

PESQUISA AGROPECUÁRIA GAÚCHA

ISSN 0104 - 9070

Volume 5

Número 1

1999

CONTEÚDO

SEÇÃO: AGRONOMIA

- Uso da água, nutrientes e crescimento da soja em solo inundado periodicamente. BARNI, N.A. 7
- Controle químico do minador-das-folhas dos citros, *Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856. MORAES, L.A.H. de; SOUZA, E.L. de S.; BECKER, R.F.P.; BRAUN, J. 19
- Rendimento e qualidade de frutos da laranjeira 'Valência' submetida à adubação foliar com magnésio, manganês, zinco e boro. PELISER, O.; KOLLER, O.C.; MANFROI, V. 23
- Biomassa e área foliar em mudas de *Eucalyptus citriodora* e *Eucalyptus grandis*, em resposta a diferentes teores de água no solo e convivência com *Brachiaria brizantha*. SILVA, W. da S.; SILVA, A.A. da; SEDIYAMA, T.; CARDOSO, A.A. 29
- Colonização e dispersão de adultos de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) em pomares de pessegueiro e macieira. SALLES, L.A. 37
- Sensibilidade de genótipos de aveia (*Avena sativa* L.) na primeira geração após tratamento de sementes. COIMBRA, J.L.M.; CARVALHO, F.I.F. de; COSTA, F.L.C.; SILVA, S.A.; VASCONCELLOS, N.J.S.; LORENCETTI, C.; FAES, A.D.R. 43
- Zoneamento de riscos climáticos para a cultura de trigo no estado do Rio Grande do Sul. CUNHA, G.R. da; HAAS, J.C.; ASSAD, E.D. 55
- Interferência de plantas de arroz dessecadas por herbicidas não-seletivos sobre a cultura de arroz irrigado: II. Rendimento de grãos e outras características agrônômicas. NEVES, R.; FLECK, N.G.; MENEZES, V.G. 63
- Eficiência de métodos de controle químico de *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima, 1936) (Coleoptera: Curculionidae) na cultura do arroz irrigado. BOTTON, M.; CARBONARI, J.J.; MARTINS, J.F. da S. 71
- Rendimento de matéria seca e composição química de genótipos de *Desmodium* em Rondônia. COSTA, N. de L.; OLIVEIRA, J.R. da C. 77
- Variabilidade espacial de fatores de acidez do solo, em diferentes sistemas de manejo. SOUZA, L. da S.; COGO, N.P.; VIEIRA, S.R. 83
- Classificação dos experimentos de competição de cultivares quanto a sua precisão. LÚCIO, A.D.C.; STORCK, L.; BANZATTO, D.A. 99
- Alterações físicas e hídricas de um podzólico em função do sistema de preparo. ROJAS, C. A.L.; VAN LIER, Q. de J. 105
- A pesquisa com soja, a seleção de rizóbio e a produção de inoculantes no Brasil. FREIRE, J.R.J.; VERNETTI, F. de J. 117

SEÇÃO: VETERINÁRIA

- Fatores de risco no aparecimento de diarreias pós desmame em granjas suíncolas do Sudoeste do Paraná. BRITO, B.G. de; MORES, N.; AMARAL, A.L. do; TAGLIARI, K.C. 127
- Efeitos das técnicas de desmame precoce e desmame interrompido, sobre a reprodução de vacas e o desenvolvimento de terneiros de corte. GOTTSCHALL, C.S.; PETRY, R.E. 133
- Leucose Enzoótica Bovina em vacas produtoras de leite importadas do Uruguai pelo Rio Grande do Sul. VAN DER LAAN, C.W.; VIDOR, T.; BRAGA, F.M.; HALFEN, D.; HÜBNER, S. de O. 139

SEÇÃO: ZOOTECNIA

- Substituição do grão de milho por casca do grão de soja no desempenho de novilhas confinadas. FISCHER, V.; MÜHLBACH, P.R.F. 143

PESQUISA AGROPECUÁRIA GAÚCHA

ISSN 0104 - 9070

Volume 5

Number 1

1999

CONTENTS

SECTION: AGRONOMY

- Effect of soil flood duration on nutrient uptake, water use and growth of soybean plant. BARNI, N.A. 7
- Chemical control of citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856. MORAES, L.A.H.de; SOUZA, E.L. de S.; BECKER, R.F.P.; BRAUN, J. 19
- Yield and quality of 'Valencia' orange fruits as affected by foliar application of magnesium, manganese, zinc, and boron. PELISER, O.; KOLLER, O.C.; MANFROI, V. 23
- Biomass and leaf area of *Eucalyptus citriodora* and *Eucalyptus grandis* seedlings as affected by water content in soil and association with *Brachiaria brizantha*. SILVA, W. da S.; SILVA, A.A. da; SEDIYAMA, T.; CARDOSO, A.A. 29
- Colonization and dispersal of *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera:Tephritidae) adults in peach and in apple orchards. SALLES, L.A. 37
- Oat genotypes (*Avena sativa* L.) sensibility in the first generation after seed treatment with mutagenic agents. COIMBRA, J.L.M.; CARVALHO, F.I.F. de; COSTA, F.L.C.; SILVA, S.A.; VASCONCELLOS, N.J.S.; LORENCETTI, C.; FAES, A.D.R. 43
- Zoning of climatic risks for wheat in Rio Grande do Sul, Southern Brazil. CUNHA, G. R. da; HAAS, J.C.; ASSAD, E.D. 55
- Effect of red rice, desiccated by non-selective herbicides, on irrigated rice: II. Grain yield and other agronomic characteristics. NEVES, R.; FLECK, N.G.; MENEZES, V.G. . 63
- Efficiency of insecticide application methods on the control of *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima, Lima, 1936) (Coleoptera: Curculionidae), on irrigated rice. BOTTON, M.; CARBONARI, J.J.; MARTINS, J. F. da S. 71
- Dry matter yield and chemical composition of *Desmodium* genotypes in Rondonia. COSTA, N. de L.; OLIVEIRA, J.R. da C. 77
- Spatial variability of soil acidity factors on different management systems. SOUZA, L. da S.; COGO, N.P.; VIEIRA, S.R. 83
- Quality control of cultivar competition experiments through the analysis of the statistics employed. LÚCIO, A.D.C.; STORCK, L.; BANZATTO, D.A. 99
- Physical and water content changes in a red-yellow podzolic soil induced by tillage. ROJAS, C.A.L.; VAN LIER, Q. de J. 105
- The research on soybeans, selection of rhizobia and production of inoculants in Brazil. FREIRE, J.R.J.; VERNETTI, F. de J. 117

SECTION: VETERINARY

- Risk factors affecting the occurrence of preweaning diarrhea in pig farms of southwest Parana. BRITO, B.G. de; MORES, N.; AMARAL, A.L. do; TAGLIARI, K.C. 127
- Effects of early weaning and temporary calf removal on beef cow reproduction and calf growth. GOTTSCHALL, C.S.; PETRY, R.E. 133
- Enzootic bovine leukosis in dairy cattle imported from Uruguay. VAN DER LAAN, C.W.; VIDOR, T.; BRAGA, F.M.; HALFEN, D.; HÜBNER, S. de O. 139

SECTION: ANIMAL SCIENCE

- Replacement of ground corn grain by soybean hulls on the performance of confined beef cattle heifers. FISCHER, V.; MÜHLBACH, P.R.F. 143

SEÇÃO: AGRONOMIA

EFEITO DO PERÍODO DE INUNDAÇÃO DO SOLO NA ABSORÇÃO DE NUTRIENTES, USO DA ÁGUA E CRESCIMENTO DA PLANTA DE SOJA¹

NÍDIO ANTONIO BARNI²

RESUMO – Este estudo, realizado em casa de vegetação, avaliou o efeito do período de inundação do solo (série Guafba - Ultisol) sobre o uso da água, absorção de nutrientes e crescimento da planta de soja. Períodos de inundação de 5, 10, 20 e 26 dias de duração, impostos quando a planta apresentava três folhas trifolioladas desenroladas, comparados com a condição hídrica de capacidade de campo, constituíram os tratamentos. O tratamento de 26 dias de inundação encerrou, quando surgiu a primeira flor na planta de soja. O consumo de água por grama de massa seca produzida elevou-se, progressivamente, com a duração da inundação, reduzindo a eficiência da planta em relação a este fator. A absorção de água por planta diminuiu com a inundação. A inundação reduziu a estatura e o peso de massa seca da planta, mas aumentou a quantidade de raízes pela emissão de raízes adventícias, como reação ao ambiente com baixa disponibilidade de oxigênio. Os teores de P, K, Ca, Mg e Mn no tecido da planta diminuiram com a duração da inundação, enquanto foi detectado um teor elevado de Fe, com a inundação imposta até o início da floração.

Palavras-chave: *Glycine max*, nutrição mineral.

EFFECT OF SOIL FLOOD DURATION ON NUTRIENT UPTAKE, WATER USAGE, AND GROWTH OF SOYBEAN PLANT

ABSTRACT – A study was conducted in greenhouse to evaluate the effect of different flooding periods on water utilization, nutrient uptake, and growth of the soybean plant in a soil of Guaiba series (Ultisol). The treatments consisted in flooding for 5, 10, 20, and 26 days, started when the plants presented three developed trifoliolate leaves, and compared to the soil water content at the field capacity. The treatment of flooding for 26 days ended when the plants showed the first flower. Soybean water consumption per unit of dry matter weight increased with the flooding duration, reducing the efficiency of water usage by the plants. Flooding reduced the water intake, dry matter weight, and plant height as well. The amount of roots increased due to the secondary root development, a reaction to low oxygen availability in the flooding condition. The P, K, Ca, Mg, and Mn content in the plant tissue decreased with the flood duration, whereas high Fe content was detected as a result of flood until the beginning of flowering.

Key words: *Glycine max* (L.) Merrill, mineral nutrition.

INTRODUÇÃO

A fronteira agrícola gaúcha pode ser expandida com a utilização de três milhões de hectares de solos hidromórficos apropriados ao cultivo do arroz irrigado (KLANT, 1986). A ocupação dessa expressiva área poderá ocorrer com espécies, como a soja, compondo um sistema diversificado de rotação cultural com o arroz, pastagens e outras criações e culturas. O uso da irrigação garantiria estabilidade e segurança ao sistema.

Entretanto, os solos de várzea apresentam características físicas que determinam índices deficientes de difusão de oxigênio ao sistema radicular de espécies vegetais mesófitas. A baixa difusão de oxigênio, de uma maneira geral, ocasiona uma série de alterações na fisiologia da planta no que se refere ao uso da água e nutrientes (CARLESSO, 1995; GRABLE, 1966; GRAVEN, 1965; HOVELAND e DONNELLY, 1966; KRAMER, 1969; SLATYER, 1970; SALLAM e SCOTT, 1987; SCOTT, 1989; STANLEY, 1980). A falta de

1. Trabalho apresentado na XXI Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul, Santa Rosa, RS, 1993.

2. Eng. Agr., Dr. – Equipe de Agrometeorologia, Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária - FEPAGRO. Rua Gonçalves Dias 570, 90130-060 Porto Alegre, RS.

Recebido para publicação em 21/02/1997.

oxigênio ao sistema radicular determina redução do crescimento e morte de raízes e da parte aérea da planta (KRAMER, 1969), formação de substâncias tóxicas no solo devido ao ambiente de redução e a produção de substâncias incompletamente oxidadas da fermentação e respiração anaeróbia (CRUCIANI, 1980; DAVIES, 1980; CRAWFORD, 1982; CÔRTE FILHO, 1984; JAKSON, 1985; SALLAM e SCOTT, 1987; EVANS, et al. 1990; PERATA e ALPI, 1993; CARLESSO, 1995; SCHOFFEL, 1997; THYNN e WERNER, 1990; VANTOAI, 1994).

Todos estes fenômenos são relatados na literatura. Entretanto, são mínimas as informações existentes relacionadas com a dimensão desses efeitos para espécies mesófitas nas condições do estado do Rio Grande do Sul, especialmente com a cultura da soja. Neste contexto, esta investigação científica procurou dimensionar o uso da água, a absorção de nutrientes e o crescimento da planta de soja, quando submetida a períodos de inundação do solo, situação de ocorrência freqüente nos cultivos em solos hidromórficos, que constituem as terras de arroz irrigado no Rio Grande do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em vasos plásticos com capacidade volumétrica para 6 litros. Utilizou-se solo da série Guaíba (Ultisol), descrito por MELLO et al. (1966). O solo foi secado e peneirado à sombra, determinando-se a quantidade de água correspondente à sua capacidade de campo. O solo, em capacidade de campo, apresentou 24,7% de umidade gravimétrica.

Cada vaso recebeu 4210 g de solo seco, mais 1040 g de água, correspondendo à quantidade relativa à capacidade de campo. A adubação do solo consistiu em 842 mg de P_2O_5 e 505 mg de K_2O por vaso. O nitrogênio foi aplicado na forma amoniacal, em cobertura, na base de 9,45 mg por vaso, aos oito dias após a emergência das plantas de soja, diluído na água de irrigação.

A semeadura foi realizada em 06/10/1990, utilizando-se a cultivar de soja Planalto do grupo de maturação precoce. Após a semeadura, os vasos foram vedados com plástico transparente durante um período de 28 horas, para evitar o ressecamento da camada superficial do solo e assegurar boa umidade para a germinação. A emergência das plantas ocorreu em 10/10/1990. As plantas foram mantidas livres de pragas e doenças através de tratamentos com fungicidas e inseticidas recomendados. Em 19/10/1990 realizou-se o desbaste, deixando-se quatro plantas por vaso. Nesta data, iniciaram-se os registros diários de consumo de água

pela planta de soja. Para isso, todos os vasos eram pesados diariamente e acrescentada a quantidade de água necessária para atingir o peso preestabelecido de 5250 g. Até esta data, o consumo médio de água por vaso foi de 600 ml.

Os tratamentos de inundação (lâmina de água de 3 cm de espessura, cobrindo a superfície do solo no interior de cada vaso) iniciaram, quando as plantas estavam emitindo a terceira folha trifoliolada (estádio V4, da escala de FHER e CAVINESS, 1977). Isto ocorreu em 27/10/1990. Nesta data, todos os vasos foram vedados com plástico transparente. Com isso, a água consumida por vaso passou a ser via planta, ou seja, via transpiração. Até então, a água consumida por vaso era por evapotranspiração. Os vasos que receberam inundação passaram a pesar 7300 g, enquanto que os demais permaneceram com 5250 g. A partir desta data, foram aplicados os seguintes tratamentos:

I. 5 – inundação por 5 dias – colheita logo após (01/11/90);

I.10 – inundação por 10 dias – colheita logo após (06/11/90);

I.20 – inundação por 20 dias – colheita logo após (16/11/90);

I.26 – inundação por 26 dias – (até o início da floração, estágio R1), colheita logo após (22/11/90);

CC. 5 – capacidade de campo mantida até a colheita, realizada na mesma data do tratamento I.5 (01/11/90);

CC.10 – capacidade de campo mantida até a colheita, realizada na mesma data do tratamento I.10 (06/11/90);

CC.20 – capacidade de campo mantida até a colheita, realizada na mesma data do tratamento I.20 (16/11/90);

CC.26 – capacidade de campo mantida até a colheita, realizada no início da floração (22/11/1990);

I. 5-F – inundação por 5 dias, com os vasos drenados após e mantidos em capacidade de campo até a colheita, efetuada no início da floração (R1), em 22/11/1990;

I.10-F – inundação por 10 dias, com os vasos drenados após e mantidos em capacidade de campo até a colheita, efetuada no início da floração (R1), em 22/11/1990;

I.20-F – inundação por 20 dias, com os vasos drenados após e mantidos em capacidade de campo até a colheita, efetuada no início da floração (R1), em 22/11/1990.

Os tratamentos, em três repetições, foram dispostos no delineamento experimental completamente casualizado. Foi realizada a análise da variância com uso do teste DMS para a separação das médias dos tratamentos, ao nível de significância de 1% de probabilidade (Tabela 1).

Na colheita de cada tratamento foram medidas a estatura, a massa verde da parte aérea e das raízes da planta. A parte aérea foi colocada em estufa a 60° C, com ar forçado para

secagem. Após 48 horas, realizou-se a pesagem da massa seca e a determinação do conteúdo de água no tecido de cada tratamento.

TABELA 1 – Sumário da análise da variância e testes estatísticos relativos a alguns parâmetros medidos em soja submetida a quatro períodos de inundação (5, 10, 20 e 26 dias) do solo; capacidade de campo; inundação seguida de capacidade de campo, em casa de vegetação na Faculdade de Agronomia, UFRGS, 1990

Parâmetros	F-teste ^{1/}	Coefficiente de Variação C.V. (%)	Diferença ^{2/} Mínima Significativa
Transpiração/g de massa seca	12,60**	12,4	38,00 ml/g
Evapotranspiração/g de massa seca	20,31**	14,5	212,00 ml/g
Massa verde de raízes/planta	18,10**	20,1	2,40 g/planta
Massa seca aérea/planta	15,40**	12,5	920 mg/planta
Estatura da planta	31,20**	14,5	12,00 cm
Massa verde aérea/planta	21,50**	16,7	3,70 g/planta
Conteúdo de umidade da planta	11,80**	15,3	7,20%
Fósforo no tecido	66,50**	9,2	0,05%
Magnésio no tecido	27,46**	8,0	0,07%
Cálcio no tecido	5,00**	19,5	0,59%
Potássio no tecido	26,40**	11,1	0,22%
Manganês no tecido	12,50**	13,1	60,50 ppm
Ferro no tecido	29,60**	19,6	669,00 ppm

1/Significativo ao nível de 1% de probabilidade (**).

2/Teste DMS.

A massa seca foi moída e retirou-se amostra de 200 mg com a qual foi feita a digestão seca em mufla na temperatura de 550° C durante um período de seis horas. Após, foram adicionados 3 ml de HCl 2 N. Passadas três horas, foram adicionados 40 ml de água destilada. Esta solução foi deixada decantar por um período de quatro horas. Após, foram realizadas as determinações dos teores de P, K, Ca, Mg, Mn e Fe no tecido da parte aérea das plantas de soja de todos os tratamentos, seguindo-se a metodologia descrita por TEDESCO et al. (1985).

O consumo de água, para a produção de 1 g de matéria seca por transpiração, foi determinado subtraindo-se do peso final a matéria seca de cada planta no início da inundação, o que correspondeu, em média, a 100 mg por planta ou 0,4 g de matéria seca por vaso, uma vez que cada vaso continha quatro plantas. Nos tratamentos de inundação, seguidos de drenagem à capacidade de campo até o início da floração, foi determinado o espaço aéreo do solo a partir do qual a planta recobrava seu desenvolvimento, seguindo a metodologia de LIBARDI (1984), $m = ms + mag + mar$, onde m é a massa total, ms a massa de solo, mag a massa de água e mar a massa de ar do solo. Simplificando, pode-se considerar que $m = ms + mag$, desprezando-se a massa de ar para fins práticos. Através

de pesagens diárias de cada termo componente da equação, da quantidade de água drenada após 5, 10 e 20 dias de inundação, e da quantidade de matéria seca acrescida em cada tratamento, foi possível determinar, com algum grau de aproximação, o espaço aéreo mínimo acima do qual a planta de soja recobra o crescimento e o desenvolvimento, após ter sido submetida à inundação do solo durante o subperíodo vegetativo.

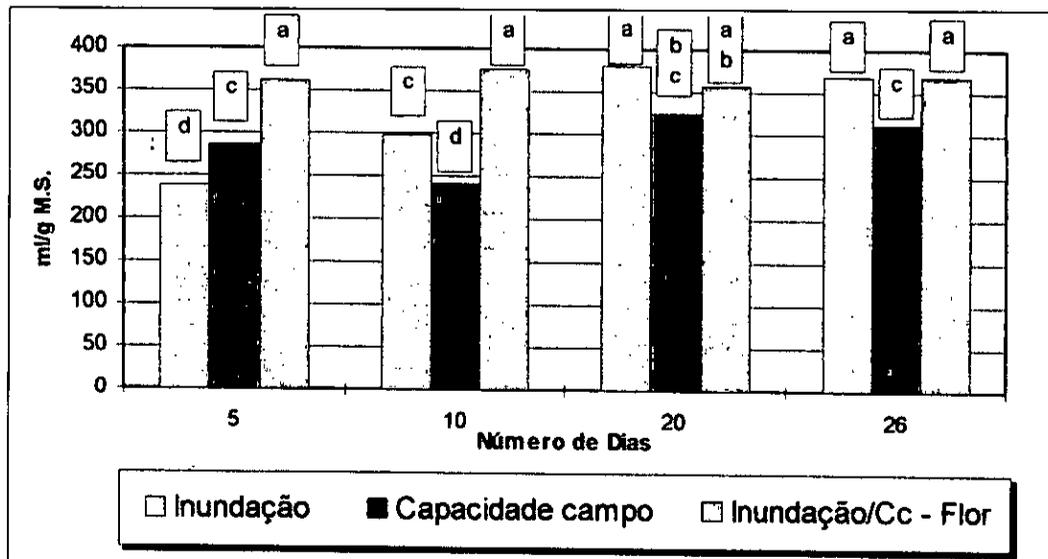
RESULTADOS E DISCUSSÃO

O consumo de água por grama de massa seca produzida, via transpiração da planta, variou de 238 ml a 370 ml, como pode ser constatado na Figura 1. A inundação de cinco dias de duração determinou um menor consumo de água pela planta de soja. Entretanto, com dez dias de inundação, o consumo de água passou a ser maior do que aquele verificado com o tratamento mantido em regime hídrico de capacidade de campo, para o mesmo período. Este consumo maior de água foi constante, com a inundação de vinte dias de duração e a inundação até a floração. O mesmo ocorreu com a evapotranspiração. Inicialmente, aos cinco dias de inundação, o consumo de água, por grama de massa seca produzida, foi pequeno, mas com a inundação prolongada, houve maior consumo de água do

que aquele apresentado pelos tratamentos de capacidade de campo de mesma duração (Figura 2). Uma explicação provável desse comportamento pode estar fundamentada no desenvolvimento de raízes adventícias (CRAWFORD, 1982; EVANS, 1990; PERATA e ALPI, 1993; SALLAM e SCOTT, 1987; SCOTT, 1989; STANLEY et al., 1980; VANTOAI et al., 1994) nos tratamentos inundados, que propiciaram às plantas absorverem maiores quantidades de água. A Figura 3 mostra que os tratamentos de inundação do solo (Inundação) e de inundação do solo, seguidos da condição de capacidade de campo até o início da floração (Inundação/Cc-Flor), estimularam o surgimento de raízes, quando comparados ao tratamento de capacidade de campo de mesma duração. Entretanto, a inundação até o início da floração (26 dias de duração) apresentou quantidade de massa verde de raízes semelhante ao tratamento de capacidade de campo durante todo o período. O tratamento de capacidade de campo, durante todo o período, foi o que também apresentou maior peso de matéria seca aérea (Figura 4). Com os tratamentos de inundação houve aumento da quantidade de raízes em relação à massa seca aérea, uma vez que a deficiên-

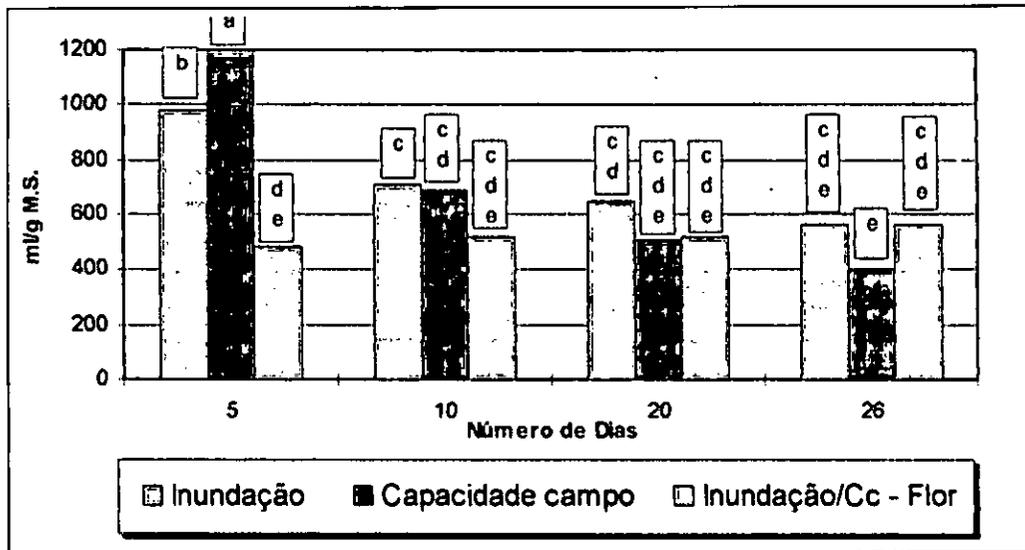
cia de oxigênio provocou redução do crescimento da parte aérea da planta e o concomitante surgimento de raízes adventícias.

A Figura 2 também deixa claro um decréscimo da evapotranspiração, dos cinco dias de inundação até a floração. Ocorre que o consumo de água é referido por grama de massa seca produzida em cada período. Por outro lado, as plantas de todos os tratamentos permaneceram evapotranspirando do momento da semeadura (06/10/1990) até a data do início da inundação (27/10/1990). Neste período de 21 dias, o consumo médio de água por vaso esteve ao redor de 1100 g, ou seja, cerca de 13,1 ml/planta/dia, uma vez que cada vaso apresentava quatro plantas. Após o início dos tratamentos de inundação, todos os vasos foram vedados e a água consumida passou a ser via transpiração da planta. Por isso, o efeito inicial da evapotranspiração foi sendo diluído com a duração dos tratamentos que aumentaram a produção de massa seca da parte aérea, como pode ser visualizado na Figura 4, corroborando, com isso, a estatura e a massa verde aérea da planta (Figuras 5 e 6).



