, 1990. 45p.

Trabalhos de Reuniões e Congressos:

ORLANDO FILHO, L.; LEME, E.J. de M. A utilização agrícola dos resíduos da agroindústria canieira. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 2., 1984, Brasília. **Anais...** Brasília: EMBRAPA, 1984. p.451-475.

ARTIGOS DE REVISÃO E RELATOS DE CASO

Uma revisão deve ter um objetivo claro e relevante, com o intuito de apresentar conclusões sobre um trabalho. É um estudo de um assunto particular onde se reúnem, analisam e discutem informações já publicadas. O autor de uma revisão deve incluir trabalhos anteriores que fizeram ou fariam evoluir o assunto. Deverá conter: Título, Resumo, Palavras-chave, Título em inglês, Abstract, Key words, uma Introdução, seguida de texto com a aborda-

gem do tema que poderá ser dividido em tópicos, destacados em negrito, só com a primeira letra em maiúscula, Conclusões e Bibliografia citada. Obedecerá às mesmas normas indicadas para os artigos.

Os relatos de caso deverão conter os seguintes tópicos: Título, Resumo, Palavras-chave, Título em inglês, Abstract, Key words, Introdução, descrição do caso, Resultados e discussão, Conclusões e Bibliografia citada. Os diferentes tópicos também seguem as mesmas normas descritas anteriormente.