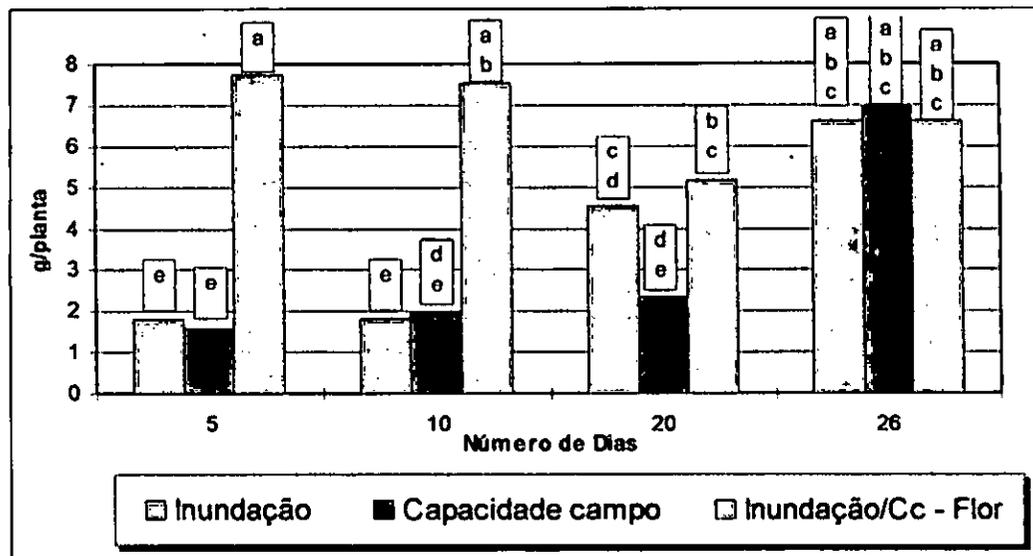
Letras iguais sobre as colunas indicam não haver diferença estatística entre os tratamentos ao nível de 1% de probabilidade (Teste DMS = 212 ml/g)

FIGURA 1 – Quantidade de água transpirada (ml) por grama de massa seca (M.S.) da parte aérea da planta de soja, submetida a quatro períodos de duração de inundação do solo (5, 10, 20 e 26 dias); capacidade de campo; e inundação seguida de capacidade de campo até a floração (Cc-flor.), aplicados a partir do estágio de três folhas trifolioladas completamente desenroladas



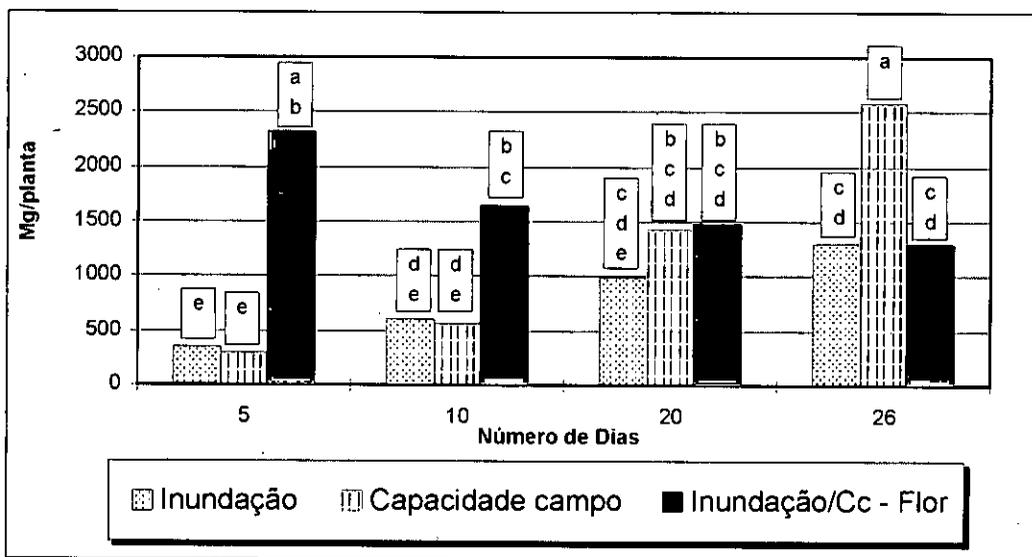
Letras iguais sobre as colunas indicam não haver diferença estatística entre os tratamentos ao nível de 1% de probabilidade (Teste DMS = 212 ml/g)

FIGURA 2 – Quantidade de água evapotranspirada (ml) por grama de massa seca (M.S.) da parte aérea da planta de soja, submetida a quatro períodos de duração de inundação do solo (5, 10, 20 e 26 dias); capacidade de campo; e inundação seguida de capacidade de campo até a floração (Cc-flor.), aplicados a partir do estágio de três folhas trifolioladas completamente desenroladas.



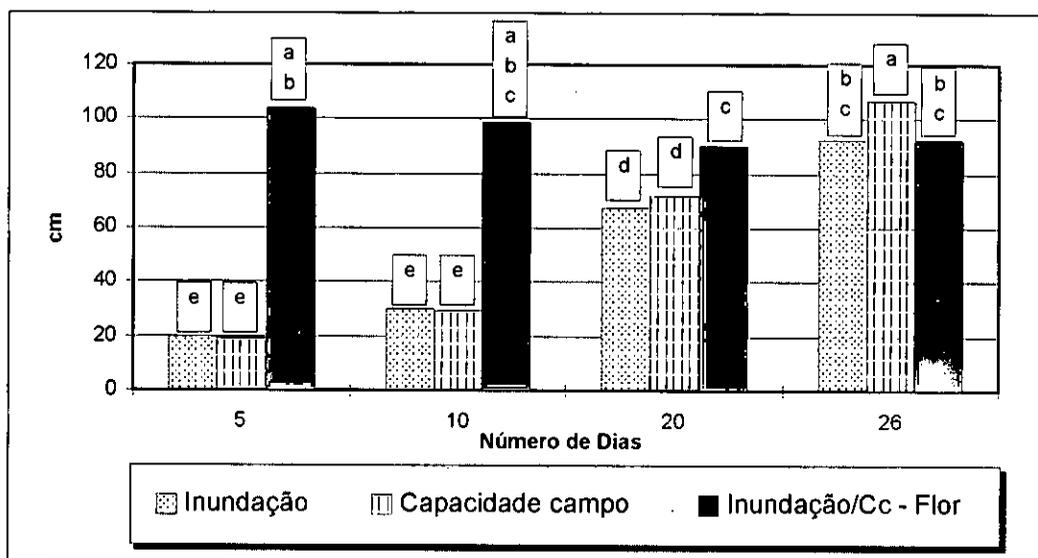
Letras iguais sobre as colunas indicam não haver diferença estatística entre os tratamentos ao nível de 1% de probabilidade (Teste DMS = 2,4 g/planta)

FIGURA 3 – Massa verde de raízes da planta de soja (g), submetida a quatro períodos de duração de inundação do solo (5, 10, 20 e 26 dias); capacidade de campo; e inundação seguida de capacidade de campo até a floração (C-c-flor.), aplicados a partir do estágio de três folhas trifolioladas completamente desenroladas



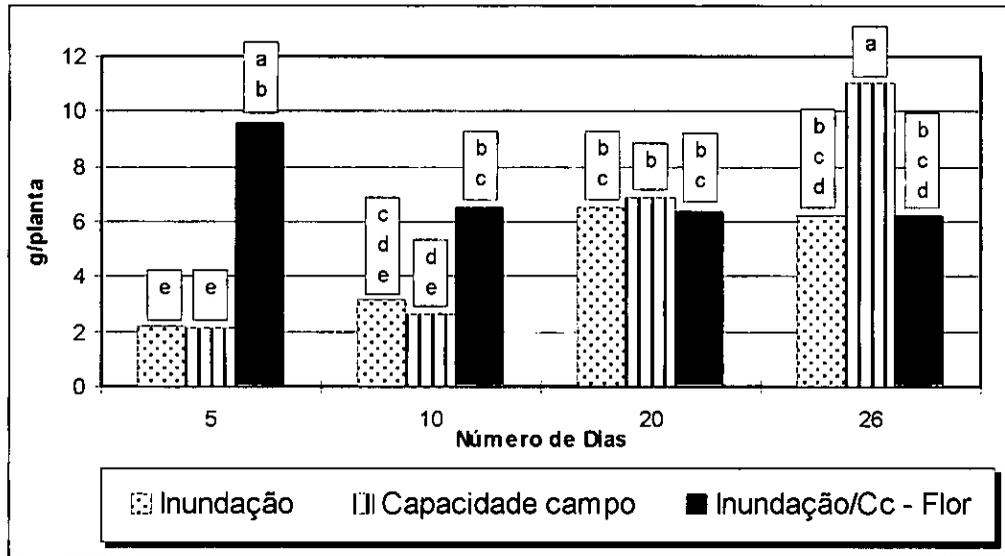
Letras iguais sobre as colunas indicam não haver diferença estatística entre os tratamentos ao nível de 1% de probabilidade (Teste DMS = 920 mg/planta)

FIGURA 4 - Massa seca aérea da planta de soja (mg), submetida a quatro períodos de duração de inundação do solo (5, 10, 20 e 26 dias); capacidade de campo; e inundação seguida de capacidade de campo até a floração (C-c-flor.), aplicados a partir do estágio de três folhas trifolioladas completamente desenroladas



Letras iguais sobre as colunas indicam não haver diferença estatística entre os tratamentos ao nível de 1% de probabilidade (Teste DMS = 12 cm)

FIGURA 5 - Estatura da planta de soja (cm), submetida a quatro períodos de duração de inundação do solo (5, 10, 20 e 26 dias); capacidade de campo; e inundação seguida de capacidade de campo até a floração (C-c-flor.), aplicados a partir do estágio de três folhas trifolioladas completamente desenroladas



Letras iguais sobre as colunas indicam não haver diferença estatística entre os tratamentos ao nível de 1% de probabilidade (Teste DMS = 3,7 g/planta)

FIGURA 6 – Massa verde aérea da planta de soja (g), submetida a quatro períodos de duração de inundação do solo (5, 10, 20 e 26 dias); capacidade de campo; e inundação seguida de capacidade de campo até a floração (Cc-flor.), aplicados a partir do estágio de três folhas trifolioladas completamente desenroladas

A literatura registra que a deficiência de oxigênio na zona radicular inibe a absorção de água pelas raízes das plantas. Segundo SLATYER (1970), os efeitos de uma aeração deficiente estão freqüentemente ligados à temperatura (CRUCIANI, 1980). Neste sentido, KRAMER (1969) afirma que existem diversas razões que determinam a redução na absorção de água, com baixas temperaturas do solo. As mais importantes são: redução no índice de crescimento das raízes, aumento da viscosidade da água, que é duas vezes maior com temperatura próxima a 0° C do que a 25° C, aumento da resistência ao movimento da água para o interior das raízes, pela diminuição da permeabilidade das membranas celulares e pelo aumento da viscosidade, e decréscimo na atividade metabólica das células radiculares (CRAWFORD, 1982; PERATA e ALPI, 1993). KRAMER (1969) acrescenta que a redução na atividade metabólica determina decréscimo na absorção de água e nutrientes. Entretanto, os resultados obtidos mostram elevação do consumo de água por grama de massa seca produzida, com a maior duração da inundação. Deve-se ressaltar que a temperatura medida no interior da casa de vegetação esteve sempre acima dos 25° C, alcançando, em determinados períodos, (primeira quinzena de novembro) valores seguidos de 41° C, apesar do sombrite, colocado sobre a casa de vegetação, para reduzir a radiação solar incidente. Acredita-se que esta temperatura elevada tenha propiciado o surgimento

antecipado de raízes adventícias (JAKSON, 1985; PERATA e ALPI, 1993; SCHOFFEL, 1997), o que contribuiu para a elevação do uso da água por grama de massa seca produzida. Contudo, a massa seca por planta, no início da floração, no tratamento mantido em regime hídrico sempre próximo à capacidade de campo, foi cerca de duas vezes àquela observada com o tratamento de inundação correspondente, ou seja, inundação de 26 dias (Figura 4). Portanto, os tratamentos que receberam inundação apresentaram menor eficiência no uso da água. O conteúdo de água das plantas inundadas, em cada colheita, sempre foi maior do que aquele evidenciado pelas plantas mantidas próximo à capacidade de campo (Figura 7), com exceção da inundação de cinco dias de duração. Com este tratamento a massa seca, por planta, foi cerca de 60 mg maior do que o tratamento de capacidade de campo de mesma duração. A inundação de curta duração parece ter estimulado o metabolismo da planta.

Ficou evidente que o uso da água, por grama de massa seca produzida, elevou-se com a duração dos tratamentos de inundação, reduzindo a eficiência. Isto, visto de outra forma, significa que a absorção de água por planta de soja diminuiu com a duração da inundação, em relação àquela absorvida pelas plantas mantidas no regime hídrico de capacidade de campo. Da mesma forma, a estatura da planta reduziu em cerca de 10% com a inundação até o início da floração, comparativamente

com o tratamento de capacidade de campo (SACCOL, 1986; SALLAM e SCOTT, 1987, SCOTT et al., 1989).

As plantas de soja, submetidas aos tratamentos de inundação de 10 e 20 dias de duração, seguida de capacidade de campo até a floração, mostraram recobrar o crescimento e o desenvolvimento, quando o espaço aéreo do solo atingiu valores superiores a 5%. Este fato destaca que o aparecimento de raízes adventícias e tecido aerenquimático constitui-se numa forma de sobrevivência da planta a uma condição extrema de deficiência de oxigênio, mas não lhe permite crescer e desenvolver-se normalmente. Com espaço aéreo inferior a 5% ocorre a sobrevivência da planta, mas com crescimento e desenvolvimento precários. WESSELING e WIJC (1957) citam que o espaço aéreo crítico para espécies mesófitas é de 10%, acima do qual o comportamento da planta passa a ser normal no que diz respeito à difusão de oxigênio no interior do solo, junto ao sistema radicular. Para o trigo, foi relatado por RIGHES (1984), que a partir de um espaço aéreo de 5,9% havia uma produção de 5,6 grãos/planta, atingindo 127 grãos/planta com um espaço aéreo ao redor de 28%.

Na Figura 8 estão representados os teores de fósforo e magnésio no tecido da parte aérea da planta de soja. Em relação ao Mg, os teores no tecido das plantas submetidas à inundação foram sempre menores do que aqueles observados com o tratamento de capacidade de campo, ocorrendo uma diminuição em ambos os níveis de umidade com a aproximação do subperíodo da floração. Para o fósforo houve maiores teores com a inundação de cinco dias, reduzindo-se aos dez e vinte dias em relação ao tratamento de capacidade de campo. Contudo, os valores apresentados estão dentro da faixa admitida como normal para a soja, conforme MOURER et al. (1981).

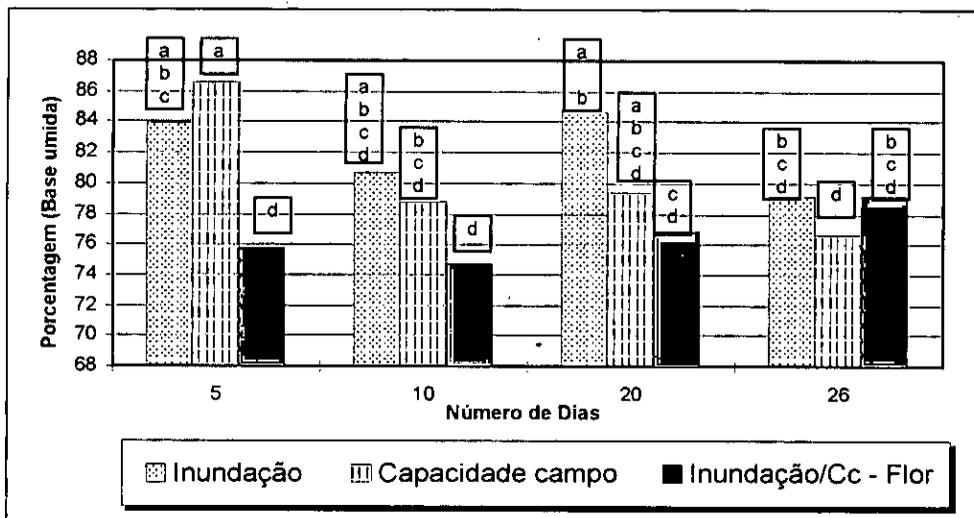
O cálcio e o potássio também seguiram o mesmo comportamento do magnésio (Figura 9), concordando com resultados de LAWTON (1945), isto é, menores teores no tecido com a inundação, e redução com a aproximação do subperíodo da floração, estando na faixa da normalidade.

Com relação ao manganês, a literatura reporta que este micronutriente pode ser tóxico às plantas em ambiente de baixa difusão de oxigênio (HOVELAND e DONNELLY, 1966; GRAVEN 1965), uma vez que a inundação do solo pode aumentar a disponibilidade de Fe, Na, Mn, S, Cu, Ni, Zn, Pb, V e Co (GRABLE, 1966). Nos resultados obtidos neste trabalho ficou evidente que a disponibilidade de Mn no solo era baixa e não resultou em toxidez para as plantas, tendo em vista que os tratamentos inundados apresentaram teores sempre menores do que seus correspondentes mantidos próximos à capacidade de campo (Figura 10).

Com relação ao ferro a inundação apresentou um efeito marcante. Os teores deste micronutriente permaneceram abaixo dos 250 ppm nos tratamentos em capacidade de campo. Entretanto, nos tratamentos de inundação do solo, o teor de Fe no tecido foi aumentando com a duração da inundação, atingindo cerca de 3032 ppm com a inundação de 26 dias, que chegou até o início da floração (Figura 11). Este teor elevado determinou amarelecimento, clorose e morte de folhas novas e redução no crescimento da planta, confirmando respostas obtidas por outros autores com diversas espécies vegetais (GRABLE, 1966; VAN T WOUDT e HAGAN, 1957; GRAVEN, 1965).

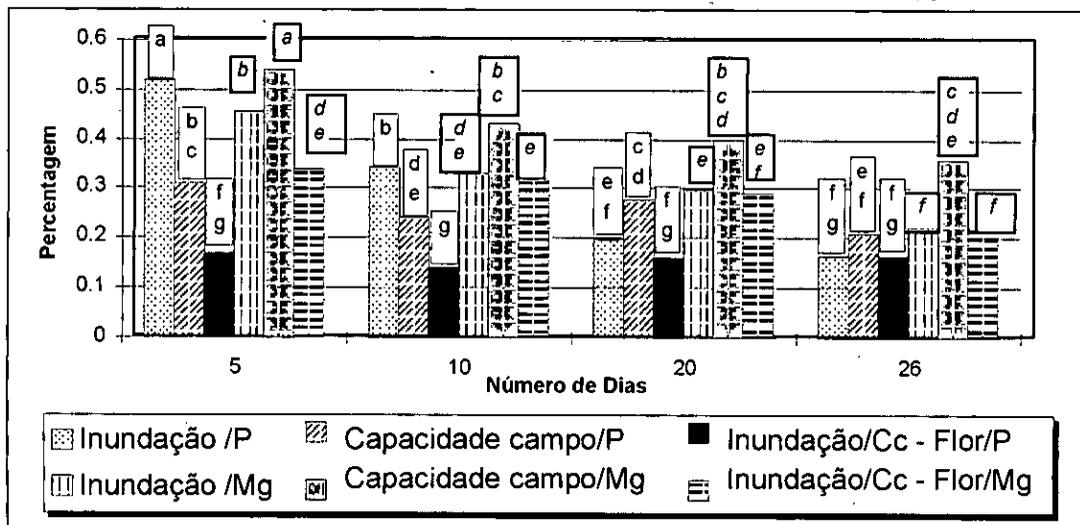
Ainda no que se refere ao Mn e Fe, VAN T WOUDT e HAGAN (1957) reportam que concentrações tóxicas dos íons ferrosos e de enxofre podem desenvolver-se alguns dias após o início da inundação do solo, enquanto que as concentrações de íons de manganês levam mais tempo a aparecer. Isto também pode explicar os teores de Mn e Fe encontrados no tecido da parte aérea das plantas inundadas deste trabalho.

Outra observação importante constatada, com a inundação prolongada até a floração, foi o murchamento de folhas, sugerindo a presença de produtos tóxicos para a planta, como é o caso de etanol. Segundo JACKSON (1956), o murchamento da parte aérea pode ser causado não somente pela obstrução mecânica do xilema, mas também pelas substâncias tóxicas que destroem a permeabilidade diferencial das células das folhas (JAKSON, 1982).



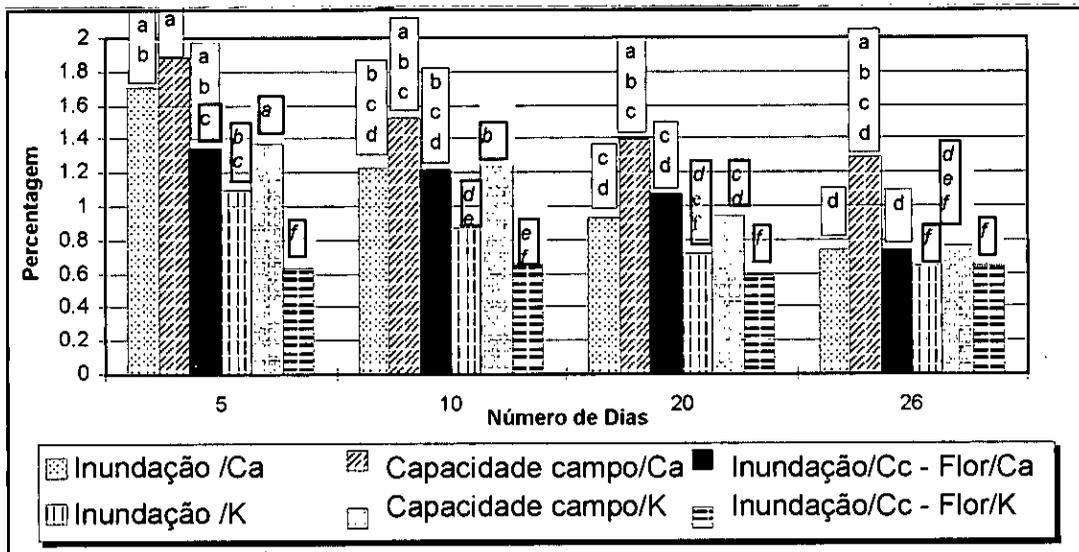
Letras iguais sobre as colunas indicam não haver diferença estatística entre os tratamentos ao nível de 1% de probabilidade (Teste DMS = 7,2%)

FIGURA 7 – Conteúdo de umidade da parte aérea da planta de soja (%), submetida a quatro períodos de duração de inundação do solo (5, 10, 20 e 26 dias); capacidade de campo; e inundação seguida de capacidade de campo até a floração (C-c-flor.), aplicados a partir do estágio de três folhas trifolioladas completamente desenroladas



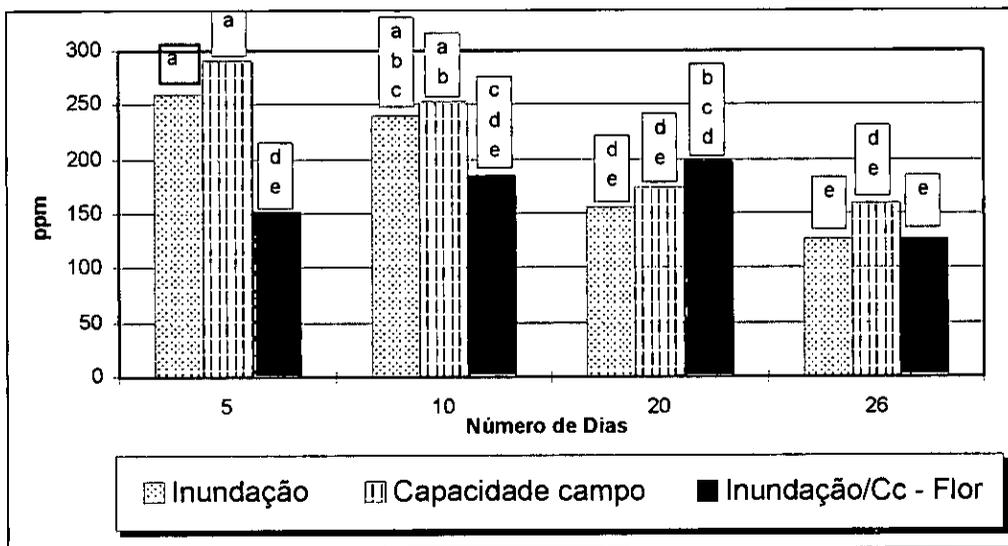
Letras iguais sobre as colunas indicam não haver diferença estatística entre os tratamentos ao nível de 1% de probabilidade (Teste DMS = 0,05% para P; DMS = 0,07% para Mg)

FIGURA 8 – Teores de fósforo e magnésio no tecido foliar da planta de soja (%), submetida a quatro períodos de duração de inundação do solo (5, 10, 20 e 26 dias); capacidade de campo; e inundação seguida de capacidade de campo até a floração (C-c-flor.), aplicados a partir do estágio de três folhas trifolioladas completamente desenroladas



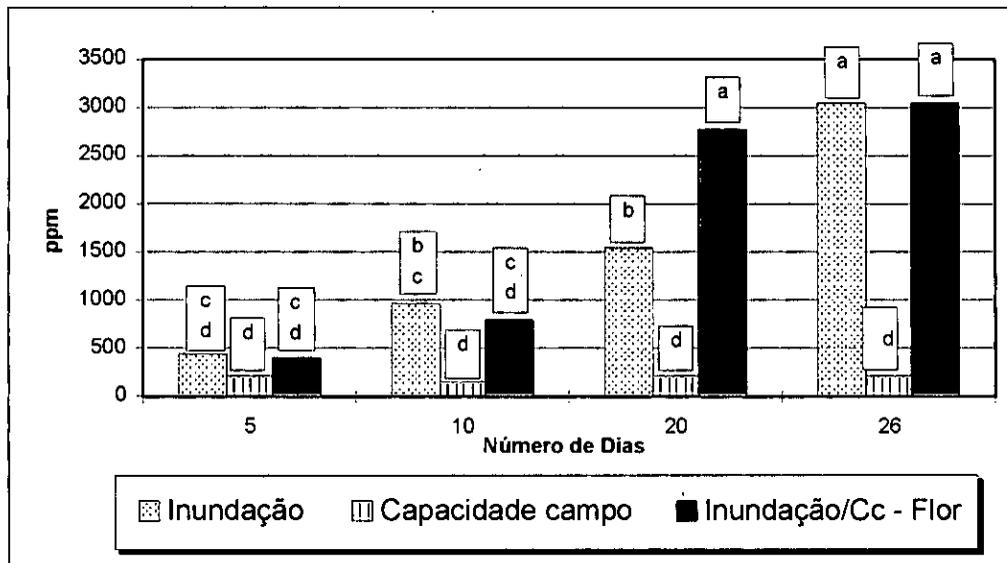
Letras iguais sobre as colunas indicam não haver diferença estatística entre os tratamentos ao nível de 1% de probabilidade (Teste DMS = 0,59% para CA; DMS = 0,22% para K)

FIGURA 9 – Teores de cálcio e potássio no tecido foliar da planta de soja (%), submetida a quatro períodos de duração de inundação do solo (5, 10, 20 e 26 dias); capacidade de campo; e inundação seguida de capacidade de campo até a floração (C-c-flor.), aplicados a partir do estágio de três folhas trifolioladas completamente desenroladas



Letras iguais sobre as colunas indicam não haver diferença estatística entre os tratamentos ao nível de 1% de probabilidade (Teste DMS = 60,5 ppm)

FIGURA 10– Teores de manganês no tecido foliar da planta de soja (ppm), submetida a quatro períodos de duração de inundação do solo (5, 10, 20 e 26 dias); capacidade de campo; e inundação seguida de capacidade de campo até a floração (C-c-flor.), aplicados a partir do estágio de três folhas trifolioladas completamente desenroladas



Letras iguais sobre as colunas indicam não haver diferença estatística entre os tratamentos ao nível de 1% de probabilidade (Teste DMS = 669 ppm)

FIGURA 11 – Teores de ferro no tecido foliar da planta de soja (ppm), submetida a quatro períodos de duração de inundação do solo (5, 10, 20 e 26 dias); capacidade de campo; e inundação seguida de capacidade de campo até a floração (C-c-flor.), aplicados a partir do estágio de três folhas trifolioladas completamente desenroladas

CONCLUSÕES

A inundação do solo aumenta o uso da água por grama de massa seca produzida, diminuindo a eficiência da planta em relação ao fator água.

A inundação do solo reduz a absorção de água por planta, reduzindo a massa seca e a estatura da planta.

O excesso de água no solo determina o surgimento de raízes adventícias e tecido aerenquimático, como forma de a planta tolerar o ambiente adverso sem perecer.

A inundação do solo por período igual ou superior a 10 dias – que reduz o espaço aéreo do solo abaixo de 5% – determina redução da absorção de P, K, Ca, Mg e Mn, embora os teores destes nutrientes permaneçam dentro dos limites da faixa de normalidade para a soja.

Os sintomas de toxidez (amarelecimento foliar, clorose e morte de folhas novas), apresentados na folhagem da soja, foram causados pelo excesso de Fe no tecido da parte aérea da planta, determinado pela duração dos tratamentos de inundação do solo.

A soja desenvolve mecanismos de tolerância aos efeitos da deficiência de oxigênio à zona radicular, mas exige condições mínimas de drenagem do solo (espaço aéreo do solo superior a 5%) para o crescimento e desenvolvimento ocorrer com normalidade.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- CARLESSO, R. *Drenagem e aeração do solo*. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1995. 61p.
- CÔRTE FILHO, P. P. *Efeito de profundidades do nível freático em várzeas arrozeiras nos componentes da produção da soja*. Santa Maria: UFSM, 1984. 60 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, 1984.
- CRAWFORD, R. M. M. Physiological response of flooding plants, injuries, survival mechanism. *Plant Physiology New Ser*, Berlim, v.12, p.453-477, 1982.
- CRUCIANI, D. E. *A drenagem na agricultura*. São Paulo: Nobel, 1980. 333p.
- DAVIES, D. D. Anaerobic metabolism and the production of organic acids. *The Biochemistry of Plants*, New York, v.2, p.581-611, 1980.
- EVANS, R. O. et al. Normalized crop susceptibility factors for corn and soybean to excess water stress. *American Society of Agricultural Engineers*, Saint Joseph, v.33, n.4, p.1153-1161, 1990.
- FHER, W. R.; CAVINESS, C. E. *Stages of soybean development*. Ames: Iowa State University, 1977. 11p.
- GRABLE, A.R. Soil aeration and plant growth. *Advance in Agronomy*, New York, v.18, p.57-106, 1966.
- GRAVEN, E.H. Effect of limig and flooding on manganese toxicity in alfafa. *Soil Science American Proceedings*, Madison, v.29, n.6, p.702-706, 1965.
- HOVELAND, C.S. ; DONNELLY, E.D. Response of *Vicia* genotypes to flooding. *Agronomy Journal*, Madison, v.58, n.3, p.342-345, 1966.
- JACKSON, W.T. The relative importance of factors causing injury to shoots of flooded tomato plants. *American Journal of Botany*, Baltimore, v.43, n.9, p.637-639, 1956.
- JAKSON, M. B. An examination of the importance of ethanol in causing injury to flooded plants. *Plant Cell Enviroment*, v.5, p.163-172, 1982.
- JAKSON, M. B. Ethylene and responses of plants to soil waterlogging and submergence. *Plant Physiology*, Palo Alto, v.36, p.145-174, 1985.

- KLANT, E. Solos de várzea do Rio Grande do Sul: características, distribuição e limitações de uso. In: SIMPÓSIO SOBRE ALTERNATIVAS AO SISTEMA TRADICIONAL DE UTILIZAÇÃO DAS VÁRZEAS DO RIO GRANDE DO SUL, 1., 1984, Porto Alegre. *Anais.* . . Porto Alegre: Pró-varzeas Nacional - Ministério da Agricultura, 1986. p 111-118.
- KRAMER, J.P. **Plant and soil water relationships: a modern synthesis.** New York: Mc Graw-Hill, 1969. 482p.
- LAWTON, K. The influence of soil aeration on the growth and absorption of nutrients by corn plants. *Soil Science American Proceedings*, Madison, v.10, p.263-268, 1945.
- LIBARDI, P.L. **Dinâmica da água no sistema solo-planta-atmosfera.** São Paulo: CENA/USP, 1984. 232P.
- MELLO, O.; LEMOS, R.C.; ABRÃO, P.U.R.; AZOLIN, M.A.D.; SANTOS, M.C.L.; CARVALHO, A.P. Levantamento em série dos solos do Centro Agronômico. **Revista da Faculdade de Agronomia e Veterinária da UFRGS**, Porto Alegre, v.8, n.1/4, p.7-155, 1966.
- MOURER, E.J.; WANG, G.M.; WANG, S.R. Função dos nutrientes e sintomas de deficiência. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C. (Eds.), **A soja no Brasil:** São Paulo, 1981. p. 156-167.
- PERATA, P.; ALPI, A. Plant responses to anaerobiosis. **Plant Science**, Baltimore, v.93, p.1-17, 1993.
- RIGHES, A. A. Irrigação e drenagem em várzeas. In: SIMPÓSIO SOBRE ALTERNATIVAS AO SISTEMA TRADICIONAL DA UTILIZAÇÃO DE VÁRZEAS DO RS, 1., 1984, Porto Alegre. *Anais.* . . Porto Alegre: Pró-varzeas Nacional - Ministério da Agricultura, 1986. p.129-151.
- SACCOL, A. V. Experiências com o cultivo da soja na unidade de solo Vacacaf em Santa Maria, RS. In: SIMPÓSIO SOBRE ALTERNATIVAS AO SISTEMA TRADICIONAL DA UTILIZAÇÃO DE VÁRZEAS DO RS (1984), 1., 1984, Porto Alegre. *Anais.* . . Porto Alegre: Pró-varzeas Nacional - Ministério da Agricultura, 1986. P. 187-201.
- SALLAM, A.; SCOTT, H. D. Effects of prolonged flooding on soybeans during early vegetative growth. **Soil Science**, Baltimore, v.144, n.1, p.61-66, 1987.
- SCHOFFEL, E. R. **Comportamento de cultivares de soja em solo hidromórfico, sob condições de excesso hídrico.** Santa Maria: UFSM, 1997. 68 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Fitotecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, 1997.
- SCOTT, H. D. et al. Flood duration effects on soybean growth and yield. **Agronomy Journal**, Madison, v.81, p.631-636, 1989.
- SLATYER, R. D. Factors affecting root permeability. In: **Plant water relationships.** 3. ed., New York: Academic Press, 1970. cap.7, p.204-210.
- STANLEY, C. D. et al. Soybean top and root response to temporary water tables imposed at three different stages of growth. **Agronomy Journal**, Madison, v.72, p.341-346, 1980.
- TEDESCO, M.J.; WOLKWEISS, S.J.; BOHNEN, H. **Análises de solo, plantas e outros materiais.** Porto Alegre: Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia UFRGS, 1985. 188p. (Boletim de Solos, 5)
- THYNN, M.; WERNER, D. A more rapid increase of alcohol dehydrogenase activity in seeding roots of *Vicia faba* L by addition of ethylene compared to anaerobiosis. **Annual Botany**, Baltimore, v.64, p.123-131, 1990.
- VAN'T WOUDT, B.D.; HAGAN, R.M. Crop responses at excessively high soil moisture levels. In: LUTHIN, J.N., **Drainage of agricultural lands.** Madison: McGraw Hill, 1957. v.7, cap.5, p.514-578.
- VANTOAI, T. T. et al. Genetic variability for flooding tolerance in soybeans. **Crop Science**, Madison, v.34, p.1112-1115, 1994.

AGRADECIMENTOS

O autor agradece aos Eng. Agr. Dirceu Klepker e Sérgio Gindri Lopes pela colaboração prestada nos trabalhos de laboratório, envolvendo as determinações dos teores de nutrientes no tecido da planta e sugestões ao trabalho.

CONTROLE QUÍMICO DO MINADOR-DAS-FOLHAS DOS CITROS

Phyllocnistis citrella Stainton, 1856

LUIZ ALBERTO HOSS DE MORAES¹, ELISABETH LISBOA DE SALDANHA SOUZA², RAUL FERNANDO PRZYBYLSKI BECKER², JOSÉ BRAUN³

RESUMO – Com o objetivo de avaliar o controle químico do minador-das-folhas dos citros, foi executado um ensaio em viveiro de citros sobre mudas de laranjeira da cultivar Valência. Os produtos utilizados (i. a.) e dose de produto comercial/100 litros de água, foram: imidaclopride (150 g); *Bacillus thuringiensis* (200 g); lufenuron (75 ml); abamectina + óleo mineral (25 ml + 250 ml); fention (100 ml); testemunha. Os tratamentos *Bacillus thuringiensis*, lufenuron, abamectina + óleo mineral e fention foram pulverizados nas copas; o tratamento imidaclopride foi aplicado utilizando a técnica de molhar o caule da muda e o solo. O delineamento estatístico foi blocos completos ao acaso, com seis tratamentos e quatro repetições. Em cada tratamento foram utilizadas 20 plantas (5/bloco), sendo que, para as avaliações, foram coletadas 10 folhas/planta. As avaliações foram feitas aos 7 e aos 14 dias após a pulverização. Os resultados obtidos indicam que os produtos imidaclopride, lufenuron e abamectina mais óleo mineral foram os mais eficientes; o *Bacillus thuringiensis* foi de eficiência moderada. O produto fention não foi eficiente.

Palavras-chave: minador-das-folhas dos citros, fruta cítrica, imidaclopride, lufenuron, abamectina, óleo mineral, fention, *Bacillus thuringiensis*.

CHEMICAL CONTROL OF CITRUS LEAFMINER

Phyllocnistis citrella Stainton, 1856

ABSTRACT – This research was carried out in a citrus nursery of orange 'Valência' to study the effect of products to control the citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella*. The products (active ingredient) and amounts of commercial product/100 l water, were: imidachloprid (150 g), *Bacillus thuringiensis* (200 g), lufenuron (75 ml), abamectin + mineral oil (25 ml + 250 ml), fention (100 ml), and a check. The statistical design was a randomized block, with six treatments and four replications. Each treatment consisted of 20 plants (five in each block), and 10 leaves per plant were collected. The treatments were evaluated 7 and 14 days after product application. The most efficient products were: imidachloprid, lufenuron and abamectin + mineral oil; *Bacillus thuringiensis* presented moderate control and fention was not efficient.

Key words: citrus leafminer, imidachloprid, lufenuron, abamectin, mineral oil, fention, *Bacillus thuringiensis*.

INTRODUÇÃO

O minador-das-folhas dos citros *Phyllocnistis citrella* Stainton (LEPIDOPTERA, GRACILLARIIDAE) é um inseto praga que, até 1993, era desconhecido em pomares de citros na América. É originário do Sul da Ásia, de onde se disseminou para a África e Austrália. Foi observado, pela primeira vez em território americano, em pomares nas Bahamas e, posteriormente, foi detectado na Flórida (SPONAGEL e DÍAZ, 1994).

O minador-das-folhas é uma praga muito daninha aos citros. Foi identificado por Stainton, no ano de 1856, em material coletado em Calcutá (Índia). É praga de citros e de outras rutáceas, atacando, ainda, plantas ornamentais. Ataca, principalmente, folhas novas e foi observado infestando frutos nos Estados Unidos e em Honduras (GARIJO e GARCIA, 1994; GRAVENA, 1994; LOURENÇÃO e MÜLLER, 1994).

No Brasil, foi constatado no estado de São Paulo, na região de Limeira, em 1996 (BRASIL,

1996). No Rio Grande do Sul foi constatado, oficialmente, no mês de junho de 1996. A partir daí, foi observada grande infestação em pomares e viveiros do Estado (informação pessoal).

Os sintomas e prejuízos são descritos por GARIJO e GARCIA (1994); GRAVENA (1994); LOURENÇÃO e MÜLLER (1994); SPONAGEL e DÍAZ (1994). Os adultos do minador não são prejudiciais, pois se alimentam do néctar de flores e secreções de folhas; o dano é provocado pelos diferentes estágios larvais. É uma praga que causa sérios danos à citricultura, principalmente nos viveiros, devido à abundância de brotações novas das plantas, local preferido pelo inseto para por seus ovos. Eventualmente, também o caule dos brotos são infestados e, com menor frequência, os frutos. É considerado como um dos vetores do cancro cítrico, visto que pústulas da bactéria foram observadas ao longo e em todo o comprimento das galerias feitas por *P. citrella* em folhas. Pesquisas realizadas na Índia comprovaram aumento de 50% de focos de cancro cítrico em pomares atacados

1. Eng. Agr., Dr. – Centro de Pesquisa de Fruticultura, FEPAGRO. Caixa postal 12, 95860-000 Taquari, RS. Fone/Fax: (51) 653 1019.

2. Eng. Agr. – Centro de Pesquisa de Fruticultura, FEPAGRO.

3. Químico – Centro de Pesquisa de Fruticultura, FEPAGRO.

Recebido para publicação em 04/11/1997.

pela praga. Diminui em até 50% a produtividade da planta atacada e reduz o peso dos frutos em até 60%. Em viveiros e em pomares novos este inseto pode destruir completamente a planta.

Segundo GARIJO e GARCIA (1994), ao se alimentar, a lagarta faz galerias em forma de serpentina, nas faces inferior e superior das folhas novas, podendo ocasionar o enrolamento das mesmas. Desta forma, é produzida uma separação entre a epiderme e o parênquima, que é ocupada por ar e excrementos da lagarta. Sobre as galerias, a epiderme assemelha-se à uma película prateada. As lagartas empupam na margem da folha, com enrolamento do tecido foliar protegendo a câmara pupal.

Devido à ação minadora, há deterioração dos brotos, caracterizada por amarelecimento generalizado, enrolamento das folhas, necrose de tecidos internervais, culminando com a queda das folhas, permanecendo só o ramo. Infestações severas podem retardar o crescimento de plantas em viveiros e de plantas recém transplantadas, afetando, indiretamente, a produção (GARIJO e GARCIA, 1994).

O controle químico é difícil, pois as larvas são protegidas nas minas pela cutícula e as pupas estão cobertas por um casulo de seda e pela folha enrolada (SPONAGEL e DÍAZ, 1994). Registram, também, que o inseto ataca as folhas jovens com idade máxima de quatro a seis semanas, razão pela qual devem ser executados tratamentos nas épocas de brotação; aplicações fora destes períodos são ineficientes.

Segundo Peña, citado por SPONAGEL e DÍAZ (1994), na Flórida foram obtidos resultados promissores com os produtos imidaclopride, avermectina, esfenvalerato, azadirachtina e dimetoato.

Coleman (citado por SPONAGEL e DÍAZ, 1994), informa que na Flórida obteve resultados satisfatórios com avermectina mais óleo mineral e fenoxicarbe; imidaclopride, pulverizado diretamente ao tronco em solução a 5%, controlou o inseto por 15 semanas; imidaclopride, diluído em água e aplicado ao solo, na projeção da copa, na dose de 1,2 l/ha, controlou o inseto por 12 semanas. RAE et al. (1996) constataram que a mistura óleo mineral mais abamectina foi eficiente no combate a *P. citrella*.

Em ensaio de controle químico contra o minador-das-folhas dos citros, BOULAHIA et al.

(1996) constataram que o produto imidaclopride reduziu a população deste inseto em 85,38%, uma semana após a pulverização, também verificado por BUSOLI et al. (1997).

Em ensaios de controle químico deste inseto, a mistura de abamectina mais óleo vegetal foi eficiente, segundo BUSOLI et al. (1997), FABIANO et al. (1997) e MORENO et al. (1997).

PRATES et al. (1997a) testaram diversos produtos para o combate de *P. citrella*, concluindo que tebufenozide e abamectina, associados ao óleo vegetal foram os mais eficientes. A eficiência de inseticidas-acaricidas no controle deste inseto foi testada por PRATES et al. (1997b), concluindo que os produtos imida-clopride, abamectina, pyridafention, lufenuron e carbusulfan, todos adicionados de óleo vegetal, controlaram o inseto até 15 dias após a pulverização.

Zhang et al. (citado por SPONAGEL e DÍAZ, 1994) mencionam que na China é utilizado o *Bacillus thuringiensis* pulverizado nas folhas infestadas, com mortalidade superior a 90%, três dias após a pulverização; com óleo de Nim, a 1,4%, pulverizado semanalmente, foram observadas infestações menores que 10%; o fenoxicarbe foi eficiente no controle deste inseto.

Este trabalho foi planejado para verificar a ação de inseticidas no controle desta praga.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado em viveiro de laranjeiras da cultivar Valência, localizado no município de Pareci Novo, Rio Grande do Sul, em janeiro de 1997. O delineamento estatístico utilizado foi de blocos completos ao acaso, com seis tratamentos e quatro repetições. As parcelas constaram de cinco plantas. As avaliações de controle foram efetuadas aos 7 e 14 dias após a pulverização. Em cada tratamento foram utilizadas 20 plantas (5 por bloco), sendo que, para as avaliações, foram coletadas 10 folhas/planta, totalizando 200 folhas/tratamento/avaliação. Os dados obtidos foram transformados para $\sqrt{x+0.5}$ e feita a análise de variância. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Duncan ao nível de 5%. A eficiência dos produtos foi calculada pela fórmula de ABBOTT (1925).

Os produtos e suas dosagens estão na Tabela 1.

TABELA 1 – Produtos utilizados no ensaio de controle químico do minador-das folhas dos citros (*Phyllocnistis citrella* Station, 1856). Pareci Novo, RS

Tratamento/Produtos (nome técnico)	Nome Comercial	Dosagem (produto comercial/100 l água)
1. Imidaclopride	Confidor 720 GR*	150 g
2. <i>Bacillus thuringiensis</i>	Dymipel	200 g
3. Lufenuron	Match	75 ml
4. Abamectina + óleo mineral	Vertimec 18 CE + Assist	25 mL + 250 ml
5. Fention	Lebaycid 100 CE	100 ml
6. Testemunha	-	-

* A FEPAGRO e os autores não estão recomendando os produtos.

Os tratamentos 2, 3, 4 e 5 foram aplicados com pulverizador costal manual de 20 litros, utilizando 2,5 litros de calda para molhar a copa das mudas. O tratamento 1 foi aplicado utilizando a técnica de molhar o caule da muda até a altura de 20 centímetros, e o solo. Para isso, foi retirado o difusor do bico de pulverização, gastando em média 10 ml/muda.

A metodologia adotada foi a de RAE et al. (1996), consistindo na poda das mudas para provocar novo surto de brotação, propiciando condições de ataque do minador-das-folhas dos citros, sendo os tratamentos aplicados sobre essa nova brotação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos estão na Tabela 2.

Na avaliação, sete dias após a aplicação, os tratamentos mais eficientes foram abamectina +

óleo mineral, lufenuron e imidaclopride, controlando mais de 80% das lagartas de *P. citrella* (100%, 88,3% e 86%, respectivamente). Estes resultados também foram obtidos por diversos autores: Peña (citado por SPONAGEL e DÍAZ, 1994), Coleman (citado por SPONAGEL e DÍAZ, 1994), RAE et al., 1996, MORENO et al., 1997, FABIANO et al., 1997, PRATES et al., 1997a, e PRATES et al., 1997b. Já na avaliação 14 dias após a pulverização, nenhuma das diluições testadas apresentou eficiência acima de 80%.

O produto *Bacillus thuringiensis* foi razoavelmente eficiente até sete dias após a pulverização; já Zhang et al. (citados por SPONAGEL e DÍAZ, 1994) obtiveram boa eficiência deste produto no combate ao minador das folhas dos citros (Tabela 2).

O produto fention não foi eficiente no controle de *P. citrella*.

TABELA 2 – Controle químico do minador-das-folhas dos citros (*Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856). Pareci Novo, RS

Tratamento/Produto (nome técnico)	Nome Comercial	Dosagem prod./100 l água	Avaliação 07 DAP*		Avaliação 14 DAP*	
			Lag.vivas	% efic.	Lag.vivas	% efic.
1. Imidaclopride	Confidor 720 GR**	150 g	06 bc	86,0	14 d	78,8
2. <i>Bacillus thuringiensis</i>	Dymipel	200 g	14 bc	67,4	42 bc	36,3
3. Lufenuron	Match	75 ml	05 bc	88,3	44 bc	33,3
4. Abamectina + óleo mineral	Vertimec 18 CE + Assist	25 ml + 250 ml	zero c	100	21 cd	68,8
5. Fention	Lebaycid 100 CE	100 ml	28 ab	38,4	100 a	zero
6. Testemunha	-	-	43 a	-	66 ab	-

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si (Duncan 0,05)

* Valores obtidos de 200 folhas/tratamento/avaliação

** A FEPAGRO e os autores não estão recomendando os produtos.

CONCLUSÕES

Nas condições do experimento, foi possível concluir que os produtos mais eficientes foram abamectina mais óleo mineral, lufenuron e

imidaclopride. *Bacillus thuringiensis* foi menos eficiente que abamectina mais óleo mineral, lufenuron e imidaclopride, podendo ser utilizado no combate ao minador das folhas dos citros; o produto fention não foi eficiente.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- ABBOTT, W.S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, Baltimore, v.18, p.265-267, 1925.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária – Secretaria de Defesa Agropecuária. **Alerta quarentenário 4**. Brasília, 1996. 2 p.
- BOULAHIA, S.K.; JERRAYA, A.; ZAIDI, H. Essai de traitements chimiques contre la mineuse des agrumes, *Phyllocnistis citrella*. *Fruits*, Paris, v.51, n.4, p.223-228, 1996.
- BUSOLI, A.C.; PAZINI, W.C.; FABIANO, L.A. Ocorrência, infestação e controle da larva minadora dos citros *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera:Gracillariidae) na região citrícola de Jaboticabal, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16., Salvador, 1997. **Resumos...** Salvador: Sociedade Entomológica do Brasil, 1997. p.308.
- FABIANO, L.A.; PAZINI, W.C.; BUSOLI, A.C. Eficiência de inseticidas no controle da lagarta minadora dos citros *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) uma nova praga dos citros no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16., Salvador, 1997. **Resumos...** Salvador: Sociedade Entomológica do Brasil, 1997. p. 181.
- GARIJO, C. e GARCIA, E.J. *Phyllocnistis citrella* (Stainton, 1856) (Insecta: Lepidoptera: Gracillariidae: Phyllocnistidae) en los cultivos de cítricos de Andalucía (Sur de España): Biología, ecología y control de la plaga. *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas*, Madrid, v.20, p.815-826, 1994.
- GRAVENA, S. “Minadora das folhas dos citros”: a mais nova ameaça da citricultura brasileira. *Laranja*, Cordeirópolis, v.15, n.2, p.397-404, 1994.
- LOURENÇÃO, A.L. ; MÜLLER, G.W. “Minador das folhas dos citros”: praga exótica potencialmente importante para a citricultura brasileira. *Laranja*, Cordeirópolis, v.15, n.2, p.405-412, 1994.
- MORENO, P.R.; NAKANO, O.; HOTTA, F.K. Thiobel 500 (Cartap) no controle da lagarta minadora dos citros, *Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856 (LEPIDOPTERA, GRACILLARIIDAE). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16., Salvador, 1997. **Resumos...** Salvador: Sociedade Entomológica do Brasil, 1997. p.169.
- PRATES, H.S.; NOGUEIRA, N.L.; RODRIGUES, J.C.V. Controle da “lagarta minadora dos citros” *Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856 (Lepidoptera:Gracillariidae) com novos inseticidas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16., Salvador, 1997. **Resumos...** Salvador: Sociedade Entomológica do Brasil, 1997a. p.182.
- PRATES, H.S.; NOGUEIRA, N.L.; RODRIGUES, J.C.V. Controle da “lagarta minadora dos citros” *Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856 (Lepidoptera:Gracillariidae) com novos inseticidas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16., Salvador, 1997. **Resumos...** Salvador: Sociedade Entomológica do Brasil, 1997b. p.182.
- RAE, D.J.; WATSON, D.M.; LIANG, W.G.; TAN, B.L.; LI, M.; HUANG, M.D.; DING, Y.; XIONG, J.J.; DU, D.P.; TANG, J.; BEATTIE, G.A.C. Comparison of petroleum spray oils, abamectin, cartap, and methomyl for control of citrus leafminer (Lepidoptera:Gracillariidae) in Southern China. *Journal of Economic Entomology*, Maryland, v.89, n.2, p.493-500, 1996.
- SPONAGEL, K.W. ; DÍAZ, F.J. **El minador de las hojas de los cítricos *Phyllocnistis citrella* - un insecto-plaga de importancia económica en la citricultura de Honduras**. San Pedro Sula: Fundacion Hondureña de Investigación Agrícola, 1994. 38p.

RENDIMENTO E QUALIDADE DE FRUTOS DA LARANJEIRA 'VALÊNCIA' SUBMETIDA À ADUBAÇÃO FOLIAR COM MAGNÉSIO, MANGANÊS, ZINCO E BORO¹

ODILSON PELISER², OTTO CARLOS KOLLER³, VITOR MANFROI⁴

RESUMO – O presente trabalho foi iniciado em 1987 e concluído em 1990, na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS (30° 05' S, 51° 40' W). Utilizou-se um pomar instalado em 1976, com o objetivo de avaliar a produção e qualidade dos frutos da laranja 'Valência' submetida a seis tratamentos de adubação foliar, com a supressão alternada dos seguintes nutrientes: magnésio, manganês, zinco e boro. O delineamento foi em blocos casualizados, com cinco repetições. Não foram constatados efeitos das adubações na produção, número e peso dos frutos. Constatou-se efeitos na percentagem de suco, sólidos solúveis totais e acidez total. As adubações aumentaram os teores foliares de boro, magnésio e zinco.

Palavras-chave: citros, nutrição, fruta cítrica.

YIELD AND QUALITY OF 'VALENCIA' ORANGE FRUITS AS AFFECTED BY FOLIAR APPLICATION OF MAGNESIUM, MANGANESE, ZINC, AND BORON

ABSTRACT – The experiment started in 1987 and finished in 1990; was carried out at Estação Experimental Agronômica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, located in Eldorado do Sul, Rio Grande do Sul – Brazil (30° 05' S, 51° 40' W). The orchard was established in 1976 and the main objective of the experiment was to evaluate fruit yield and quality of 'Valência' orange submitted to six spray fertilization treatments, with alternate suppression of magnesium, manganese, zinc and boron. The experimental design was in randomized blocks, with five replications. Results did not show any effect on fruit yield, but there were significant effects on fruit quality. The fertilization increased the concentration of boron, manganese, and zinc in the leaves.

INTRODUÇÃO

O estado do Rio Grande do Sul possui as características climáticas que mais se aproximam das mediterrâneas, motivo pelo qual as frutas produzidas apresentam condições de qualidade interna e externa superior às de qualquer outro estado brasileiro (PPLAZAOLA e DORNELLES, 1975). Apesar de este Estado ter boas condições climáticas, os solos são quimicamente pobres, tendo KOLLER et al. (1986) observado que os pomares da região produtora de citros são carentes, em ordem decrescente, de Mg, Zn, K e Mn, podendo limitar a produção se não forem tomadas medidas que visem suprir os nutrientes necessários.

MANN et al. (1985) e EMBLETON et al. (1973 e 1988) afirmam que a deficiência de Zn foi o fator de maior limitação na produção de citros em várias partes do mundo. Observaram que o Zn, aplicado via foliar, não aumentou a produção, aparentemente, porque ele não transloca das folhas do ciclo de verão para as folhas dos ciclos subsequentes. MANCHANDA et al. (1972) também verificaram que o Zn não é translocado das folhas velhas para as folhas novas. Entretanto, KOO

(1988), afirma que não é recomendável a aplicação de Zn no solo, porque a correção de deficiências é lenta. Por isso recomenda aplicações foliares de Zn, tanto em solos ácidos, como calcários. EMBLETON et al. (1988) concluíram que teores foliares de 20 ppm de Zn são suficientes em pomares comerciais.

Vários autores, citados por MORIN (1980), assinalam algumas práticas culturais que agravam a deficiência de Zn no solo: uso contínuo de fertilizantes fosfatados, aumento do pH, adubação nitrogenada e irrigação freqüente em solos arenosos.

LABANAUSKAS (1969), KOO (1988) e LABANAUSKAS e PUFFER (1964) obtiveram aumentos significativos da produção com Mn aplicado via foliar em laranjeiras 'Valência'. Segundo LEONARD (1969), nos solos ácidos da Flórida a aplicação de Mn mais eficiente é a foliar.

A faixa de segurança entre deficiência de B e o seu excesso é pequena, e a toxidez por excesso de B é tão grave quanto a sua falta (CAETANO, 1986; BIGGI, 1986; DORNELLES, 1988 e RODRIGUEZ, 1980). KOO (1988) recomenda o B, tanto via solo como via foliar; porém, alerta que

1. Trabalho financiado por: FINEP, CNPq e FAPERGS.

2. Eng. Agr. – EMATER, Paraná.

3. Eng. Agr., Ph.D. – Professor do Programa de Pós-graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia/ UFRGS, Av. Bento Gonçalves, 7712, Caixa Postal 776, 90001-970 Porto Alegre, RS. Bolsista do CNPq.

4. Bolsista de Iniciação Científica – CNPq, Faculdade de Agronomia, UFRGS, Porto Alegre, RS.

Recebido para publicação em 08/07/1997.

ambos métodos não devem ser usados simultaneamente no mesmo ano, devido ao perigo de excesso.

Apesar dos resultados de pesquisa existentes sobre a adubação foliar com micronutrientes, torna-se cada vez mais necessário um melhor conhecimento das influências desses elementos na produção dos citros, pois a busca do maior rendimento econômico requer a utilização racional de fertilizantes.

Este trabalho teve o objetivo de obter maiores informações do efeito da adubação com Mg, Mn, Zn e B, aplicados via foliar, sobre a produção e qualidade dos frutos de laranjeiras 'Valência'.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi executado na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, no Município de Eldorado do Sul, RS. O solo se caracteriza como Laterítico Bruno Avermelhado Distrófico. Foram utilizadas, no trabalho, laranjeiras (*Citrus sinensis*, Osbeck) cv. Valência, de clone nucelar, com 15 anos de idade, em 1987. Apresentavam os seguintes teores de nutrientes na folha: N 2,7%, P 0,13%, K 1,0%, Ca 3,28%, Mg 0,44%, S 0,27%, Zn 14,8 ppm, Cu 9,0 ppm, B 58,2 ppm, Mn 24,0 ppm e Fe 208,6 ppm.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com seis tratamentos e cinco repetições. Cada parcela constou de 2 plantas úteis. Foram testadas adubações com os nutrientes Mg, Mn, Zn e B, aplicados via foliar nos meses de agosto/setembro e janeiro/fevereiro, durante quatro anos consecutivos, iniciando em 1987 e terminando em 1991. Os tratamentos foram os seguintes:

1. testemunha sem aplicação de Mg, Mn, Zn e B (só água);
2. adubação completa com Mg, Mn, Zn e B;
3. adubação com Mn, Zn e B, sem Mg;
4. adubação com Mg, Mn e B, sem Zn;
5. adubação com Mg, Zn e B, sem Mn;
6. adubação com Mg, Mn e Zn, sem B.

Os produtos utilizados e as suas quantidades foram: $MgSO_4$ a 2%, $ZnSO_4$ a 0,5%, $MnSO_4$ a 0,3%, bórax a 0,1% e espalhante adesivo/aragens a 0,05%. As aplicações foram feitas com um pulverizador costal motorizado, molhando as folhas até o escorrimento, gastando-se, aproximadamente, 15 litros de solução para as duas plantas de cada parcela.

Os tratos culturais, como controle de plantas daninhas, adubações com N, P, e K no solo e controle de pragas e moléstias foram uniformes para todos os tratamentos.

Para efeito de avaliação dos resultados, foram considerados os seguintes parâmetros: número, peso total e peso médio dos frutos produzidos; percentagem de suco, sólidos solúveis totais (SST), acidez total (AT) e relação SST/AT; teores foliares de macro e micronutrientes, determinados conforme metodologia descrita por TEDESCO et al. (1985).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que, somente, os teores foliares de Zn, Mn e B evidenciaram diferenças significativas na concentração de nutrientes em função das pulverizações foliares (Tabela 1 e 2).

Os teores foliares de Zn diferiram significativamente. Eles foram baixos na testemunha, ótimos nos tratamentos 4 e 5 e altos nos tratamentos 2, 3 e 6, conforme padrões de MALAVOLTA e VIOLANTE NETTO (1989). Os teores de Zn aumentaram em todos os tratamentos, em relação ao início do experimento, porém com índices maiores nos tratamentos onde o Zn foi aplicado através de pulverizações foliares.

Os teores foliares de B foram ótimos em todos os tratamentos. Entretanto, o menor teor ocorreu no tratamento 6, que não diferiu dos tratamentos 1 e 5. Em relação aos teores de B existentes nas folhas na instalação do experimento, ocorreram diminuições nos tratamentos 1, 5 e 6, enquanto que nos demais permaneceram estáveis, indicando que pulverizações foliares são importantes para a reposição desse nutriente.

Com respeito aos teores de Mn nas folhas, os níveis mais baixos ocorreram nos tratamentos 1 e 5 que não receberam adubações foliares de Mn. Em relação aos teores existentes no início do experimento, ocorreram aumentos passando de 2 mg/kg para 54 mg/kg, na testemunha, e 133 mg/kg no tratamento 3. Esse aumento deve-se às pulverizações foliares e, provavelmente, à acidificação gradativa do solo, que proporciona aumento na absorção de Mn (ZANETTE e KOLLER, 1979).

Quantó aos teores de Mg, não ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos. Mesmo onde esse nutriente não foi aplicado, os teores foliares foram altos, indicando que os teores existentes no solo, de 1,6 me/dl na instalação do experimento, bem como o calcário aplicado anualmente (5 kg/planta), foram suficientes para uma boa absorção pelas raízes. Com relação aos demais nutrientes analisados não ocorreram diferenças significativas. Observa-se que os teores foliares de P e K foram baixos em todos os tratamentos.

TABELA 1 – Concentração de macronutrientes na matéria seca das folhas da laranja 'Valência' (*Citrus sinensis*, Osb.) pulverizados com Mg, Mn, Zn e B durante 4 anos consecutivos em Eldorado do Sul, RS, 1991

Tratamentos	Micronutrientes g/kg					
	N	P	K	Ca	Mg	S
1. Testemunha	2,6 a	1,1 a	7,0 a	8,2 a	6,5 a	2,7 a
2. Mg+Mn+Zn+B	2,5 a	1,0 a	7,2 a	7,8 a	6,4 a	2,5 a
3. Mn+Zn+B (sem Mg)	2,6 a	1,1 a	7,3 a	7,9 a	6,0 a	2,8 a
4. Mg+Mn+B (sem Zn)	2,6 a	1,0 a	7,1 a	8,0 a	5,1 a	2,9 a
5. Mg+Zn+B (sem Mn)	2,6 a	1,0 a	7,4 a	8,0 a	5,6 a	2,8 a
6. Mg+Mn+Zn (sem B)	2,6 a	1,1 a	7,5 a	8,3 a	6,0 a	2,6 a
Teores iniciais*	2,7	1,3	10,0	3,2	4,4	2,7

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

*Médias das análises foliares por ocasião da instalação do experimento em 1987.

TABELA 2 – Concentração de macronutrientes na matéria seca das folhas da laranja 'Valência' (*Citrus sinensis*, Osb.) em função de pulverizações com Mg, Mn, Zn e B durante 4 anos consecutivos em Eldorado do Sul, RS, 1991

Tratamentos	Micronutrientes mg/kg				
	Zn	Cu	B	Mn	Fe
1. Testemunha	18,0 d	40,4 a	44,4 ab	54,0 b	119,2 a
2. Mg+Mn+Zn+B	67,4 a	36,6 a	65,2 a	104,8 ab	132,6 a
3. Mn+Zn+B (sem Mg)	72,8 a	43,0 a	56,0 a	133,0 a	134,4 a
4. Mg+Mn+B (sem Zn)	37,6 c	39,2 a	56,0 a	84,8 ab	125,2 a
5. Mg+Zn+B (sem Mn)	48,0 b	46,0 a	46,6 ab	67,8 b	118,6 a
6. Mg+Mn+Zn (sem B)	65,2 a	46,4 a	43,6 b	113,0 a	123,4 a
Teores iniciais*	14,8	9,0	58,2	24,0	208,6

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

*Médias das análises foliares por ocasião da instalação do experimento em 1987.

A análise de variância não mostrou diferença significativa entre os tratamentos em relação ao peso dos frutos por planta, número de frutos e peso médio. A ausência de efeitos significativos do Mg, Mn e B justifica-se, porque os teores foliares desses nutrientes foram ótimos ou altos em todos os tratamentos. Entretanto, em relação ao Zn, os teores foliares foram baixos no tratamento 1, sendo ótimos a altos nos demais tratamentos (Tabela 3).

É possível que teores foliares abaixo de 25 mg/kg sejam suficientes para os citros, visto que EMBLETON et al. (1988), em trabalho com laranja 'Washington Navel', não observaram aumento da produção com níveis foliares de Zn em torno de 20 a 23 mg/kg, concluindo que 20 mg/kg de Zn são suficientes em pomares comerciais. Também KOLLER e SATTE (1979), em laranja 'Valência', verificaram que a adubação foliar com Zn não afetou a produtividade, quando os teores foliares foram superiores a 17 mg/kg. Resultados

semelhantes foram obtidos por MANN (1985) e LABANAUSKAS (1969). Por outro lado, os teores baixos de K e P podem ter sido mais limitantes do que a deficiência de Zn, sendo provável que, após corrigidas as deficiências de K e P, o efeito da adubação com Zn se evidenciasse.

Os teores de Mg verificados nas folhas foram altos, o que justifica a ausência de diferenças significativas sobre a produção, número e peso médio dos frutos. EMBLETON et al. (1973) observaram que, em diversos experimentos, a produção não foi prejudicada pela presença de sintomas suaves de deficiência de Mg nas folhas. Para eles, as folhas exibem deficiência moderada, quando os teores foliares de Mg baixam de 1,6 g/Kg.

Com relação ao Mn, todos os tratamentos apresentaram níveis altos, o que justifica as diferenças não significativas. Em laranja 'Pineapple', KOO (1988) observou que na falta de Mn os teores foliares baixaram de 3,7 g/kg para 1,9 g/kg, e a

produção, que era de 3,4 caixas por planta, diminuiu para 3,0 caixas por planta. Resultado semelhante foi observado por LABANAUSKAS, (1969). KOLLER e SATTE (1979), em laranja 'Valência', verificaram que o Mn não afetou a produtividade, quando os teores foliares foram superiores a 25mg/kg.

Os níveis de B foram ótimos nas folhas, justificando a ausência de diferenças significativas. KOO (1988) verificou, em laranjeiras 'Pineapple', que as folhas apresentaram 48 mg/kg, onde receberam adubação com B, e 24 mg/kg, onde não foram adubadas, sem redução significativa da produção.

TABELA 3 – Efeito de adubações foliares com Mg, Mn, Zn e B sobre o número e peso médio de frutos produzidos por laranjeiras 'Valência' (*Citrus sinensis*, Osb.) média de 4 safras. Eldorado do Sul, RS, 1991

Tratamentos	kg/planta	Nº de frutos/planta	Peso médio (g)
1. Testemunha	89,66 a	567 a	158 a
2. Mg+Mn+Zn+B	89,86 a	571 a	157 a
3. Mn+Zn+B (sem Mg)	95,10 a	580 a	164 a
4. Mg+Mn+B (sem Zn)	92,00 a	608 a	151 a
5. Mg+Zn+B (sem Mn)	90,30 a	570 a	158 a
6. Mg+Mn+Zn (sem B)	89,54 a	590 a	151 a

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A percentagem de suco não foi afetada no ano de 1989. Porém, em 1990 a percentagem de suco diminuiu na ausência de adubação foliar com Mn e B (Tabela 4). Quanto à acidez total do suco, não foi afetada pelas adubações foliares em 1990, mas em 1989 diminuiu com a ausência de adubação com Mg.

Os sólidos solúveis totais diminuíram na ausência de adubação foliar com Zn, tanto em 1989 como em 1990, ao passo que a relação de sólidos solúveis totais/acidez total foi afetada em 1989, tendo aumentado em relação à testemunha, nos tratamentos sem adubação com Mg e B.

Com valores entre 19 e 37 mg/kg de Mn e 24 a 48 mg/kg de B, KOO (1988) não obteve respostas na qualidade dos frutos. Resultado semelhante foi obtido por LEONARD (1969). KOO

(1988) concluiu que Mn, Zn, B, Cu e Fe não desempenham papel importante na qualidade dos frutos.

MANN (1985), não encontrou diferenças significativas na qualidade dos frutos da laranja 'Sanguínea' ao comparar diferentes fontes de Zn, tendo os níveis foliares de Zn variado entre de 10,6 a 44,2 mg/kg. Considerando a irregularidade revelada pelas adubações foliares com Mg, Mn, Zn e B sobre algumas características qualitativas dos frutos, apenas a diminuição dos teores de sólidos solúveis totais, na ausência de adubação com Zn, pode ser considerado consistente. Outros estudos devem ser realizados para aferir com maior segurança, ou confirmar diferenças significativas ocorridas na presença ou ausência de pulverizações foliares com Mg, Mn, Zn e B.

TABELA 4 – Efeito de adubações foliares com Mg, Mn, Zn e B sobre a qualidade química dos frutos da laranja 'Valência' (*Citrus sinensis*, Osb.) média de 5 repetições das safras de 89 e 90. Eldorado do Sul, RS, 1991

Tratamentos	Percentagem de suco		Acidez Total (A)		Sólidos Solúveis Totais (SST)		Relação SST/A	
	89	90	89	90	89	90	89	90
1. Testemunha	51,0 a	53,8 abc	1,58 ab	1,43 a	10,2 ab	10,6 ab	6,3 b	7,4 a
2. Mg+Mn+Zn+B	51,3 a	54,4 abc	1,61 ab	1,64 a	11,2 a	11,4 ab	7,0 ab	6,9 a
3. Mn+Zn+B (sem Mg)	51,0 a	52,4 c	1,47 b	1,54 a	10,9 a	11,7 a	7,6 a	7,7 a
4. Mg+Mn+B (sem Zn)	50,0 a	55,2 ab	1,56 ab	1,57 a	9,2 b	10,2 b	5,8 b	6,8 a
5. Mg+Zn+B (sem Mn)	51,3 a	56,3 a	1,65 a	1,55 a	10,8 a	11,1 ab	6,4 ab	7,2 a
6. Mg+Mn+Zn (sem B)	52,6 a	53,3 bc	1,58 ab	1,55 a	11,5 a	11,3 ab	7,2 a	7,3 a

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

As adubações foliares com Mg, Mn, Zn e B somente elevaram os teores de Mn, Zn e B nas folhas e não evidenciaram efeitos sobre o peso da produção, número de frutos e peso médio dos frutos produzidos.

As pulverizações foliares com Mg, Mn, Zn e B afetaram algumas características químicas dos frutos, porém, apenas com evidências de diminuição dos teores de SST na ausência de Zn.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- BIGGI, E. *Os citros*. Campinas: (s. e.), 1986. 232p.
- CAETANO, A.C. Nutrição e adubação de citros. In: ENCONTRO PARANAENSE DE CITRICULTURA, 1986, Londrina. *Anais...* Londrina: IAPAR, 1986. p.105-110.
- DORNELLES, C.M.M. *Introdução à citricultura*. Porto Alegre: Mercado Aberto, 1988. 96p.
- EMBLETON, T.W.; REITZ, H.J.; JONES, W.W. Citrus fertilization. In: REUTHER, W. (Coord.) *The Citrus industry*. Berkeley: University of Califórnia, 1973. v.3, p.122-140.
- EMBLETON, T.W.; MATSUMURA, M.; ANDEKHAN, I.A. Citrus zinc and manganese nutrition revised. In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS, 6, 1988, Tel Aviv. *Proceedings...* Tel Aviv: International Society of Citriculture, 1988. v.2, p.681-688.
- KOLLER, O.C.; SATTE, C.S. Influência da adubação da laranja 'Valência' (*Citrus sinensis* Osbeck) com Zn + Mn, na presença de dois níveis de Ca(OH)_2 sobre a produção e os teores foliares de Zn e Mn. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 5, 1979, *Anais...* Pelotas: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1979. p.829-835.
- KOLLER, O.C.; ANGHINONI, I.; MORAES, P.A.F. de; PIRES, J.L.; RÜCKER, P.A.; AZEREDO, V.; SILVA, L.J.C.; KRONDOERFER, G.H.; TREHER, R.T. FINKLER, L.M. Estado nutricional dos citros na região produtora do Rio Grande do Sul. *Agronomia Sulriograndense*, Porto Alegre, v.22, n.2, p.185-204, 1986.
- KOO, R.C.J. Citrus micronutrients in perspective. *Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings*, Florida, v.47, p.9-12, 1988.
- LABANAUSKAS, C.K. Interactions of nutrients in 'Valencia' orange leaves as affected by the composition of manganese, zinc and urea spray. *Hilgardia*, Berkeley, n.18, p.507-513, 1969.
- LABANAUSKAS, C.K.; PUFFER, R.E. Effects of foliar applications of manganese, zinc and urea on valencia orange yield and foliage compositions. *Proceedings of the American Society Horticultural Science*, Geneva, v.84, p.158-164, 1964.
- LEONARD, C.D. A composition of soil and spray applications of four manganese sources for control of manganese deficiency in 'Valencia' orange trees. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, Tampa, v.82, p.12-20, 1969.
- MALAVOLTA, E.; VIOLANTE NETTO, A. *Nutrição mineral, calagem e adubação dos citros*. Piracicaba: Editora Gráfica Nagy Ltda, 1989. 153p.
- MANN, M.S.; JOSAN, J.S.; CHORAN, G.S.; VIJ, V.K. Effect of foliar applications of micronutrients of leaf composition, fruit yield and quality of sweet orange (*Citrus sinensis*, Osbeck). blood red. *Indian Journal of Horticulture*, Lucknow, v.42, n.1/2, p.45-49, 1985.
- MANCHANDA, H.R.; RANDHAWA, N.S.; SHUKLA, U.C. Relative efficacy of soil versus foliar application of zinc to 'Blood Red' variety of sweet orange (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck). *Indian Journal Agriculture Science*, Punjab, v.42, n.4, p.347-351, 1972.
- MORIN, C. *Cultivo de cítricos*. 2 ed. Lima: IICA, 1980. 598p.
- PLAZAOLA, J.F.N.; DORNELLES, C.M.M. Variações sazonais em laranjas de interesse industrial no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 3., 1975 Rio de Janeiro, v.1. *Anais...* Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1975. v.1, p.235-245.
- RODRIGUEZ, O. Nutrientes e adubação dos citros. In: RODRIGUEZ, O. (Coord.) *Citricultura brasileira*. Fundação Cargil: Campinas, 1980. v.2. p.387-428.
- TEDESCO, M.J.; VOLKWEISS, S.J.; BOHNEN, H. *Análise de Solo, Plantas e Outros Materiais*. Porto Alegre: Departamento de Solos da UFRGS, 1985. 188p. (Boletim Técnico, 5)
- ZANETTE, F.; KOLLER, O.C. Influência da supressão alternada dos nutrientes N, P, K e de calagem, na adubação, sobre a concentração foliar de Mn, em laranja-pera (*Citrus sinensis* Osbeck). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 5. Pelotas, 1979. *Anais...* Campinas: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1979. n.1, p.31-43.

BIOMASSA E ÁREA FOLIAR EM MUDAS DE *Eucalyptus citriodora* E *Eucalyptus grandis*, EM RESPOSTA A DIFERENTES TEORES DE ÁGUA NO SOLO E CONVIVÊNCIA COM *Brachiaria brizantha*

WILSON DA SILVA¹, ANTÔNIO ALBERTO DA SILVA², TOCIO SEDIYAMA², ANTÔNIO AMÉRICO CARDOSO²

RESUMO - Avaliou-se os efeitos da interferência de *Brachiaria brizantha* sobre a produção de biomassa e área foliar de mudas de *Eucalyptus citriodora* e *E. grandis*, cultivadas em solos com diferentes teores de água, em condições de casa de vegetação. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições, em arranjo fatorial (2x3x4): duas espécies de eucalipto (*E. citriodora* e *E. grandis*), três teores de água (20, 23 e 26% em massa), quatro populações de *B. brizantha* (0, 1, 2 e 3 plantas/vaso). O teor de umidade no solo dos vasos foi mantido constante até a colheita do experimento, realizada aos 70 dias após o transplante das mudas. *B. brizantha* influenciou, negativamente, o desenvolvimento das mudas de *E. citriodora* e *E. grandis*, cultivadas nos três teores de água. Todavia, este efeito foi maior quando os cultivos foram realizados em condições ótimas de água (26%), principalmente em presença de duas a três plantas de *B. brizantha*. *E. citriodora* mostrou-se mais sensível à interação dos teores de água e população de *B. brizantha* que *E. grandis*.

Palavras-chave: eucalipto, produtividade.

BIOMASS AND LEAF AREA OF *Eucalyptus citriodora* AND *Eucalyptus grandis* SEEDLINGS AS AFFECTED BY WATER CONTENT IN SOIL AND ASSOCIATION WITH *Brachiaria brizantha*

ABSTRACT - The effect of *Brachiaria brizantha* on leaf area and biomass production of *Eucalyptus citriodora* and *E. grandis* seedlings, grown in soils with different water contents, was evaluated under greenhouse conditions. Treatments were arranged in factorial design, with four replications (2x3x4): two species of eucalyptus (*E. citriodora* and *E. grandis*), three water contents (20, 23 and 26% mass), and four *B. brizantha* populations (0, 1, 2, 3 plants per pot). Moisture content in the pots was maintained constant until experiment harvest, 70 days after seedlings transplanting. *B. brizantha* showed a negative influence on *E. citriodora* and *E. grandis* seedlings development, when grown in the three water contents. However, there was a higher effect when growth was under the best water conditions (26%), especially in presence of two to three plants of *B. brizantha*. *E. citriodora* was more sensitive to the interaction of water content and *B. brizantha* populations.

Key words: eucalyptus, productivity.

INTRODUÇÃO

Os níveis de competição intra e interespecífica pelas plantas daninhas são influenciados pela densidade populacional da cultura utilizada, determinando a intensidade do estresse a que as plantas cultivadas estarão submetidas. As plantas respondem ao estresse com variações na assimilação e na alocação de carbono e de outros recursos necessários ao seu desenvolvimento (DICKSON, 1991). O balanço de transformação de assimilados em biomassa da cultura pode depender do grau de limitação de fatores como água, nutrientes e luz (ADLARD et al., 1992).

A água, como fator limitante, parece assumir maior importância em espécies do gênero *Eucalyptus*, durante a fase inicial da cultura, isto é, durante o enraizamento e desenvolvimento do caule e das folhas, que ficam comprometidos com a deficiência hídrica (ZOHAR et al., 1975; AWE et al., 1976).

A disponibilidade de água afeta o crescimento das plantas, por controlar a abertura dos estômatos

e, conseqüentemente, a produção de biomassa. O decréscimo de água no solo diminui o potencial de água na folha e sua condutância estomática, promovendo o fechamento dos estômatos. Esse fechamento bloqueia o influxo de CO₂ para as folhas, diminuindo o acúmulo de fotoassimilados, o que implica redução da produtividade (GHOLZ et al., 1990).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar os efeitos da interferência de *Brachiaria brizantha* Stapf sobre a área foliar e a produção de biomassa seca total de mudas de *Eucalyptus citriodora* Hook e *Eucalyptus grandis* Benth. W. Hill (ex Maiden), cultivadas em vasos, contendo solo com diferentes teores de água.

MATERIAL E MÉTODOS

O solo utilizado no experimento foi Podzólico Vermelho-Amarelo-Câmbico, fase terraço, apresentando textura argilo-arenosa, com 38% de areia grossa, 15% de areia fina, 10% de silte e 37% de

1. Dr. - Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

2. Professor - Departamento de Fitotecnia, UFV, Campus Universitário, 36571-000 Viçosa, MG.

Recebido para publicação em 12/11/1997.

argila (EMBRAPA, 1979); carbono orgânico 3,0% (DEFELIPO e RIBEIRO, 1981) e pH 5,8, tendo sido coletado sob floresta nativa, em área do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa – Viçosa, MG, na profundidade de 0-20 cm. Determinou-se, ainda, para esse solo, a curva característica de umidade do solo (Figura 1), utilizando-se o aparelho de membrana de pressão de RICHARDS (1949). Essa curva foi utilizada para a determinação da quantidade de água a ser adicionada por vaso.

Após preparo, cada amostra de solo de 3,25 kg foi colocada em um vaso com capacidade de 3,5 litros, recobertos, internamente, com polietileno de 0,05 mm de espessura, para se

evitar a perda de água por percolação. Em seguida, realizou-se o transplante das mudas de *E. citriodora* e *E. grandis*, produzidas em tubetes que se encontravam com 20 cm de altura (70 dias após emergência), aproximadamente, e de *B. brizantha* (plantas com quatro folhas). Completou-se a instalação do experimento, estabelecendo-se os teores de água no solo (Tabela 1). O teor de água no solo foi mantido constante, durante toda a condução do experimento, fazendo-se a reposição da água evapotranspirada. Esse controle foi realizado usando-se microtensiômetro e pesagens, com reposições diárias da água evapotranspirada, realizadas às 8:00, 13:00 e 16:30 h.

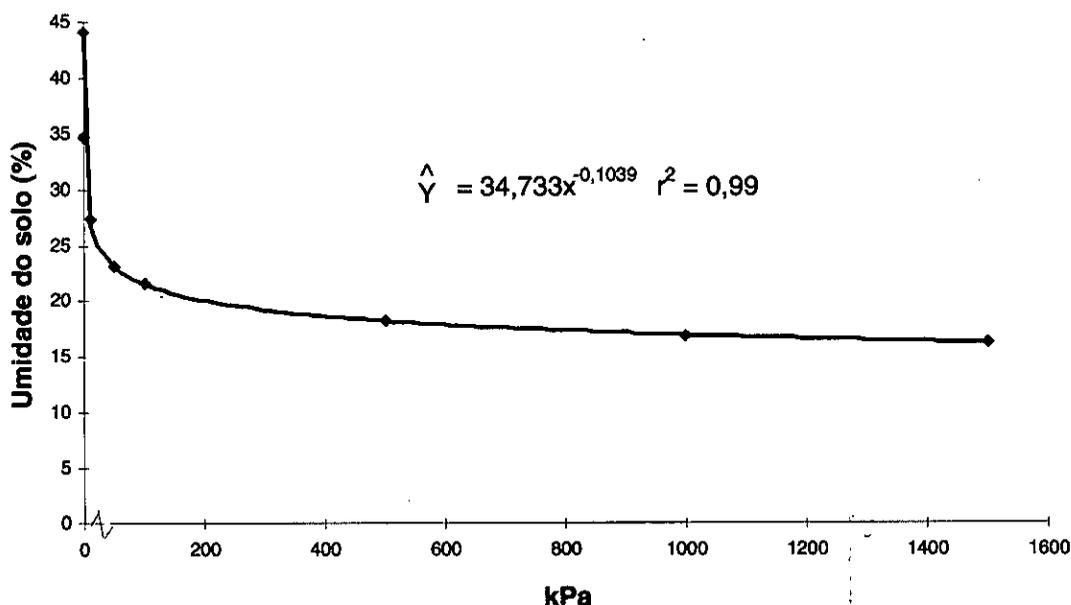


FIGURA 1 – Curva de retenção da água para o solo utilizado no experimento

Durante a condução do experimento, observou-se, na casa de vegetação, os seguintes valores médios: evaporação potencial – 378,4 ml; temperatura máxima – 34,7°C; temperatura mínima – 21,0°C; umidade relativa do ar, às 7:30h – 83,6% e às 14:00h – 56,2%.

Dessa forma, o experimento foi constituído de 24 tratamentos, compreendendo duas espécies de

eucalipto (*E. citriodora* e *E. grandis*); três teores de água (condições próximo ao estresse = 20%; intermediária = 23% e condições próxima à capacidade de campo = 26%); e quatro populações de *Brachiaria brizantha* (0, 1, 2 e 3 plantas/vaso). O delineamento adotado foi o de blocos ao acaso, com uma planta de eucalipto por unidade experimental (vaso), totalizando 96 unidades experimentais.

TABELA 1 – Umidade residual do solo, tensão da água, mantida após o transplante das mudas, percentagem do teor de água correspondente e massa de água adicionada por vaso

Umidade Residual do solo (% em massa)	Tensão de água no solo mantida após o transplante (kPa)	Teor de água no solo mantido após o transplante (% em massa)	Massa de água adicionada/vaso contendo 3,25 kg de solo (g)
10,5	202,8	20	250
10,5	49,5	23	325
10,5	16,2	26	400

TABELA 2 – Valores médios (g) da biomassa seca total^{1/}, de *E. citriodora* e *E. grandis*, em solo com diferentes teores de água, aos 70 dias após o transplante das mudas

Espécies	Água no solo (%)		
	20	23	26
<i>E. citriodora</i>	8,43 b	11,26 b	18,30 b
<i>E. grandis</i>	13,12 a	18,54 a	29,26 a

1/ - Em cada coluna, a > b, pelo teste F

Fez-se a complementação da fertilização, aplicando-se, alternadamente, a cada sete dias, solução nutritiva de CLARK (1975) e a formulação 20-05-20 (N, P, K). Dessa forma, o total dos nutrientes aplicados por vaso foi de N-278; P-62; K-265; Ca-31; Mg-5 (em mg dos elementos).

Aos 70 dias após o transplante das mudas, fez-se a colheita das plantas, sendo essas secadas em estufa de circulação forçada de ar, a 70°C, até peso constante e, em seguida pesadas. A produção percentual da biomassa seca de plantas de *E. citriodora* e *E. grandis*, cultivadas em presença de *B. brizantha*, foi determinada, considerando-se o tratamento com ausência de *B. brizantha* e teor de 26% de água como padrão (100%).

A área foliar por planta foi determinada com medidor de área foliar (LI - (3000 A LI-COR), utilizando-se amostras de folhas.

Os dados de biomassa seca total (g) e área foliar (m²) foram submetidos à análise de variância, sendo ajustadas equações de regressão, para biomassa seca e área foliar, em função do teor de água no solo (variável quantitativa), com base na

significância do valor de F, a 5 e 1% de probabilidade. Para as espécies de eucalipto e as populações de plantas de *B. brizantha* (variável qualitativa), foram realizados, respectivamente, os testes F e Tukey, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Produção de biomassa seca e total

E. grandis acumulou maior biomassa seca que *E. citriodora*, independente da umidade no solo (Tabela 2). *E. citriodora* e *E. grandis* apresentaram resposta linear e crescente, em função dos teores de água no solo. Todavia, para *E. grandis*, obteve-se efeito mais marcante, alcançando-se o valor máximo estimado de biomassa seca de 28,38 g/planta, contra 17,60 g/planta de *E. citriodora*, a 26% de água no solo (Figura 2).

Pelos resultados, *E. citriodora* apresentou menor produção de biomassa seca que *E. grandis*, para os três teores de água, associados a diferentes populações de plantas de *B. brizantha*, evidenciando ser essa espécie mais sensível à competição com *B. brizantha* que *E. grandis*.

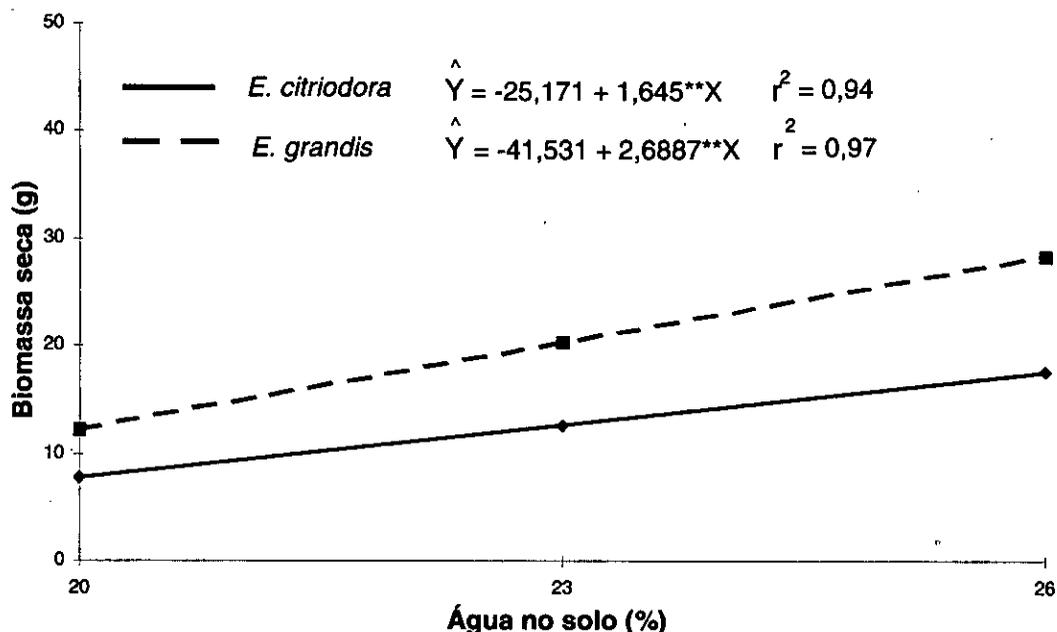


FIGURA 2 – Biomassa seca de *E. citriodora* e *E. grandis*, em resposta a 20, 23 e 26% de água no solo, independente da população de *B. brizantha*, aos 70 dias após o transplante das mudas

A presença de *B. brizantha*, principalmente com duas e três plantas por vaso, em convivência com os eucaliptos, reduziu o crescimento da raiz pivotante de *E. citriodora* e *E. grandis*, independente dos teores de água no solo (dados não apresentados), sendo esse efeito mais pronunciado sob estresse hídrico (20% de água). Esse comportamento foi similar ao das raízes laterais das mudas de eucalipto, onde se observou que com 20% de água no solo, essas raízes apresentaram menor crescimento e número, em relação àquelas que se desenvolveram em solo contendo 23 e 26% de água, em ausência de *B. brizantha*. No entanto, quando cultivadas em solo com 26% de água, verificou-se que as mudas dos eucaliptos apresentaram maior quantidade de raízes laterais e maior crescimento da raiz pivotante, permitindo explorar maior volume de solo. Esse fato pode ter possibilitado melhor suprimento de água e nutrientes para a manutenção do crescimento e desenvolvimento da parte aérea, em ausência de *B. brizantha*. Segundo (ITAI e VAADIA, 1965; DALTON et al. 1975; DUMAS et al., 1989), a produção de biomassa pelas plantas depende do sistema radicular, sendo este responsável pela absorção de água e nutrientes e, também, pela produção de substâncias reguladoras de crescimento. Dessa forma, é importante a avaliação da biomassa para a definição de técnicas

silviculturais, como, por exemplo, escolha de local onde será aplicada a fertilização e época da capina, principalmente com uso de herbicidas.

A interferência das plantas de *B. brizantha* sobre o desenvolvimento das mudas de eucalipto (Tabela 3) variou com a população de *B. brizantha* por vaso. Em ausência de *B. brizantha*, a biomassa seca foi maior que em presença de *B. brizantha*, ainda com menor resultado em presença de duas e três plantas de *B. brizantha* por vaso. Pela Figura 3, nota-se que o comportamento da biomassa dos eucaliptos foi linear e crescente, em resposta ao aumento da água do solo. Em ausência da gramínea, a resposta dos eucaliptos foi mais pronunciada. Mas, contrariando as expectativas, verificou-se que em maiores teores de água no solo, houve redução maior na produção de biomassa dos eucaliptos em decorrência da competição com *B. brizantha*. Acredita-se que isso tenha acontecido, porque, em condições ótimas de umidade no solo, *B. brizantha* pode ter desenvolvido mais rápido o seu sistema radicular, liberando grande quantidade de substâncias alelopáticas no solo. O potencial alelopático de *B. brizantha* foi constatado por CARVALHO (1993); esses efeitos foram mais evidentes na emergência e no crescimento do que na germinação de *Stylosanthes guianensis* cv. Bandeirantes.

TABELA 3 – Valores médio (g) da biomassa seca total^{1/} dos eucaliptos, cultivados em presença de 0, 1, 2 e 3 plantas de *B. brizantha*/vaso, em resposta a 20, 23 e 26% de água no solo, aos 70 dias após o transplante das mudas

Água no solo (%)	Populações de plantas de <i>B. brizantha</i> / vaso			
	0	1	2	3
20	16,93 A	12,15 B	7,69 C	6,35 C
23	31,41 A	12,44 B	8,10 C	7,66 C
26	46,41 A	24,25 B	12,48 C	11,98 C

^{1/} Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

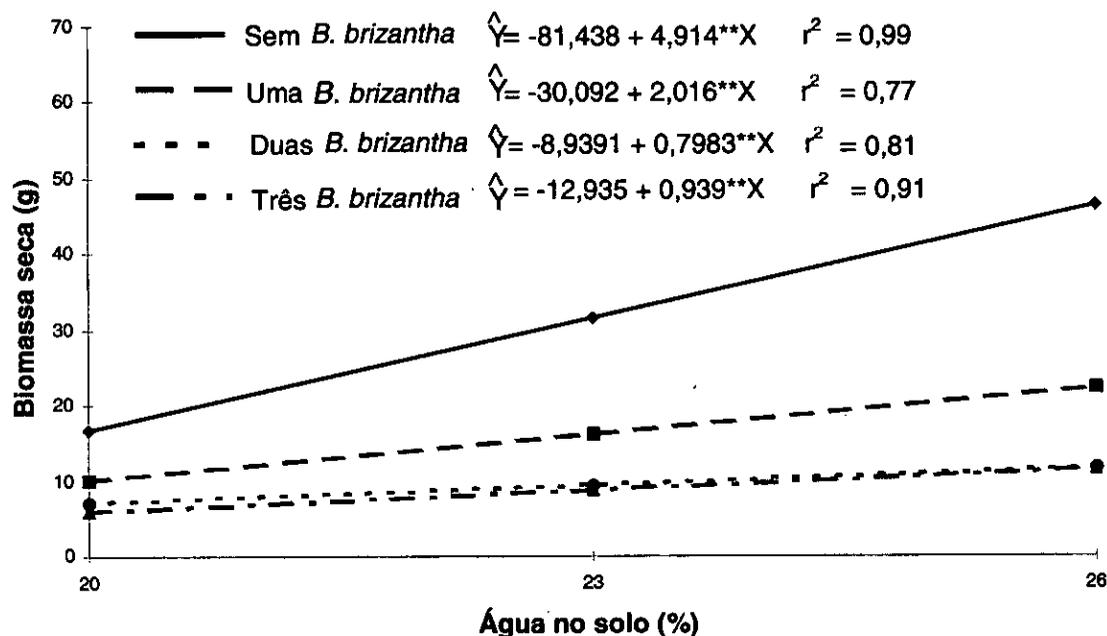


FIGURA 3 – Biomassa seca dos eucaliptos, cultivados em presença de 0, 1, 2 e 3 plantas de *B. brizantha*/vaso, em resposta a 20, 23 e 26% de água no solo, aos 70 dias após o transplante das mudas

Os valores da produção percentual da biomassa de *E. citriodora* e *E. grandis*, em presença da gramínea, foram decrescendo com o aumento da água no solo, sendo esse efeito em *E. grandis* menor que em *E. citriodora* (Tabela 4). Desse modo, a competição interespecífica entre eucalipto e *B. brizantha*, convivendo em um mesmo vaso, foi reduzida pela deficiência de água. Este fato pode ser explicado, porque a interferência de *B. brizantha* sobre o eucalipto influenciou, negativamente, a condutância estomática, a taxa transpiratória e a taxa fotossintética dos eucaliptos (SILVA, 1997). Estes resultados sugerem que o efeito da gramínea sobre o eucalipto pode não ser decorrente apenas da competição pelos fatores de crescimento (água, luz e nutrientes), mas também

por efeitos alelopáticos. Isto porque, durante a condução do experimento, fez-se constante reposição de fertilizantes e de água e, no tratamento mais completo (26%), verificaram-se os efeitos deletérios mais marcantes da gramínea sobre os eucaliptos. Ressalta-se que não houve falta de luz e “abafamento” das mudas de eucalipto pelas plantas de *B. brizantha*.

A produção percentual da biomassa seca dos eucaliptos reduziu 58% em *E. citriodora* e 66% em *E. grandis*, sob estresse hídrico (20% de água), em comparação a 26% de água no solo (Tabela 5), evidenciando ser *E. citriodora* mais resistente à deficiência hídrica que *E. grandis*, em ausência de *B. brizantha*.

TABELA 4 – Produção percentual de biomassa seca de *E. citriodora* e *E. grandis*, cultivados em presença de 0, 1, 2 e 3 plantas de *B. brizantha*/vaso, em resposta a 20, 23 e 26% de água no solo, aos 70 dias após o transplante das mudas

Água no solo (%)	<i>E. citriodora</i> Populações de plantas de <i>B. brizantha</i> /vaso				<i>E. grandis</i> Populações de plantas de <i>B. brizantha</i> /vaso			
	0	1	2	3	0	1	2	3
20	100	54	33	20	100	84	55	52
23	100	41	18	21	100	47	31	27
26	100	47	20	15	100	51	32	34

TABELA 5 – Produção percentual de biomassa seca de *E. citriodora* e *E. grandis*, cultivados em ausência de *B. brizantha*/vaso, em resposta a 20, 23 e 26% de água no solo, aos 70 dias após o transplante das mudas

Água no solo (%)	<i>E. citriodora</i> (%)	<i>E. grandis</i> (%)
20	42	34
23	67	68
26	100	100

Área foliar

A área foliar total (m²) foi maior em *E. grandis* que em *E. citriodora*, independente dos teores de água no solo (Tabela 6). Pela Figura 4, vê-se que *E. citriodora* e *E. grandis* apresentaram comportamento linear diretamente proporcional ao teor de água no solo. *E. grandis* produziu maior número de ramos laterais e maior número de folhas (dados não apresentados) que *E. citriodora*. Segundo FAÇANHA (1983), *E. grandis* tem característica de produzir maior número de ramos laterais.

WARING e SCHLESINGER (1983) esclarecem que, quanto maior o índice de área foliar (IAF), maior a biomassa seca produzida, uma vez que ocorre intensa fixação de CO₂ na forma de carboidratos. No entanto, plantas apresentando folhas necrosadas, em consequência de deficiências nutricionais e hídricas, ou ataque de pragas e doenças, mostram menor eficiência na conversão de energia luminosa, mesmo que haja aumento do índice de área foliar.

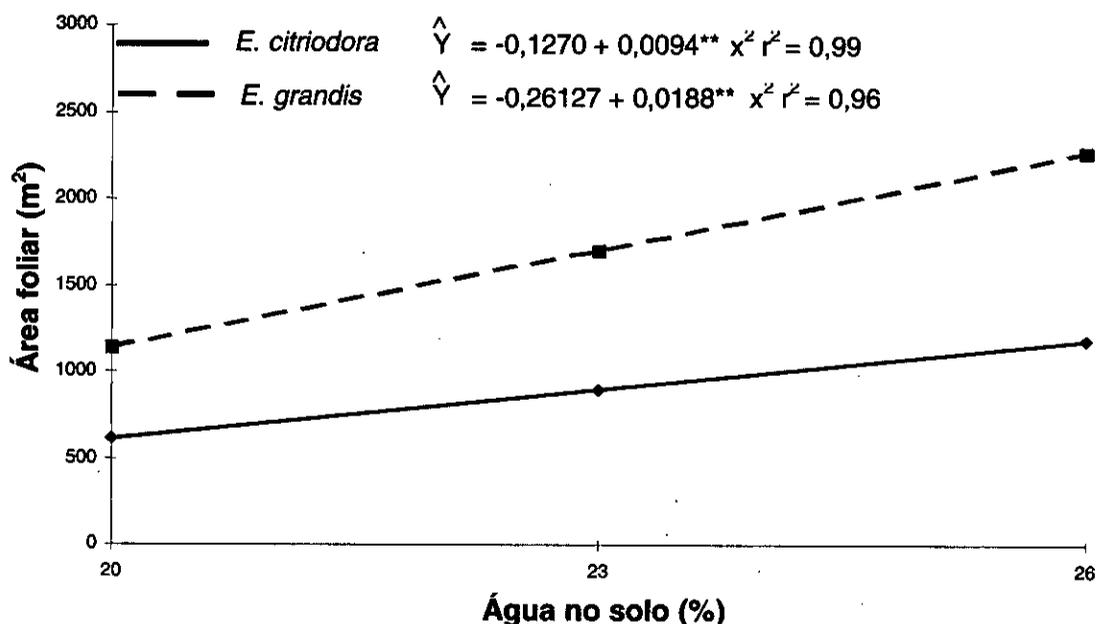


FIGURA 4 – Área foliar de *E. citriodora* e *E. grandis*, em resposta a 20, 23 e 26% de água no solo, aos 70 dias após o transplante das mudas

TABELA 6 – Valores médios (m²) área foliar^{1/}, de *E. citriodora* e *E. grandis*, cultivados com diferentes teores de água no solo, aos 70 dias após o transplante das mudas

Espécie	Água no solo (%)		
	20	23	26
<i>E. citriodora</i>	0,0621 b	0,0868 b	0,1185 b
<i>E. grandis</i>	0,1205 a	0,1567 a	0,2330 a

1/ Em cada coluna, a>b pelo teste F

Os eucaliptos apresentaram maior área foliar em ausência de *B. brizantha* e menor, em presença de duas e três plantas de *B. brizantha* por vaso, nos três teores de água no solo (Tabela 7). A Figura 5 mostra que houve variação na área foliar, inversamente proporcional à população de *B. brizantha*, e diretamente ao teor de água no solo. Em ausência de *B. brizantha*, o efeito da umidade foi mais marcante. Dessa forma, a água, juntamente com os efeitos alelopáticos, possivelmente, passou a ser fator limitante no crescimento das mudas dos eucaliptos, em razão da presença da gramínea. Para FORD (1984), a competição entre plantas se estabelece, quando um fator de crescimento não atende às suas necessidades individuais. As disponibilidades de água, nutrientes, a radiação solar e a ca-

pacidade de fixação de CO₂, podem ser limitantes ao crescimento das plantas, podendo, em algumas situações, ser menor que sua capacidade de utilização. OKOJIE et al. (1988) salientam que a intensidade de competição por esses fatores ambientais depende da densidade populacional das plantas que estão em convivência.

Quando a água é o principal fator ambiental limitante, sua disponibilidade para as árvores pode ser maximizada por ações que incluem o manejo do solo e técnicas silviculturais. Dentro das técnicas silviculturais, o controle de plantas daninhas em reflorestamento com eucalipto é indispensável, principalmente no primeiro ano do plantio (SILVA, 1993 e de LIMA, 1996). No período das chuvas esse controle se faz mais necessário.

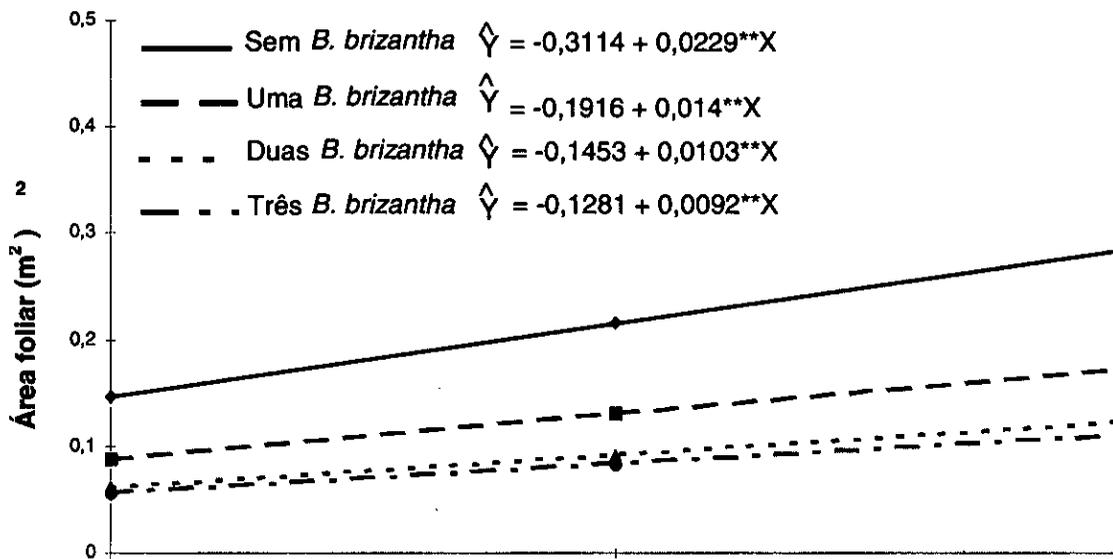


FIGURA 5 - Área foliar dos eucaliptos, cultivados em presença de 0, 1, 2 e 3 plantas de *B. brizantha*/vaso, em resposta a 20, 23 e 26% de água no solo, aos 70 dias após o transplante das mudas

TABELA 7 - Valores médios (m²) área foliar^{1/}, de eucaliptos cultivados em presença de 0, 1, 2 e 3 plantas de *B. brizantha*/vaso, em resposta a 20, 23 e 26% de água no solo, aos 70 dias após o transplante das mudas

Água no solo (%)	Populações de plantas de <i>B. brizantha</i> por vaso			
	0	1	2	3
20	0,1464 A	0,0921 B	0,0656 C	0,0612 C
23	0,2140 A	0,1208 B	0,0799 C	0,0722 C
26	0,2836 A	0,1759 B	0,1272 C	0,1164 C

1/ Médias seguidas pela mesma letra na linha, não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

CONCLUSÕES

B. brizantha influenciou, negativamente, o desenvolvimento das mudas de *E. citriodora* e *E. grandis*, cultivadas nos três teores de água. Todavia, este efeito foi maior quando os cultivos foram realizados em condições ótimas de água (26%),

principalmente, em presença de duas e três plantas de *B. brizantha*.

E. citriodora mostrou-se mais sensível à interação dos teores de água e população de *B. brizantha* que *E. grandis*.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- ADLARD, P.G.; KARIYAPPA, G.S.; SRINIVASALU, N.V. Spacing at planting of short-rotation *Eucalyptus* in Karnataka. In: CALDER, I.R.; HALL, R.L. ADLARD, P.J. (Eds.). **Growth and water use of forest plantations**. Chichester: John Wiley & Sons, 1992. p.103-127.
- AWE, J.O.; SHEPHERD, K.R.; FLORENCE, R.G. Root development in provenances of *Eucalyptus camaldulensis* Denh. **Australian Forestry**, Canberra, v.39, p.201-209, 1976.
- CARVALHO, S.I.C. **Caracterização dos efeitos alelopáticos de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu no estabelecimento das plantas de *Stylosanthes guianensis* cv. Bandeirantes**. Viçosa, MG: UFV, 1993. 66p. Dissertação (Mestrado) - Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa. 1993.
- CLARK, R.B. Characterization of phosphatase of intact maize roots. **Journal of Agricultural Food Chemical**, Washington D.C., v.23, p.458-460, 1975.
- DALTON, F.N.; RAATS, P. A.C.; GARDNER, W.R. Simultaneous uptake of water and solutes by plant roots. **Agronomy Journal**, Madison, v.67, p.334-343, 1975.
- DEFELIPO, B.V.; RIBEIRO, A.C. **Análise química do solo (metodologia)**. Viçosa, MG: UFV, 1981. 17p. (Boletim de Extensão, 29)
- DICKSON, R.E. Assimilate distribution and storage. In: RAGHAVENDRA, A.S. (Ed.). **Physiology of trees**. New York: John Wiley & Sons, 1991. p.51-86
- DUMAS, P.; BONNET-MASIMBERT, M.; ZAERR, J.B. Evidence of cytokinin bases, ribosides and glycosides in roots of Douglas-fir, *Pseudotsuga menziesii*. **Tree Physiology**, Victoria, v.5, p.87-90, 1989.
- EMBRAPA. **Manual e métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1979. (não-paginado)
- FAÇANHA, J.G.V. **Aspectos fisiológicos do crescimento de *Eucalyptus* spp. submetidos à deficiência hídrica**. Viçosa, MG: UFV, 1983. 47 p. Dissertação (Mestrado) - Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Viçosa. 1983.
- FORD, E.D. The dynamics of plantation growth. In: BOWEN, G.D.; NAMBIAR, E.K.S. (Eds.). **Nutrition of plantation forests**. New York: Academic Press, 1984. p.17-51.
- GHOLZ, H.L.; EWEL, K.C.; TESKEY, R.O. Water and forest productivity. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.30, n.1, p.1-18, 1990.
- ITAI, C.; VAADIA, Y. Kinetin-like activity in root exudate of water stressed sunflower. **Plant Physiology**, Bethesda, v.18, p.941-944, 1965.
- LIMA, W.P. **Impacto ambiental do eucalipto**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1996. 301p.
- OKOJE, J.A.; BAILEY, R.L.; BORDERS, B.E. Spacing effects in and unthinned 11-year-old *Terminalia superba* plantation in the dry lowland rainforest area of Nigeria. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.24, n.4, p.253-260, 1988.
- RICHARDS, L.A. Methods of measuring soil moisture tension. **Soil Science**, Baltimore, v.15, p.95-112, 1949.
- SILVA, W. **Tolerância de *Eucalyptus* spp. a herbicidas e a eficiência desses produtos no controle de plantas daninhas**. Viçosa, MG: UFV, 1993. 86p. Dissertação (Mestrado) - Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa. 1993.
- SILVA, W. **Interferência de *Brachiaria brizantha* sobre *Eucalyptus citriodora* e *E. grandis*, cultivados em solos com diferentes teores de água**. Viçosa, MG: UFV, 1997. 89 p. Tese (Doutorado) - Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa. 1997.
- WARING, R.H.; SCHLESINGER, W.H. **Forest ecosystems and management**. Orlando: Academic Press, 1983. 340p.
- ZOHAR, Y.; WAISEL, Y.; KARSCHON, R. Effects of light, temperature and osmotic stress on seed germination of *Eucalyptus occidentalis* Endl. **Australian Journal of Botany**, Melbourne, v.23, p.391-397, 1975.

COLONIZAÇÃO E DISPERSÃO DE ADULTOS DE *Anastrepha fraterculus* (WIED.) (DIPTERA:TEPHRITIDAE) EM POMARES DE PESSEGUEIRO E MACIEIRA

LUIZ ANTONIO SALLES¹

RESUMO – Observou-se que o tipo de vegetação adjacente ao pomar propicia um padrão de ocupação e dispersão dos adultos de *Anastrepha fraterculus* (Wied.). Em macieira (*Malus domestica*) as moscas começaram a colonizar o pomar pelas áreas limites com a mata e imediatamente vizinhas. Em pessegueiro (*Prunus persicae*) as moscas foram capturadas massivamente (90,5%) na área do pomar e não na mata ou vizinhanças (0,5%). Dentro do pomar de macieira, a porcentagem de captura foi de somente 43,0%. No pomar de macieira, as primeiras moscas que invadiram foram fêmeas, enquanto que em pessegueiro, ambos os sexos ocorreram simultaneamente, embora a maioria fossem fêmeas. Em pessegueiro, a ocorrência dos frutos maduros apresentou uma correlação positiva com a presença e distribuição das moscas, o que não foi observado em macieira.

Palavras-chave: Insecta, mosca-das-frutas, habitat, comportamento animal.

COLONIZATION AND DISPERSAL OF *Anastrepha fraterculus* (WIED.) (DIPTERA:TEPHRITIDAE) ADULTS IN PEACH AND IN APPLE ORCHARDS

ABSTRACT – Presence of native forest showed a detrimental effect on the colonization and distribution of *Anastrepha fraterculus* (Wied.) adults in apple (*Malus domestica*) orchard but not in the peach (*Prunus persicae*) orchard. In apple, adults began to occupy the orchard in areas adjacent to the forest, and concentrated its presence in the forest and surroundings. In peach, 90.5% of the flies were captured within the orchard, and only 0.5% in the forest or nearby. Within the apple orchard, 43.0% of the flies were captured, and the first flies invading the habitat were females, while in peach both sexes occurred simultaneously, especially females. It was possible to characterize a pattern of adult colonization and distribution in peach and apple agroecosystems. In peach, fruit presence (especially close to ripening) had a positive correlation with adult occurrence and distribution, while in apple this did not occur.

Key words: Insecta, fruit-fly, habitat, behavior.

INTRODUÇÃO

Mobilidade e polifagia são características que tornam difícil o manejo de muitas espécies de insetos-praga. As moscas-das-frutas neotropicais, principalmente as do gênero *Anastrepha*, enquadram-se nesta situação (STINNER et al., 1983, SALLES, 1995). *Anastrepha fraterculus* (Wied.), por exemplo, no extremo sul do Brasil (latitude 31° S, longitude 52° W), não apresenta diapausa hibernaral (SALLES, 1993), os adultos vivem por cerca de 170 dias, infestam e se multiplicam em, pelo menos, 24 plantas hospedeiras (SALLES, 1995). Estas características conferem à espécie, a capacidade de explorar e viver em diferentes agroecossistemas ao longo do ano.

SOUTHWOOD (1962) propôs a distinção do movimento dos insetos em duas categorias básicas: trivial e migratória. Movimentos triviais seriam aqueles normalmente confinados ao território ou habitat da população. Movimentos migratórios, aqueles que levam o inseto para fora desta área. Já BAKER (1978), baseado no proposto por SOUTHWOOD (1962), definiu habitat (território) como sendo a área mínima na qual o inseto obtém todos o requisitos ecológicos necessários para a sua vida. Assim, WALKER (1986) propôs que dis-

persão significasse a ocupação (avanço) da espécie na área, podendo ser tanto por movimentos triviais como migratórios. Neste trabalho, será utilizado este conceito, ou seja, a entrada e expansão da presença da mosca-das-frutas no pomar será considerada como dispersão.

ALUJA (1993) chama atenção que os movimentos padrões das moscas-das-frutas devem ser considerados, quando do estabelecimento de estratégias de manejo. ALUJA et al. (1986) constataram que 64% das capturas de moscas em pomar de manga, *Mangifera indica*, no México, ocorreram na periferia. Resultados similares foram obtidos em pomares de macieira, nos Estados Unidos (PROKOPY et al., 1990).

A distância de vôo (dispersão) de moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha* foi pouco estudada. CHRISTENSON e FOOTE (1960) mencionam que *Anastrepha ludens* (Loew) dispersam até 135 km. Desta mesma espécie, SHAW et al. (1967) capturaram moscas a 36 km do local da liberação. BATEMAN (1976) sugere que espécies de moscas-das-frutas tropicais, tendem a ser fortes voadoras e, em consequência, apresentam grande capacidade de dispersão. Dentro de uma determinada área, *A. obliqua* (Macquart), *A. ludens* e *A. fraterculus*, voam para dentro e para fora da área

1. Eng. Agr., Ph.D. – Embrapa Clima Temperado. BR 392 Km 78, Caixa Postal 403, 96001-970 Pelotas, RS. Recebido para publicação em 16/12/1997.

de ocorrência da fruta hospedeira e vegetação nativa (MALAVASI et al., 1983, ALUJA e BIRKE, 1993, ALUJA, 1994).

O trabalho tem como objetivo descrever a característica da colonização e dispersão da mosca-das-frutas *A. fraterculus*, em pomar de pessegueiro, *Prunus persicae*, e macieira, *Malus domestica*.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram desenvolvidos no município de Pelotas, RS (latitude 31° S, longitude 52° W), em pomar de pessegueiro, cv. Esmeralda, com seis anos, área de 2 ha, com cerca de 800 plantas, no espaçamento de 4 m x 6 m; e em macieira, cv. Gala, com cinco anos, área de 6 ha, cerca de 2400 plantas, espaçamento 6 m x 6 m, no período de outubro de 1996 a fevereiro de 1997. Os pomares distavam entre si, aproximadamente, 5 a 6 km em linha reta, admitindo-se assim, apresentarem condições mesoclimáticas similares. Ambos pomares eram, em parte, circundados por mato nativo, campo, faxina baixa e alta (Figura 1).

Para a captura dos adultos da mosca-das-frutas usou-se a armadilha do tipo frasco-de-soro e o atrativo alimentar suco de pêssego a 10% (SALLES, 1995). O atrativo foi substituído semanalmente. As moscas capturadas foram separadas, sexadas e contadas. Apesar de que nesta região, mais do que 95% das moscas capturadas serem *A. fraterculus* (SALLES e KOVALESKI, 1990), descartou-se exemplares que apresentassem variação fenotípica.

No pomar de pessegueiro foram instaladas 28 armadilhas e, no pomar de macieira, 42 armadilhas. No pomar de pessegueiro, as armadilhas 1, 2, 9 e 10 localizavam-se no mato; as armadilhas 3, 11, 18, 19 e 20 localizavam-se na borda do pomar e, as demais, no interior do pomar (Figura 1 A). No pomar de macieira, as armadilhas 1, 2, 27, 28, 29 e 30 localizavam-se no campo; as armadilhas 13, 14, 15, 16, 17, 39, 40, 41 e 42 localizavam-se no mato; as armadilhas 12, 18 e 38 nas bordas do pomar e as demais localizavam-se na parte interna do pomar (Figura 1 B). O monitoramento foi semanal, 9 no pessegueiro e 16 na macieira, desde logo após o raleio, até o início da colheita.

Os dados de cada pomar foram analisados e a relação de captura foi relativa ao número de armadilhas em cada pomar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No pomar de pessegueiro, durante o primeiro monitoramento (13/10), foram capturadas fêmeas e machos nas armadilhas que se localizavam ao lado do mato e nas que estavam no pomar, adiante da área com faxina baixa (Figura 1 A). No segundo monitoramento (19/10) houve capturas nas armadilhas que estavam localizadas na área do pomar. Nos três primeiros monitoramentos foram capturadas 24 moscas, sendo 22 fêmeas (91,6%) e somente 2 machos (8,4%). Nas armadilhas mais centrais do pomar, o número de moscas capturadas acompanhou a tendência de todas as armadilhas, concentrando-se durante o período de maior incidência, que foi entre 1/11 e 23/11. As maiores capturas totais de fêmeas e de machos aconteceram na parte central do pomar. Dentro do mato, capturou-se somente uma fêmea e três machos (Tabela 1). Estes dados sugerem que as moscas-das-frutas têm incidência inicial no pomar de pessegueiro de forma aleatória, ou seja, que a presença do mato adjacente ao pomar não teve uma influência direta no início da presença, concentração e número de moscas capturadas, quer fêmeas ou machos. Os adultos migrantes teriam um comportamento indiferente às condições que rodeiam a área do pomar em si. Durante os três primeiros monitoramentos na área com pessegueiro foram capturadas, praticamente, só fêmeas, ou seja, 19 fêmeas e 1 macho, sugerindo que a invasão começa pelas fêmeas. Este fato é expressivo, pois sendo as fêmeas o alvo principal no controle da mosca (SALLES, 1995), devem ser tomadas medidas nos primeiros indícios da presença, especialmente para o controle da fase adulta.

Foi durante o período de inchamento dos frutos de pêssego (entre 01 e 23/11), quando a mosca infesta o pêssego (SALLES, 1994), que obteve-se maior número de indivíduos capturados, sugerindo ocorrer uma associação de estímulos para que isto aconteça, principalmente provenientes da planta (fruto).

TABELA 1 – Número de indivíduos de *Anastrepha fraterculus*, fêmeas (F) e machos (M), capturados no pomar de pessegueiro, Pelotas, RS, 1997

Local	Data do monitoramento									
	Outubro			Novembro				Dezembro		
	13	19	26	1	9	16	23	30	7	
Pomar F	2	4	13	12	80	146	79	5	7	
M	1	0	0	8	29	82	49	1	2	
Borda F	1	0	2	4	11	17	4	0	2	
M	0	1	0	1	5	14	7	0	2	
Mato F	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
M	0	0	0	1	1	0	0	0	1	

No pomar de macieira, no primeiro monitoramento (4/11), não foi capturada nenhuma mosca-das-frutas. Já no segundo, em 11/11, foram capturadas três fêmeas, uma em cada armadilha, que se localizavam na área de campo e dentro do mato. Analisando-se as capturas do terceiro monitoramento (18/11), vê-se que houve captura, novamente, de três fêmeas nas ar-

madilhas na área de campo e em duas que limitavam a área de campo com início do pomar (armadilhas 3 e 31, Figura 1B). Na análise dos três primeiros monitoramentos (4, 11 e 18/11), apesar da baixa captura, as primeiras moscas capturadas foram todas fêmeas e nenhuma foi dentro da área do pomar, mas no campo e no mato (Tabela 2).

TABELA 2 – Número de indivíduos de *Anastrepha fraterculus*, fêmeas (F) e machos (M), capturados no pomar de macieira, Pelotas, RS, 1997

Local	Data do monitoramento															
	4	11	18	25	2	8	15	22	29	5	12	19	26	3	9	17
Campo F	0	1	1	2	0	0	0	1	0	2	0	1	0	0	0	0
M	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3	1	0	0	0
Pomar F	0	0	2	3	0	0	2	10	6	12	1	5	3	0	1	1
M	0	0	0	1	0	0	1	6	3	6	2	2	2	0	0	1
Borda F	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	2	0	0	0	0
M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Mato F	0	2	0	1	0	0	0	12	7	0	3	6	2	2	0	0
M	0	0	0	0	0	0	5	13	4	3	1	3	4	1	2	0

A média de capturas das armadilhas localizadas no mato foi de 7,8 moscas/armadilha e imediatamente adjacentes (borda), foi de 2,6 moscas, quase igual à média de captura na área do pomar (2,9 moscas) e nas do campo, que foi 2,5 moscas/armadilha (Tabela 2). Já no pessegueiro, a média de captura no mato foi insignificante (1,0 mosca/armadilha) e na borda foi de 13,8 moscas; porém na área situada dentro do pomar foram capturadas 27,3 moscas/armadilha (Tabela 1).

Os números absolutos de moscas capturadas nos dois pomares não podem ser diretamente comparados, mas sim as proporções de capturas. Assim, na macieira, 43,0% das moscas foram capturadas nas armadilhas situadas no mato, contra so-

mente 0,5% de captura dessas armadilhas no pessegueiro. No interior do pomar de macieira, capturou-se 43,0% das moscas e no de pessegueiro essa captura representou 90,5% do total de moscas.

Baseando-se nestas informações, é possível especular que *A. fraterculus* tenha um comportamento errático e transitório entre as plantas de macieira e o mato, talvez por ser uma praga não adaptada a infestar e se desenvolver em maçã (MAGNABOSCO, 1994), mas sim explorar e ovipositar nos frutos, desde que estes tenham, aproximadamente, 1 cm de diâmetro. Já no pêssego, poderá haver a ocorrência concomitante da população de moscas adultas com o fruto, pois o pêssego é uma das plantas hospedeiras multiplicadoras

desta espécie no sul do Brasil (SALLES, 1995).

As capturas no pomar de pessegueiro foram drasticamente maiores durante o período de inchamento dos frutos (9 a 23/11) (Tabela 1). Já, no pomar de macieira, as maiores capturas de moscas ocorreram no período de 22/12 a 19/1 (Tabela 2). Assim, houve uma defasagem de mais de um mês nos picos de capturas entre os dois pomares. Sugere-se que a presença da mosca no pomar de pessegueiro está mais correlacionada com o estágio de desenvolvimento dos frutos do que com as condições climáticas ou outro fator; entretanto em macieira, isso não ocorreu. Nesse último caso, as moscas teriam que efetuar movimentos migratórios entre as plantas de macieira e o mato. Todavia, no pessegueiro, os movimentos seriam triviais entre as plantas de pessegueiro, caracterizando assim, população residente no pomar.

CONCLUSÕES

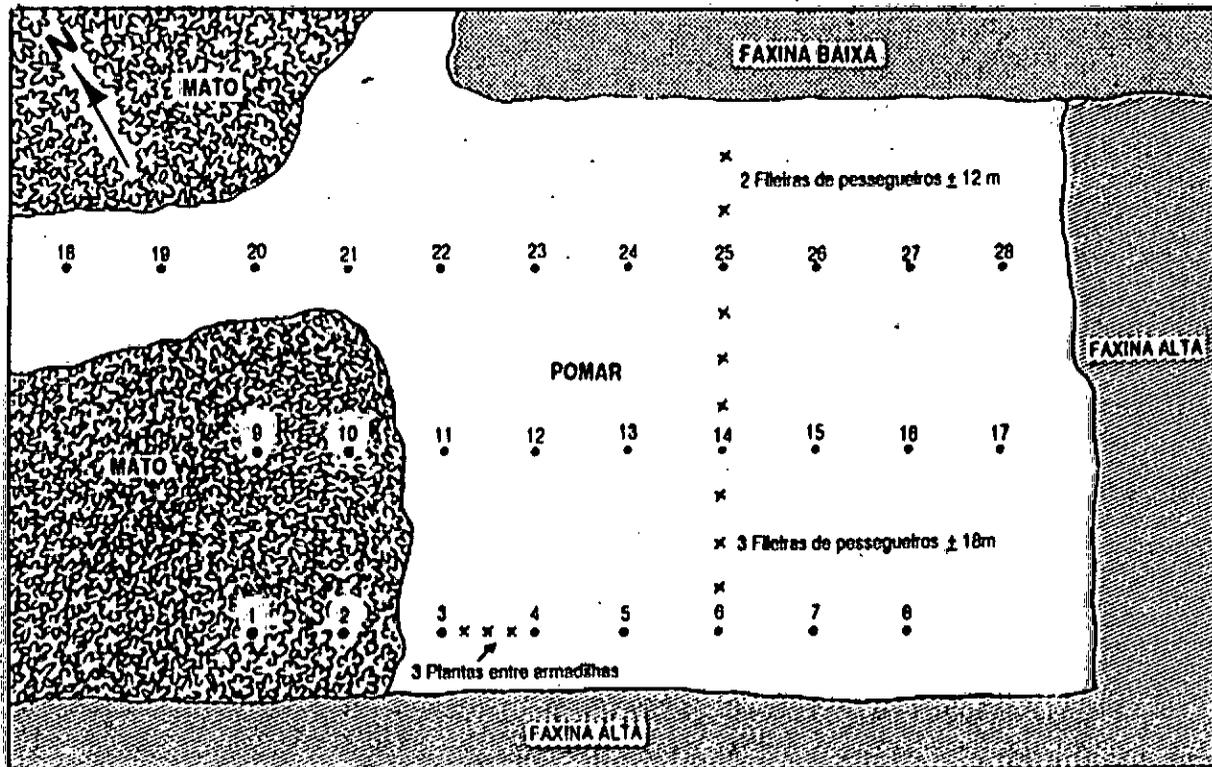
As maiores capturas de moscas das frutas ocorrem na área interna do pomar de pessegueiro e nas áreas adjacentes ao pomar de macieira.

Há diferenças quanto ao modo de colonização e de dispersão das moscas das frutas entre o pomar de pessegueiro e o de macieira.

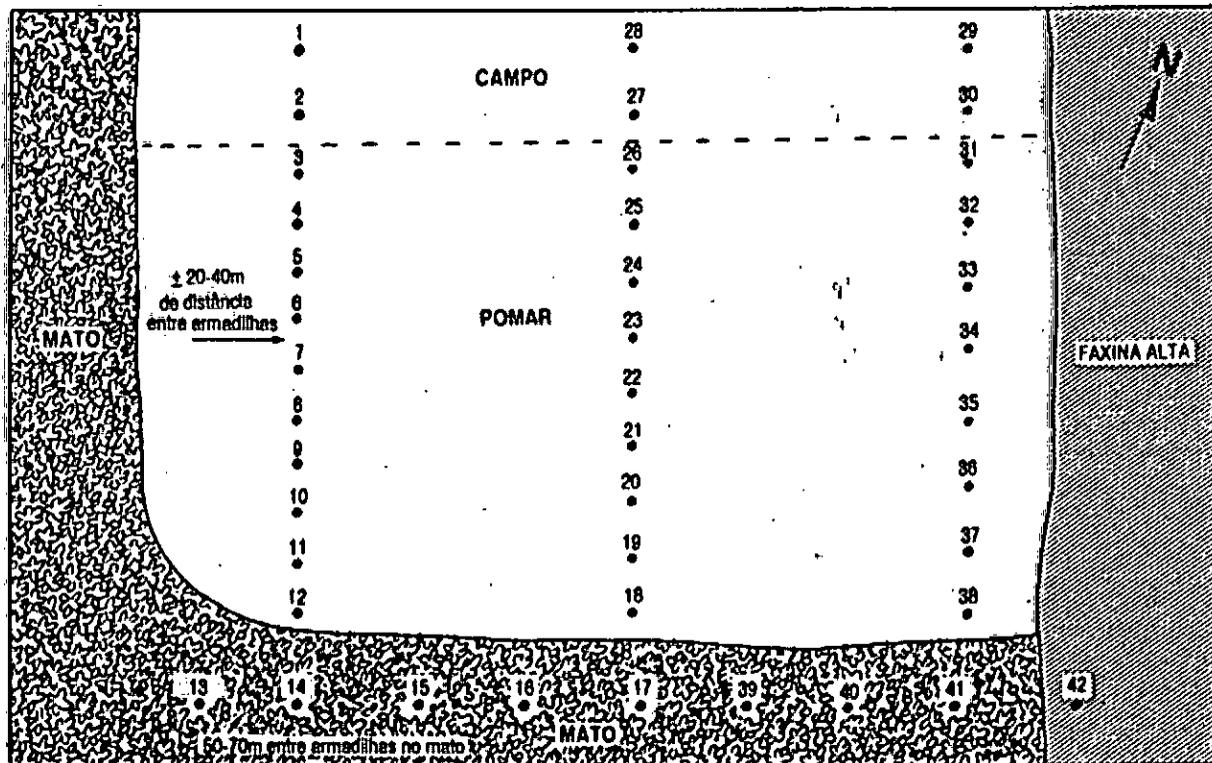
BIBLIOGRAFIA CITADA

- ALUJA, M. The study of movement in tephritid flies: review of concepts and recent advances. In: ALUJA, M.; LIEDO, P. (Ed.), **Fruit flies: biology and management**. New York: Springer-Verlag, 1993. p.105-113.
- ALUJA, M. Bionomics and management of *Anastrepha*. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.39, p.155-178, 1994.
- ALUJA, M.; CALENDORIO-HURTADO, H.; LIEDO, P.; GUILLEN, J. Some results of general interest for control of *Anastrepha* spp. In: CAVALLORO, R. **Fruit flies of economic importance**. Rotterdam: CEC/IOBC, 1986. p.209-216.
- ALUJA, M.; BIRKE, B. Habitat use by *Anastrepha obliqua* (Diptera:Tephritidae) in a mixed mango and tropical plum orchard. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v.86, p.799-812, 1993.
- BAKER, P.R. **The evolutionary ecology of animal migration**. New York: Holmes and Meier, 1978. 1012p.
- BATEMAN, M.A. Fruit flies. In: DeLUCI, V.L. **Studies in biological control**. Cambridge: University Press, 1976. p.11-49.
- CHRISTENSON, L.E.; FOOTE, R.E. Biology of fruit flies. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v.5, p.171-192, 1960.
- MAGNABOSCO, A.L. **Influência de fatores físicos e químicos de maçãs, c.v. Gala, no ataque e desenvolvimento larval de *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera:Tephritidae)**. Pelotas, 1994. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade), Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, 1994. 95p.
- MALAVASI, A.; MORGANTE, J.S.; PROKOPY, R.J. Distribution and activities of *Anastrepha fraterculus* (Diptera:Tephritidae) flies on host and non host trees. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v.76, p.286-292, 1983.
- PROKOPY, R.J.; JOHSON, S.A.; O'BRIEN, M.T. Second-stage integrated management of apple arthropod pests. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, The Hague, v.54, p.9-19, 1990.
- SALLES, L.A.B. Emergência dos adultos de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera:Tephritidae) durante o outono e inverno em Pelotas-RS. **Anais da Sociedade Entomologica do Brasil**, Londrina, v.22, p.63-69, 1993.
- SALLES, L.A.B. Períodos de ataque e controle da mosca-das-frutas em Pessegueiro. **HortiSul**, Pelotas, v.3, p.47-51, 1994.
- SALLES, L.A.B. **Bioecologia e controle da mosca-das-frutas sul-americana**. Pelotas: EMBRAPA-CPACT, 1995. 58p.
- SALLES, L.A.B.; KOVALESKI, A. Mosca-das-frutas em macieira e pessegueiro no Rio Grande do Sul. **HortiSul**, Pelotas, v.1, p.5-9, 1990.
- SHAW, J.G.; SANCHEZ-RIVIELO, M.; SPRISKAKOFF, L.M.; TRUJILLO, P.G.; LOPEZ, F.D. Dispersal and migration of tepa-sterilized Mexican fruit flies. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v.60, p.992-994, 1967.
- SOUTHWOOD, T.R.E. Migration of terrestrial arthropods in relation to habitat. **Biology Review**, Cambridge, v.37, p.171-214, 1962.
- STINNER, R.E.; BARFIELD, C.S.; STIMAC, J.S.; DOHSE, L. Dispersal and movement of insect pests. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.28, p.319-335, 1983.
- WALKER, T.J. **Adaptative displacement: insect migration and lesser movements**. Gainesville: University of Florida, Entomology and Nematology Department, 1986. 30p.

COLONIZAÇÃO E DISPERSÃO DE ADULTOS DE *Anastrepha fraterculus* (WIED.) (DIPTERA: TEPHRITIDAE)
EM POMARES DE PESSEGUIRO E MACIEIRA



A



B

FIGURA 1 – Croqui dos pomares de pessegueiro (A) e macieira (B), Pelotas, RS, 1997

SENSIBILIDADE DE GENÓTIPOS DE AVEIA (*Avena sativa* L.) NA PRIMEIRA GERAÇÃO APÓS TRATAMENTO DE SEMENTES COM AGENTES MUTAGÊNICOS

JEFFERSON LUÍS MEIRELLES COIMBRA¹, FERNANDO IRAJÁ FELIX DE CARVALHO², FERNANDO LUÍS CAPRIO DA COSTA³, SIMONE ALVES SILVA⁴, NOELI J. S. VASCONCELLOS⁴, CLAUDIR LONRECETTI⁵, ALTAIR D.R. FAES⁶

RESUMO – Contribuição relevante para o melhoramento genético de aveia é a possibilidade da utilização de mecanismos que incrementem a variabilidade genética. O objetivo deste trabalho foi avaliar e comparar a sensibilidade de genótipos fixos de aveia hexaplóide quanto ao emprego de agentes mutagênicos. Dois mutagênicos químicos, etilmetanossulfonato (EMS) e metilmetanossulfonato (MMS), e um físico (raios gama), em três doses, foram testados para quatro genótipos. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com três repetições, sendo a unidade experimental composta por uma caixa gerbox com papel germiteste e 100 sementes. As médias foram comparadas pelo teste de Scheffé. Os dados apontaram decréscimo linear dos caracteres germinação e comprimento da raiz com o aumento da dose do mutagênico. Apenas o efeito linear do mutagênico EMS foi significativo. Dentro do intervalo estudado (0-3%) a germinação diminuiu ($b = -1,03$) com o aumento da dose do EMS. A radiação gama reduziu acentuadamente o comprimento da raiz ($b = -4,72$), comparativamente aos demais agentes mutagênicos.

Palavras-chave: melhoramento genético, mutagênese, efeitos fisiológicos.

OAT GENOTYPES (*Avena sativa* L.) SENSIBILITY IN THE FIRST GENERATION AFTER SEED TREATMENT WITH MUTAGENIC AGENTS

ABSTRACT – Important contribution for oat genetic improvement is the possibility to use mechanisms that increase genetic variability. The objective of this work was to evaluate and compare the sensibility of hexaploid oat fixed genotypes as a response to the employment of mutagenic agents. Two mutagenic chemicals, ethyl methanesulphonate (EMS) and methyl methanesulphonate (MMS), and one physical (gamma rays), in three doses, were tested in four genotypes. The experimental design was a randomized complete block with three replicates for each treatment, where the experimental unit was composed by a gerbox with germitest paper and 100 seeds. Averages were compared by the Scheffé test. Data indicate linear decrease of the characters germination and root length with the increase of the mutagenic dose. Only the linear effect of mutagenic EMS was significant. Within the studied interval (0-3%), germination decreased ($b = -1,03$) with the increase of the EMS doses. Gamma radiation caused significant reduction in root length ($b = -4,72$), as compared to the other mutagenic agents.

Key words: plant breeding, mutagenesis, physiological effects.

INTRODUÇÃO

Alterações na seqüência de bases do ácido desoxirribonucléico (DNA), molécula que contém o código genético dos seres vivos, ocorrem espontaneamente e podem ser intensificadas por agentes químicos e físicos (NÓBREGA, 1998). Portanto, essas alterações na molécula de DNA são a base física da variabilidade genética dos seres vivos, sendo usadas como poderosas ferramentas pelos melhoristas com a intenção de ampliar a variabilidade genética e/ou selecionar genótipos superiores.

O êxito na seleção de plantas, para os autores BRIGGS e KNOWLES (1967), está diretamente relacionado à existência de variabilidade genética, visto que a ausência de dispersão impossibilita o

acionamento de mecanismos evolutivos em qualquer espécie. Essa variabilidade, encontrada nos organismos vivos, é devido à ocorrência de mutações naturais e recombinações gênicas, na qual a seleção natural exerce um papel fundamental na manutenção dos indivíduos melhor adaptados para um determinado ambiente (SIMMONDS, 1981).

A ocorrência de mutações espontâneas na natureza é relativamente de baixa freqüência e de difícil identificação, por serem, na sua maioria, recessivas e deletérias (ALLARD, 1960). Exercer algum controle sobre a ocorrência de mutações, bem como utilizar técnicas que incrementem o número de mutantes, são aspectos que vêm sendo enfatizados cada vez mais pelos pesquisadores.

Em estudo sobre o efeito de mutações induzidas, GREGORY (1967) estabeleceu que os

1. Eng. Agr. – Aluno do Curso de Pós-graduação em Agronomia da UFPel, Pelotas, RS. Jlmcpos@ufpel.tche.br
2. Eng. Agr., Ph.D. – Professor da UFPel. Caixa Postal 354, 96001-970 Capão do Leão, RS. Pesquisador do CNPq.
3. Eng. Agr., M.Sc. – Professor da Faculdade de Agronomia, UFPel, Pelotas, RS.
4. Aluna – Curso de Pós-graduação da UFPel, Pelotas, RS.
5. Aluno – Curso de Agronomia, UFPel, Pelotas, RS. Bolsista de Iniciação Científica do CNPq.
6. Físico-Médico – Supervisor em Rádio-proteção CRO/UFPel, Pelotas, RS.
Recebido para publicação em 26/12/1997.

mutagênicos têm campos diferenciados de atuação. Definiu, como macromutação, as alterações em pequeno número de genes de grande efeito no caráter, determinando modificações na média da população e não interferindo na distribuição dos indivíduos; como micromutações, as modificações em grande número de genes de pequeno efeito sobre o caráter, estabelecendo alteração na variância da população.

A determinação dos efeitos dos agentes mutagênicos sobre as plântulas provenientes de sementes tratadas constitui procedimentos rotineiros em trabalhos desta natureza, pois esses efeitos dependem, entre outros fatores, do genótipo tratado (GAUL, 1977). Em geral, a sensibilidade das sementes tratadas é avaliada pelos efeitos dos agentes mutagênicos sobre a percentagem de germinação, fertilidade das inflorescências, desenvolvimento das plantas, sobrevivência e outras características (CARNEIRO et al., 1987). Comumente, do ponto de vista técnico, os efeitos principais são: atraso no crescimento e redução na sobrevivência, com o incremento das doses utilizadas (ABRAMS e FREY, 1964; GAUL et al., 1972).

Os genótipos destinados à irradiação devem ser os mais adaptados, necessitando apenas de pequenas alterações genéticas em poucos caracteres. Em consequência, são utilizadas constituições genéticas fixas, embora existam indicações de que sementes da geração F_1 recebem algumas vantagens por exporem dois alelos distintos, ao mesmo tempo, à ação do mutagênico (MICKE e DONINI, 1993).

O estreito relacionamento genético entre genótipos de aveia (O'DONOUGHUE et al., 1994) e a dificuldade de efetuar grande número de cruzamentos, especialmente em espécies autógamas (BARBOSA NETO e BERED, 1998), apontam o emprego de agentes mutagênicos como uma alternativa para suprir as atuais dificuldades dos métodos utilizados em melhoramento genético de aveia.

A utilização de diferentes mutagênicos tem despertado grande interesse, visto que implica em aumento da variância genética em espécies como aveia (NASCIMENTO JUNIOR et al., 1990) e triticale (PANDINI et al., 1997). Sendo assim, é necessário determinar a efetividade dos agentes mutagênicos, bem como suas respectivas doses. Neste sentido, o presente trabalho foi executado com o objetivo de avaliar e identificar a melhor relação entre dose e produto, que causa o menor dano fisiológico na geração M_1 em genótipos modernos de aveia do sul do Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no Laboratório de Genética Vegetal/D25/IB da Universidade Fede-

ral de Pelotas, localizado no município de Capão do Leão, Rio Grande do Sul, nos meses de outubro e novembro de 1997, para testar quatro genótipos fixos de aveia hexaplóide, três mutagênicos e três doses para cada mutagênico. Foram aplicados os tratamentos utilizando sementes dos quatro genótipos pré-embebidas em água destilada. Posteriormente, todos os genótipos foram submetidos à dose padrão, constituída pela ausência de aplicação do agente mutagênico nas sementes, a qual serviu de controle para sensibilidade dos genótipos aos mutagênicos e às respectivas doses avaliadas. As sementes permaneceram em água destilada por 10 horas e 30 minutos, antes da aplicação do tratamento. Este tempo de pré-embebedimento foi determinado num ensaio preliminar, submetendo-se todos os genótipos ao embebedimento durante 24 horas e pesando-se as sementes, de hora em hora, até seu peso se estabilizar, com o intuito de padronizar o conteúdo de água nas mesmas, após ter sido atingido o ponto de saturação. Em seguida, ficaram por duas horas em contato com o agente mutagênico. Logo após a aplicação do mutagênico, permaneceram por uma hora em água corrente e uma hora em água parada. Este procedimento teve como objetivos a eliminação de radicais livres e do produto mutagênico utilizado. Há evidências que, quanto maior o conteúdo de água nas sementes, menor é o teor de oxigênio (radicais livres) que age diretamente na formação de peroxid radicais (H_2O_2), os quais atuam como agentes mutagênicos, podendo causar efeitos fisiológicos tampões, mascarando, assim, o verdadeiro efeito dos agentes mutagênicos testados (NÓBREGA, 1998).

A unidade experimental foi composta por 100 sementes de cada genótipo, semeadas em caixa gerbox medindo 11x11 cm. A caixa gerbox continha dois papéis germinadores, um liso e outro marcado com cem lugares. Em seguida foram postas em câmara de crescimento a 21° C, permanecendo até a germinação da maioria das sementes. Os danos fisiológicos causados pelo agente mutagênico foram medidos através da avaliação do número de sementes germinadas (GER), três dias após a semeadura. Sendo que as plântulas permaneceram em crescimento por um período de dez dias, quando foram realizadas as avaliações das seguintes variáveis: comprimento da plântula (CP), em cm, e comprimento da raiz (CR), em cm, segundo metodologia proposta por BRIGGS e KNOWLES (1977) e GAUL (1977).

Os tratamentos foram constituídos pelos seguintes mutagênicos químicos alquilantes: etilmetanossulfonato (EMS) e metilmetanossulfonato (MMS). O mutagênico físico utilizado foi os raios gama provenientes de Co^{60} , em concentrações distintas, conforme dados incluídos na Tabela 1.

TABELA 1 – Agentes mutagênicos: etilmetanossulfonato (EMS), metilmetanossulfonato (MMS) e raios gama, com suas respectivas concentrações. Fac. de Agronomia Eliseu Maciel/UFPel, 1997

Mutagênicos	Doses		
EMS	0,5%	1,5%	3,0%
MMS	0,25%	0,5%	1,0%
Gama	100 G _y	200 G _y	400 G _y

Foi utilizado, para as irradiações, o aparelho Eldorado-78, fabricado no Canadá pela Theratronics Ltd., do Centro Regional de Oncologia da Faculdade de Medicina (CRO/UFPel), com rendimento de 54,01 C_{Gy}, para um campo de 30x30 cm, e uma distância de 80 cm. Os tratamentos com raios gama foram efetuados na fonte de Cobalto – 60, com 1679 C_y. Sendo irradiadas 100 sementes pré-embebidas, por tratamento. As doses totais absorvidas foram de 100, 200 e 400 G_y por tratamento.

Sementes básicas de quatro genótipos de aveia (UFRGS 10, UFRGS 14, UPF 16 e CTC 3) foram tratadas com produtos mutagênicos. Além do alto rendimento de grãos, estas cultivares revelam bons caracteres agrônômicos, como média a alta estatura, ciclo precoce a intermediário, boa qualidade de grãos, com elevado peso de hectolítrico, e uma boa relação grão/palha, quando comparadas às cultivares tradicionalmente plantadas no Sul do Brasil (CARVALHO, 1998).

Os dados da análise de variância univariada foram analisados no delineamento experimental inteiramente casualizado, com três repetições para cada tratamento, e os graus de liberdade foram particionados num esquema fatorial com as seguintes causas de variação: genótipos (G), mutagênicos (M), GxM, dose (D), GxD, MxD, GxMxD, repetições e erro médio. Como o número de repetições para cada tratamento é diferente, foi utilizado o cálculo da soma de quadrados para dados não balanceados através do procedimento GLM, o qual utiliza o método dos quadrados mínimos para ajustar um modelo linear (SAS Institute, 1985). Para análise de regressão foi utilizado o procedimento REG, este procedimento ajusta modelos de regressão linear estimados através dos quadrados mínimos (SAS Institute, 1985).

Para os testes de hipóteses sobre os efeitos do modelo foi usado o erro médio; para comparação das médias dos tratamentos com a testemunha foi empregado o teste de Scheffé a 5% de probabilidade. Para efeito de análise estatística, os dados da variável germinação foram transformados em $\sqrt{x+1}$, com o objetivo de diminuir a heterogeneidade da variância e assimetria da distribuição dos dados (STEEL e TORRIE 1980). As

análise foram realizadas, separadamente para cada caráter, usando o programa computacional SAS (SAS Institute, 1985).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância, incluídos na Tabela 2, demonstram que houve diferença estatística para o caráter germinação entre os efeitos dos mutagênicos (M) e genótipo (G) e para as interações entre G*M e M*D. Esse fato revela a dependência do genótipo, tanto na presença do agente mutagênico, quanto da dose.

Os dados referentes ao caráter comprimento da raiz, também descritos na Tabela 2, apontam diferença estatística para as causas de variação: genótipo, mutagênico, dose, e para as interações G*M e M*D, indicando as dependências do genótipo com o tipo de agente mutagênico empregado no tratamento de sementes e do agente mutagênico com a dose, respectivamente. Os valores do teste de F mostram variações altamente significativas (P<0,01) apenas para as interações simples G*M e M*D, enquanto que a interação tríplice não foi significativa. Este fato revela uma dependência entre os efeitos dos fatores genótipo com mutagênico e mutagênico com dose. O emprego da diferença entre os efeitos isolados, para o caráter comprimento da plântula avaliado, evidenciou que os efeitos de genótipo, mutagênico e dose foram altamente significativos.

Os coeficientes de variação oscilaram entre 24 e 74%, aproximadamente, conferindo uma precisão esperada às estimativas deste ensaio. Para GAUL (1977), métodos que determinam os efeitos dos agentes mutagênicos no tratamento de sementes são técnicas que interferem na germinação. Sendo assim, o coeficiente de variação geralmente é alto. FREUND e LITTELL (1981) comentam que o coeficiente de variação é uma razão de medida da variação relativa do desvio padrão residual para a média da variável dependente. Para BRIGGS e KNOWLES (1967) ensaios dessa natureza alcançam 50 a 70% de mortalidade entre as sementes e/ou plântulas. Tal fato, inflaciona o desvio padrão residual e proporcionalmente o coeficiente de variação para experimentos com esse objetivo.

A interação G*M foi significativa para os caracteres germinação (P<0,01) e comprimento da raiz (P<0,05), respectivamente. Sendo assim, este resultado demanda a descrição qualitativa da interação simples (Tabela 3), pois as conclusões que poderiam ser tiradas da análise de variância univariada (Tabela 2), para os fatores genótipo, mutagênico e dose, sobre as variáveis germinação e comprimento da raiz, ficam prejudicadas. Por-

tanto, a análise de variação atribuível ao fator mutagênico, separadamente, para cada um dos níveis do fator genótipo, e vice-versa para os caracteres germinação e comprimento da raiz, é apresentada na Tabela 3.

Os resultados dos caracteres germinação e comprimento da raiz revelam que a variação entre os três agentes mutagênicos testados é significativa ($P < 0,01$) em todos os genótipos avaliados. Do mesmo modo, a variação entre os mutagênicos, dentro dos genótipos avaliados, foi significativa

($P < 0,01$) em todos os agentes mutagênicos, exceto no mutagênico dois (MMS) para o caráter germinação. Por outro lado, a variação entre genótipos, para o caráter comprimento da raiz, foi significativa apenas no mutagênico um (EMS). Para os caracteres germinação e comprimento da raiz, a variação entre os mutagênicos, para os genótipos, e a variação entre os genótipos, para os mutagênicos, podem ser analisados criteriosamente mediante os contrastes de interesse no experimento e que são apresentados na

TABELA 2 - Resumo da análise de variância, indicando graus de liberdade (GL), coeficiente de variação (CV), em porcentagem, e quadros médios (QM) dos caracteres germinação (GER), comprimento da raiz (CR) e comprimento da plântula (CP), em quatro genótipos fixos de aveia submetidos a diferentes agentes mutagênicos em diferentes doses. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/UFPEL, 1997

Fator de Variação	G E R		C R		C P	
	GL	QM	GL	QM	GL	QM
Genótipos (G)	3	32,66**	3	19,40**	3	72,50**
Mutagênicos (M)	3	92,59**	3	319,12**	3	490,75**
G x M	9	13,74**	9	9,93*	9	13,38
Dose (D)	2	1,32	2	83,97**	2	153,62**
G x D	6	0,49	6	4,18	6	5,59
M x D	4	2,64**	4	17,43**	4	4,96
G x M x D	12	0,68	12	4,64	12	6,85
Erro	78	0,43	78	4,66	78	6,93
CV (%)	24,04		73,37		62,46	

* e ** significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente pelo teste de F

TABELA 3 - Análise da variação dos caracteres germinação (GER) e comprimento da raiz (CR), com a decomposição da variação atribuível a mutagênicos, para cada nível de genótipo, e decomposição da variação atribuível a genótipos, para cada nível de mutagênico, em quatro genótipos fixos de aveia hexaplóide. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/UFPEL, 1997

Germinação						Comprimento da raiz					
FV	GL	QM	FV	GL	QM	FV	GL	QM	FV	GL	QM
MIG ₁	3	4,2*	GIM ₀	3	32,4*	MIG ₁	3	76,9*	GIM ₀	3	0,9
MIG ₂	3	71,6*	GIM ₁	3	4,1*	MIG ₂	3	80,8*	GIM ₁	3	41,3*
MIG ₃	3	50,5*	GIM ₂	3	0,1	MIG ₃	3	129,4*	GIM ₂	3	1,7
MIG ₄	3	7,5*	GIM ₃	3	37,4*	MIG ₄	3	61,8*	GIM ₃	3	5,3
Erro	78	0,4	erro	78	0,4	Erro	78	4,7	erro	78	4,7

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

M₀: controle; M₁: EMS; M₂: MMS; M₃: raios gama (Co⁶⁰).

G₁: UFRGS 10; G₂: UFRGS 14; G₃: UPF 16; G₄: CTC 3.

TABELA 4 - Análise da variação do caráter germinação (GER) para os testes de significância dos contrastes de efeitos atribuíveis a genótipos, para cada nível de mutagênico, e a mutagênico, para cada nível de genótipo, em quatro genótipos fixos de aveia. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/UFPEL, 1997

FV ¹	GL	QM	FV ²	GL	QM
C ₁ : MIG ₁	1	0,023	C ₁ : GIM ₀	1	29,178**
C ₁ : MIG ₂	1	100,101**	C ₁ : GIM ₁	1	6,725**
C ₁ : MIG ₃	1	0,293	C ₁ : GIM ₂	1	0,006
C ₁ : MIG ₄	1	3,180**	C ₁ : GIM ₃	1	45,864**
C ₂ : MIG ₁	1	0,315	C ₂ : GIM ₀	1	43,470**
C ₂ : MIG ₂	1	8,107**	C ₂ : GIM ₁	1	0,828
C ₂ : MIG ₃	1	14,851**	C ₂ : GIM ₂	1	0,009
C ₂ : MIG ₄	1	2,333*	C ₂ : GIM ₃	1	2,501**
C ₃ : MIG ₁	1	12,308**	C ₃ : GIM ₀	1	24,664**
C ₃ : MIG ₂	1	106,513**	C ₃ : GIM ₁	1	4,670**
C ₃ : MIG ₃	1	136,358**	C ₃ : GIM ₂	1	0,003
C ₃ : MIG ₄	1	17,024**	C ₃ : GIM ₃	1	63,700**
Erro	78	0,433	Erro	78	0,433

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

¹ C₁: controle vs. demais; C₂: EMS vs. MMS; C₃: C₃: EMS, MMS vs. RAIOS GAMA.

² C₁: CTC3 vs. demais; C₂: UFRGS10 vs. UFRGS 14; C₃: UFRGS10, UFRGS 14 vs. UPF16.

Tabela 4.

O efeito da aplicação dos agentes mutagênicos, para a variação entre os genótipos (Tabela 4), foi significativa ($P < 0,01$) em todos os três contrastes estabelecidos para os genótipos dois e três (UFRGS 10 e UPF 16). Por outro lado, o efeito do mutagênico EMS foi significativo ($P < 0,01$) em todos os genótipos avaliados, exceto no genótipo um (CTC3). O efeito da aplicação dos mutagênicos químicos (EMS e MMS) foi significativo ($P < 0,01$) nos genótipos testados. As médias dos quatro genótipos avaliados, para o caráter germinação de sementes, foram, respectivamente, 1,66 (CTC3), 3,73 (UFRGS 10), 3,53 (UFRGS 14) e 2,03 (UPF 16). Para GAUL (1977), a determinação dos efeitos dos agentes mutagênicos sobre as plântulas

provenientes de sementes tratadas, dependem da constituição genética de cada genótipo tratado. Esta afirmativa é corroborada pelos resultados inseridos na Tabela 4.

O efeito dos agentes mutagênicos químicos EMS e MMS, para o caráter germinação, foi significativamente ($P < 0,01$) superior ao produto mutagênico físico (raios gama) nos quatro genótipos avaliados. NÓBREGA (1998) comenta que a lesão mais frequentemente causada pelos radicais livres começa com a oxidação da guanina presente na molécula de trifosfato de desoxirriboguanosina (dGTP). Tal fato evidencia que, provavelmente, os mutagênicos químicos (EMS e MMS) têm profundos efeitos na oxidação da base nitrogenada, como, por exemplo, a

TABELA 5 - Análise da variação do caráter comprimento da raiz (CR) aos testes de significância dos contrastes de efeitos atribuíveis a genótipos, em cada nível de mutagênico, e a mutagênico, em cada nível de genótipo, em quatro genótipos fixos de aveia. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/UFPEL, 1997

FV ¹	GL	QM	FV ²	GL	QM
C ₁ : MIG ₁	1	213,33**	C ₁ : GIM ₀	1	0,81
C ₁ : MIG ₂	1	120,40**	C ₁ : GIM ₁	1	101,50**
C ₁ : MIG ₃	1	132,86**	C ₁ : GIM ₂	1	0,67
C ₁ : MIG ₄	1	94,11**	C ₁ : GIM ₃	1	7,84
C ₂ : MIG ₁	1	14,05	C ₂ : GIM ₀	1	1,22
C ₂ : MIG ₂	1	115,52**	C ₂ : GIM ₁	1	18,61*
C ₂ : MIG ₃	1	197,34**	C ₂ : GIM ₂	1	1,03
C ₂ : MIG ₄	1	83,21**	C ₂ : GIM ₃	1	3,04
C ₃ : MIG ₁	1	3,38	C ₃ : GIM ₀	1	0,85
C ₃ : MIG ₂	1	6,41	C ₃ : GIM ₁	1	3,68
C ₃ : MIG ₃	1	58,07**	C ₃ : GIM ₂	1	3,48
C ₃ : MIG ₄	1	8,09	C ₃ : GIM ₃	1	4,86
Erro	78	4,66	erro	78	4,66

* e ** significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F

¹ C₁: controle vs. demais; C₂: EMS vs. MMS; C₃: C₃: EMS, MMS vs. RAIOS GAMA.

² C₁: CTC3 vs. demais; C₂: UFRGS10 vs. UFRGS 14; C₃: UFRGS10, UFRGS 14 vs. UPF16.

guanina.

A variação atribuível a genótipo, em cada nível de mutagênico, para os três contrastes de interesse no experimento, é apresentada na Tabela 4. A comparação do genótipo CTC 3 foi significativamente superior aos demais genótipos avaliados neste ensaio nos mutagênicos padrão ($P < 0,01$), EMS ($P < 0,01$) e raios gama ($P < 0,01$). Por outro lado, a comparação do genótipo CTC 3 não foi significativa pelo teste de F no mutagênico dois (MMS). Do mesmo modo, não houve diferença estatística na variação atribuível a genótipo no mutagênico metilado (MMS). Esse resultado pode ter ocorrido, provavelmente, pelo alto efeito tóxico deste produto mutagênico associado a doses elevadas. Uma baixa frequência de alterações na sequência de bases é normal e bem-vinda do ponto de vista evolutivo (NÓBREGA, 1998).

A análise da variação, para o caráter comprimento da raiz no teste de significância dos contrastes de efeito atribuível a mutagênico em cada nível de genótipo, e efeito atribuível a genótipo, em cada nível de mutagênico, é apresentada na Tabela 5. O efeito do tratamento padrão foi significativamente ($P < 0,01$) diferente dos efeitos dos demais tratamentos pelo teste de F para todos os quatro genótipos avaliados. O efeito atribuível ao mutagênico etilado (EMS) foi significativamente ($P < 0,01$) diferente, pelo teste de F, do mutagênico metilado (MMS), nos genótipos UFRGS10, UFRGS14 e UPF16. Esses dois mutagênicos não diferiram significativamente ($P > 0,05$) para o genótipo CTC3. A aplicação dos agentes mutagênicos químicos foi significativamente diferente do mutagênico físico gama pelo teste de F, apenas para o genótipo CTC 3.

A análise da variação do caráter comprimento da raiz, no teste de significância dos contrastes de efeitos atribuível a genótipo, em cada nível de mutagênico, é apresentada na Tabela 5. A comparação do genótipo CTC 3 foi significativamente diferente dos demais, apenas para o mutagênico EMS. Os contrastes estabelecidos não diferiram significativamente ($P > 0,05$) para o mutagênico padrão, MMS e raios gama. Do mesmo modo, a comparação dos genótipos UFRGS 10 versus UFRGS 14, apontou diferença estatística apenas para o

mutagênico EMS. Esses dois genótipos, quando submetidos aos produtos mutagênicos padrão, MMS e raios gama, não diferiram significativamente pelo teste de F ($P > 0,05$). Novamente, esse fato evidencia que a sensibilidade à aplicação do agente mutagênico pode estar relacionada com a constituição genética e ao tipo de mutagênico empregado (metilado ou etilado).

Muito frequentemente, o fator de tratamento quantitativo é o mais importante. Nesse caso, as inferências de maior interesse referem-se à forma da curva de resposta ao fator quantitativo. Portanto, a interação M*D foi significativa ($P < 0,01$) para os caracteres germinação e comprimento da raiz. Esse resultado (Tabela 2) evidencia a necessidade de ajustar curvas distintas para os diferentes níveis do fator qualitativo. Nessa circunstância, a análise deve prosseguir para o estudo da variação atribuível ao fator quantitativo, ou seja, dose dos agentes mutagênicos, separadamente, em cada um dos níveis do fator mutagênico, através de uma decomposição alternativa dos graus de liberdade.

A análise de variação do caráter germinação (Tabela 6), revela elevada significância da variação entre dose de mutagênicos, apenas para o agente mutagênico um (EMS). A análise de variação, para o caráter comprimento da raiz, evidencia elevada significância na variação entre dose de mutagênico para todos os agentes mutagênicos avaliados. Esses testes de significância, apresentados na Tabela 6, revelam elevada significância da variação entre dose para os três mutagênicos testados. Sendo assim, a análise estatística deve prosseguir, para a análise da variação entre doses de mutagênicos, separadamente para cada mutagênico (Tabela 7).

Esses resultados, para os caracteres germinação e comprimento da raiz (Tabela 7), indicam que as variações significativas atribuíveis à dose de mutagênicos, para o agente mutagênico SEM, é eminentemente linear, enquanto que os dois componentes polinomiais linear e quadrático não se mostraram significativos para os agentes mutagênicos MMS e raios gama provenientes de Co^{60} . Esses resultados são coerentes com aqueles obtidos nos testes de significância inseridos na Ta-

TABELA 6 – Análise da variação dos caracteres germinação (GER) e comprimento da raiz com a decomposição da variação atribuível a dose, para cada agente mutagênico avaliado, em quatro genótipos fixos de aveia. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/UFPel, 1997

Germinação			Comprimento da raiz		
FV	GL	QM	FV	GL	QM
DIM ₁	2	6,125**	DIM ₁	2	97,187**
DIM ₂	2	0,019	DIM ₂	2	7,254**
DIM ₃	2	0,457	DIM ₃	2	14,377**
Erro	78	0,433	Erro	78	6,933

** significativo a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F.

TABELA 7 – Análise da variação para os testes de significância dos componentes linear e quadrático da variação atribuível à dose do agente mutagênico, para cada mutagênico, em quatro genótipos fixos de aveia. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/UFPel, 1997

Germinação			Comprimento da raiz		
FV	GL	QM	FV	GL	QM
dose linearM ₁	1	12,12*	Dose linearM ₁	1	194,37*
dose quadrM ₁	1	0,05	Dose quadrM ₁	1	0,01
dose linearM ₂	1	0,03	Dose linearM ₂	1	11,90*
dose quadrM ₂	1	0,01	Dose quadrM ₂	1	2,61
dose linearM ₃	1	0,84	Dose linearM ₃	1	21,66*
dose quadrM ₃	1	0,07	Dose quadrM ₃	1	7,09
Erro	78	0,43	Erro	78	6,93

* significativo a 1%, pelo teste de F

M₁: EMS; M₂: MMS; M₃: raios gama (Co⁶⁰).

bela 6.

Ainda na Tabela 7, são apresentados os resultados para o caráter comprimento da raiz. Esses resultados apontam que as variações significativas, atribuíveis à dose de mutagênicos para os agentes mutagênicos EMS, MMS e raios gama, são ambas eminentemente lineares, enquanto que o componente polinomial quadrático não se mostrou significativo para nenhum produto mutagênico avaliado. As equações ajustadas dos segmentos de linha reta, para exprimirem a relação entre germinação e dose, e comprimento da raiz e dose, para os agentes mutagênicos EMS, MMS e raios gama, são apresentados nas figuras 1A, 1B e 1C 1D, 1E e 1F, respectivamente.

Apenas o efeito linear do mutagênico EMS foi significativo (Tabela 7), indicando que, dentro do intervalo estudado (0 a 3%), a germinação diminui linearmente com aumento da dose do agente mutagênico. O efeito dos agentes mutagênicos sobre o caráter comprimento da raiz foi significativamente linear ($P < 0,01$), indicando que dentro do intervalo avaliado, para cada mutagênico, o caráter comprimento da raiz diminui linearmente com o aumento da dose dos produtos mutagênicos (Tabela 7). No entanto, para o caráter comprimento da plântula (Figura 2), o mutagênico físico (raios gama) revela uma tendência quadrática, com o comprimento da plântula decrescendo até certo ponto.

A análise da variância do caráter comprimento da plântula (Tabela 2) revela que os efeitos isolados de mutagênico, dose e genótipo apresentaram variações altamente significativas. A magnitude dos quadrados médios evidencia que as diferenças entre as doses foram maiores. Como as interações não foram significativas ($P > 0,05$), evidenciam não existir uma dependência entre os efeitos dos fatores de tratamento avaliados.

Os resultados de comparação de médias (Tabela 8) do caráter comprimento da plântula (cm), para os efeitos de genótipos e mutagênicos, evidenciaram diferença estatística pelo teste de Scheffé a 5% de probabilidade. Analisando a Tabela 8, pode ser notado que o efeito do genótipo UPF 16 revelou um comprimento de plântula significativamente ($P < 0,05$) superior aos demais genótipos avaliados. Por outro lado, os genótipos UFRGS 10, UFRGS 14 e CTC 3 não evidenciaram diferenças significativas pelo teste de Scheffé a 5% de probabilidade.

A comparação dos efeitos dos produtos mutagênicos sobre o comprimento da plântula revelou que todos os agentes mutagênicos testados foram significativamente ($P < 0,05$) diferentes do padrão, pelo teste de Scheffé (Tabela 8). Sendo que os agentes mutagênicos MMS e raios gama não diferiram entre si ($P > 0,05$). Por outro lado, o agente mutagênico EMS reduziu em, aproximadamente, 54% o comprimento da plântula, quando

comparado com o mutagênico padrão. Já o agente mutagênico MMS evidencia uma redução drástica de 91% em relação ao mutagênico padrão. Tal fato indica que produtos metilados, como por exemplo MMS, mostram um efeito tóxico mais drástico, em relação aos mutagênicos etilado (EMS) e físico (raios gama), sugerindo que a dose empregada no agente mutagênico MMS neste trabalho, provavelmente, pode ser reduzida.

Os autores, BRIGGS e KNOWLES (1967), ressaltam a preferência por doses que atinjam 50 a 70% de mortalidade entre as sementes e/ou plântulas, indicando estas como ideais para incrementar a frequência de mutações com reduzidos efeitos fisiológicos, e modificações genéticas profundas e desejáveis. Com base nes-

tes resultados e na conceituação emitida por estes autores há evidências de que qualquer dose testada provocou mudanças fisiológicas significativas sobre germinação, comprimento da raiz, comprimento da plântula. Contudo, os efeitos nas constituições genéticas dos diferentes genótipos só poderão ser avaliados em gerações avançadas. Para os autores BOROJEVIC e BOROJEVIC (1972), o tratamento de sementes com produtos mutagênicos demonstra uma correlação positiva entre a geração M_1 com os caracteres comprimento da raiz, comprimento da plântula e com germinação de sementes. Portanto, uma determinação quantitativa dos efeitos fisiológicos na geração M_1 deverá ser um processo rotineiro em experimentos com o intui-

TABELA 8 – Média de quatro genótipos de aveia e de quatro mutagênicos, referentes ao caráter comprimento da plântula (CP), em quatro genótipos fixos de aveia hexaplóide, pelo teste de Scheffé. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/UFPel, 1997

Genótipos	Médias	Mutagênicos	Médias
UPF 16	6,18 ¹ a ²	controle	12,35 a ¹
UFRGS 14	4,20 b	EMS	6,56 b
UFRGS 10	4,11 b	raios gama	2,20 c
CTC 3	2,37 b	MMS	1,17 c

¹ médias transformadas $(x+1)^{1/2}$

² médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scheffé, a 0,05 de probabilidade.

to de intensificar a frequência de mutações (SWAMINATHAN 1977).

Observando a Figura 2, verifica-se que o comportamento do caráter comprimento da plântula, para os mutagênicos químicos, aponta um efeito linear, indicando que, dentro do intervalo estudado, o caráter comprimento da plântula diminui linearmente com as doses dos agentes mutagênicos químicos (Figura 2). A porcentagem de germinação, comprimento da raiz e comprimento da plântula foram altamente influenciados pelas doses crescentes de mutagênicos (Figuras 1 e 2).

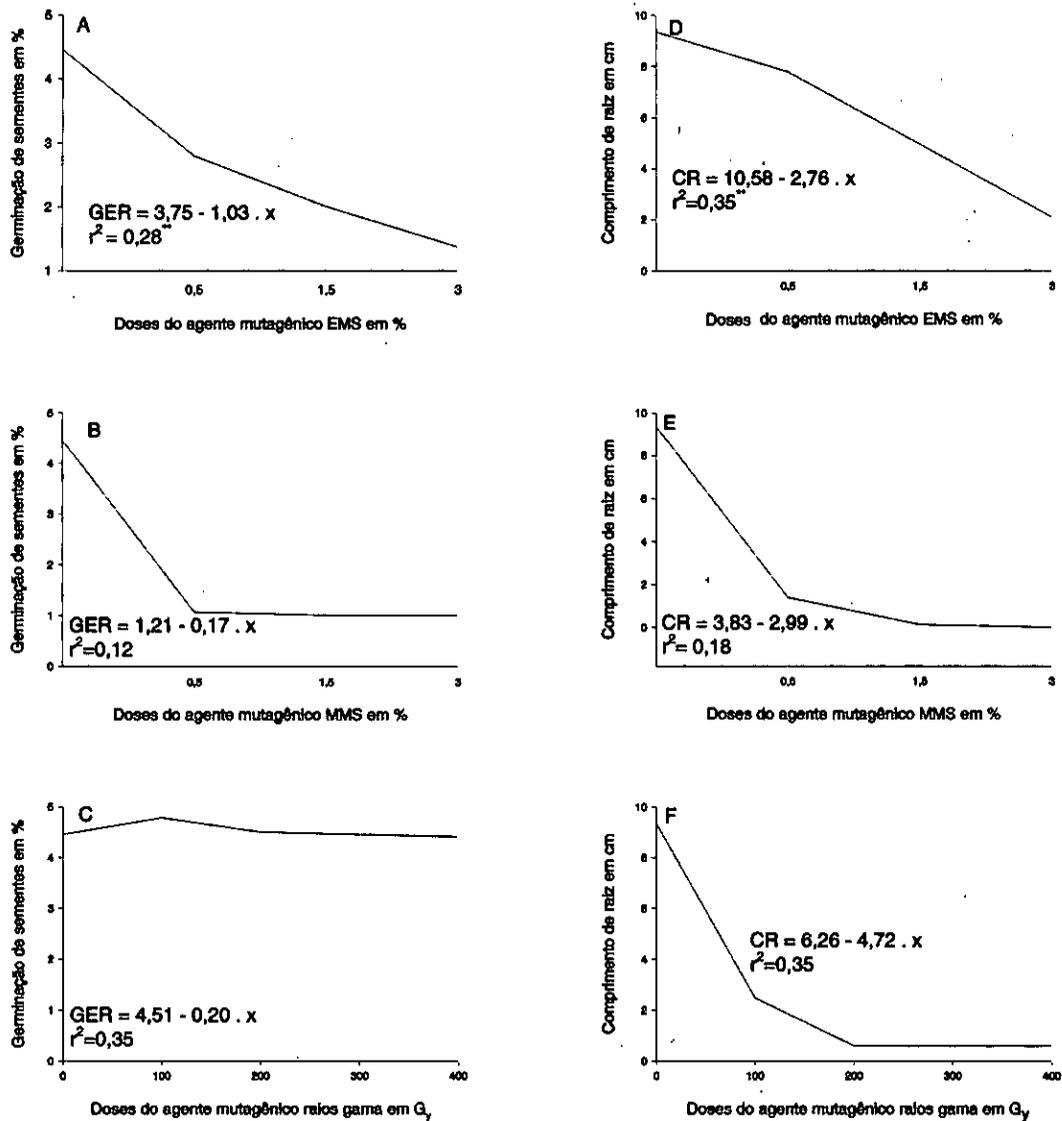
O aumento das doses, principalmente dos mutagênicos químicos testados, provoca efeitos fisiológicos lineares. Conseqüentemente, os objetivos de verificar a existência de modificações ou efeitos fisiológicos em genótipos de aveia foram atingidos. Por outro lado, na comparação entre mutagênicos e seus efeitos fisiológicos nos caracteres germinação, comprimento da raiz e comprimento da plântula evidenciam que o agente alquilante (MMS) provoca toxicidade superior nas doses testadas, em relação a todos os caracteres avaliados (Figura 1).

Autores, como SANTOS et al. (1972), observaram que doses superiores a 60 Gy de radiação

gama prejudicaram sensivelmente a germinação de sementes de feijão e que 480 Gy levaram a letalidade total, demonstrando a importância de ajustar a dose. Além disso, as doses estão diretamente relacionadas com o agente mutagênico empregado no tratamento de tecidos vegetais. SCOSSIROLI (1977) e NÓBREGA (1998) afirmam que frequências de mutações muito altas são indesejáveis, pois o excesso de mutações deletérias traz, ao organismo afetado, desvantagem na competição pela sobrevivência e perpetuação da espécie.

Os gráficos, descritos nas Figuras 1 e 2, revelam a toxicidade inerente a cada agente mutagênico utilizado no experimento. Para todos os caracteres avaliados: germinação, comprimento da raiz e comprimento da plântula, o tratamento padrão foi superior à média e também aos demais tratamentos avaliados. Por outro lado, o mutagênico químico alquilante (MMS), para todos os caracteres avaliados, excetuando o caráter comprimento da plântula, sempre provocou maior toxicidade, reduzindo os valores de cada caráter estudado. Podemos afirmar, assim, que para este mutagênico a dose mais elevada aumenta consideravelmente os efeitos fisiológicos quantificados pelos caracteres germina-

SENSIBILIDADE DE GENÓTIPOS DE AVEIA (*Avena sativa* L.) NA PRIMEIRA GERAÇÃO APÓS TRATAMENTO DE SEMENTES COM AGENTES MUTAGÊNICOS



*indicam que houve diferença significativa pelo teste de t, a 5% de probabilidade, entre os coeficientes de correlação (R^2)

FIGURA 1 – Regressões ajustadas para dois caracteres avaliados: comprimento da raiz e germinação das sementes, em quatro genótipos fixos de aveia submetidos a diferentes doses de mutagênicos químicos e físicos. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, RS, 1997

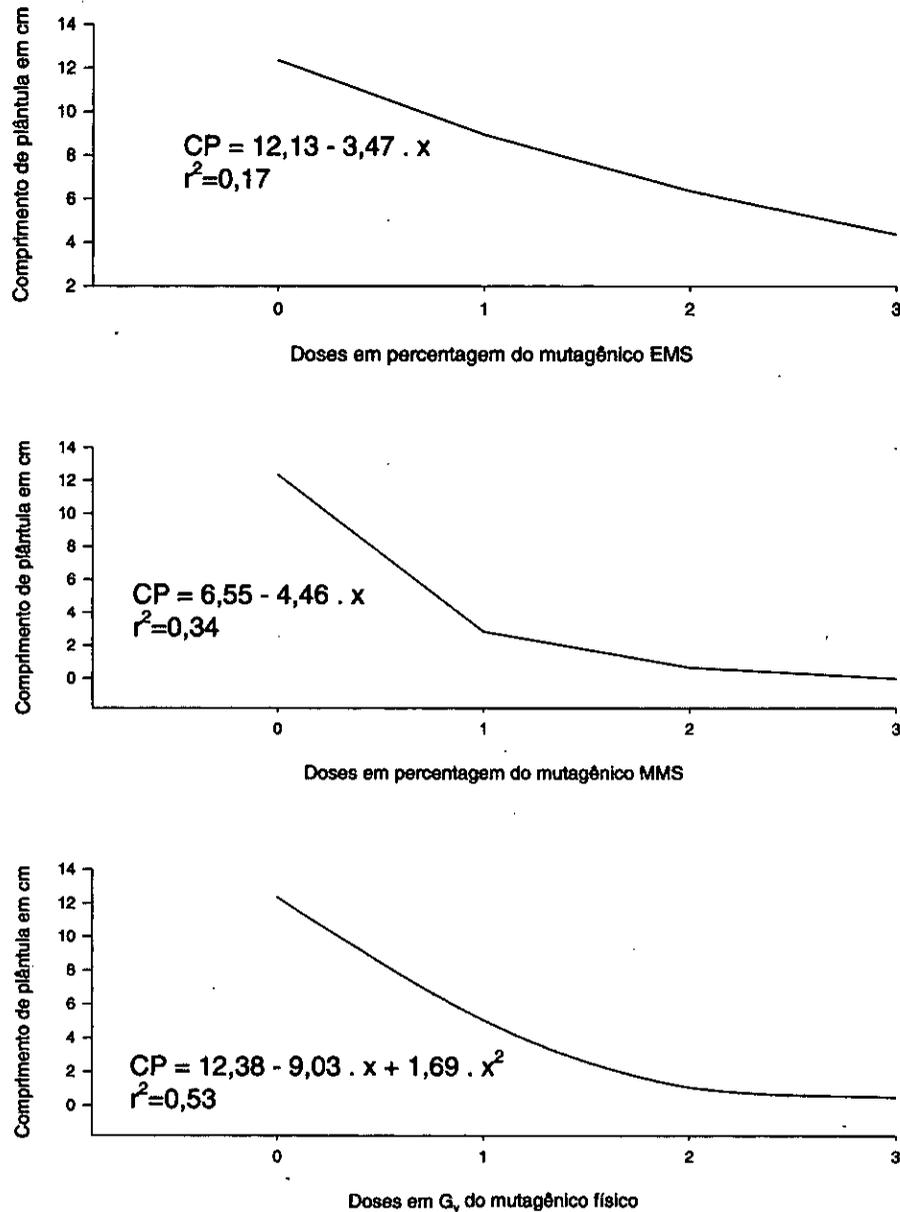


FIGURA 2 - Regressões ajustadas para o caráter comprimento da plântula, avaliado em quatro genótipos fixos de aveia, submetidos a diferentes doses dos mutagênicos EMS, MMS e radiação gama. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, RS, 1997

ção, comprimento de raiz e comprimento da plântula.

A determinação dos efeitos dos agentes mutagênicos sobre as plantas provenientes de sementes tratadas constitui procedimento rotineiro em trabalhos desta natureza, pois esses efeitos dependem, entre outros fatores, do genótipo da cultivar tratada (TULMANN NETO e ANDO, 1994).

Os dados (Figuras 1 e 2) pertinentes ao comportamento dos genótipos avaliados apontam redução em todos os caracteres avaliados, com o aumento da dose dos agentes mutagênicos. Resultados similares foram obtidos pelos autores TULMANN NETO e ANDO

(1994) em feijão, PANDINI et al. (1997) em triticales e NASCIMENTO JÚNIOR et al. (1994) em aveia.

CONCLUSÕES

Todos os agentes mutagênicos, tanto os químicos alquilantes, quanto o físico, provocaram alterações fisiológicas em plântulas provenientes de sementes tratadas com o aumento da dose. A constituição genética das plantas de aveia revelam sensibilidade diferenciada, quando submetidas ao tratamento com mutagênicos químicos e físicos, pos-

sibilitando a escolha da dose que melhor expressa variações nos efeitos fisiológicos.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- ABRAMS, R.; FREY, K. Variation in quantitative characters of oats (*Avena sativa* L.) after various mutagens treatments. *Crop Science*, Madison, v.4, n.1, p.163-67, 1964.
- ALLARD, R.W. *Principles of breeding plant*. New York: J. Willey, 1960. 381p.
- BARBOSA NETO, J.F.; BERED, F. Marcadores moleculares e diversidade genética no melhoramento de plantas. In: *Marcadores moleculares em plantas*. Porto Alegre, 1998. p.29-41.
- BOROJEVIC, K.; BOROJEVIC, S. Mutation breeding in wheat. In: *Induced mutation and plant improvement*. 1970, Buenos Aires. Proceedings. Vienna: IAEA, 1972. p.237-251.
- BRIGGS, F.N.; KNOWLES, P.F. *Introducion to plant breeding*. New York: Renhald Publishing, 1967. 426p.
- CARNEIRO, J.E.S.; BARBOSA, H.M.; VIEIRA, C. et al. Alterações nos caracteres de plantas M₁ de *Phaseolus vulgaris* derivadas de sementes tratadas com etilmetanossulfonato. *Revista Ceres*, Viçosa, v.34, n.193, p.313-320, 1987.
- CARVALHO, F.I.F. Aveia na agricultura moderna. *Seed News*, v.5, n.5, 16p., 1998.
- FREUND, R. J.; LITTELL, R. C. *SAS for linear models: a guide to the ANOVA and GLM procedures*. Cary, NC: Sas institute Inc., 1981. 229 p.
- GAUL, H. Mutagen effects in the first generation after seed treatment: plant injury and lethality. In: IAEA. *Manual on mutation breeding*. 2. ed. Vienna: IAEA, 1977. p.87-91. (Technical Reports, Series 119)
- GAUL, H; FRIMMEL, G.; GICHNER, T; VLONSKA, E. Efficiency of mutagenesis. In: *Induced mutation and plant improvement*. Proceedings, Buenos Aires, 1970. Vienna: IAEA, 1972. p.121-139.
- GREGORY, W.C. Mutation breeding. In: Frey, K.J. *Plant breeding*. 2. ed. Ames: Iowa State University, 1967. p.189-217.
- MICKE, A., DONINI, B. Induced mutations. In: *Plant Breeding: principles and prospects*. Chapman & Hall: London, 1993. Cap.4. p.152-162.
- NASCIMENTO JUNIOR, A.; CARVALHO, F.I.F; BARBOSA NETO, J.F., et al. Agentes mutagênicos e a intensidade de variabilidade genética em caracteres adaptativos na cultura da aveia. (*Avena sativa* L.). *Agronomia Sulriograndense*, Porto Alegre, v.26, n.2, p.199-216, 1990.
- NÓBREGA, F.G. O perigo das mutações no RNA. *Ciência Hoje*, Ribeirão Preto, v.24, n.142, p.22-23, 1998.
- O'DONOUGHUE, L.S.; KIANIAN, S.F.; RAYAPATI, P.J. et al. A molecular linkage map of cultivated oat. *Genome*, v.38, p.368-380, 1995.
- PANDINI, F.; CARVALHO, F.I.F; BARBOSA NETO, J.F. Uso de mutações induzidas e cruzamentos recíprocos no incremento da variabilidade genética para o caráter ciclo vegetativo em triticales. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.27, n.2, p.201-206, 1997.
- SANTOS, F.D.P.; MARCOS FILHO, J.; CAMPOS, H. Efeitos de radiação na germinação de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) variedade Goiano Precoce. *Ciência e Cultura*, São Paulo, v.24, p.409, 1972. (Suplemento)
- SAS User's Guide: statistics, 5. ed. Cary, NC: SAS Institute Inc., 1985. 965 pp.
- SCOSSIROLI, R.E. Mutations in characters with continuous variation. In: IAEA, *Manual on mutation breeding*. 2. ed. Vienna: IAEA, 1977. p.118-123 (Technical Reports, 119)
- SIMMONDS, N.W. *Principles of crop improvement*. London: Longman, 1981. 408p.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. *Principles and procedures of statistics*. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 1980. 633p.
- SWAMINATHAN, M.S. The detection of induced mutations. In: IAEA, *Manual on Mutation Breeding*. 2. ed. Vienna: IAEA, 1977. p.38-141. (Technical Reports 119)
- TULMANN NETO, A.; SABINO, J.C. Indução e uso de mutante de hábito determinado e precoce em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Brasileira de Genética*, Ribeirão Preto, v.17, n.4, p.425-30, 1994.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Centro Regional de Oncologia da Faculdade de Medicina (CRO/UFPel) e aos Departamento de Zoologia e Genética e Departamento de Fitotecnia da UFPel, pelas facilidades proporcionadas para realização deste trabalho.

ZONEAMENTO DE RISCOS CLIMÁTICOS PARA A CULTURA DE TRIGO NO RIO GRANDE DO SUL

GILBERTO ROCCA DA CUNHA¹, JOÃO CARLOS HAAS², EDUARDO DELGADO ASSAD³

RESUMO – A variabilidade climática constitui-se em fator de risco à atividade agrícola. No sul do Brasil destacam-se, como principais riscos climáticos à cultura de trigo, as geadas no período da antese e os excessos de chuva no momento da colheita. Com base nisto, este estudo de zoneamento de riscos climáticos envolveu a integração de técnicas de modelagem e simulação de culturas, e ferramentas de geoprocessamento para indicar as áreas com menores chances de riscos à cultura de trigo no Rio Grande do Sul, conforme a época de semeadura. Assim, pela análise das cartas de riscos, constatou-se que há variabilidade, em termos de níveis de riscos climáticos à triticultura gaúcha, dependendo da região do Estado e da época de semeadura. Através do cruzamento das cartas de riscos de geada, na floração, e de excesso de chuva, no momento de colheita, foi possível definir, para cada local do Estado, períodos para a semeadura de trigo em que os níveis de riscos, em 80% dos anos, ficassem abaixo da situação de alto risco e fossem minimizados.

Palavras-chave: zoneamento agrícola, época de semeadura, geada, chuva, modelagem e simulação, geoprocessamento, *Triticum aestivum* L.

ZONING OF CLIMATIC RISKS FOR WHEAT IN RIO GRANDE DO SUL, SOUTHERN BRAZIL

ABSTRACT – The climatic variability is a risk factor to agricultural activities. In Southern Brazil the main climatic risks for wheat production are frost at anthesis and excess rainfall at harvest time. This study of climatic risks zoning integrates techniques of crop modeling and simulation with geoprocessing tools in order to indicate the areas with lower risks for wheat crop in Rio Grande do Sul, for each sowing period. The analysis of the risk maps shows that there is variability of climatic risks for wheat growing in the State, according to the region and sowing period. The combination risk of frost at anthesis with risk of excess rainfall at harvest was used to define, for each County, the wheat sowing period of minimum risk, where the risk of losses, due to the climatic factors studied, remained below the high risk range in 80% of the years.

Key words: agricultural zoning, sowing period, frost, rainfall, modeling and simulation, geoprocessing, *Triticum aestivum* L.

INTRODUÇÃO

A variabilidade climática – espacial e temporal – é um dos principais determinantes de incertezas na atividade agrícola. Neste particular, a cultura do trigo, apesar da sua adaptação a regiões climaticamente muito diferentes em nível mundial (PASCALE, 1974), tem o seu rendimento afetado, tanto em quantidade como em qualidade, pelas variações meteorológicas durante a estação de crescimento.

No Brasil, como adversidades climáticas para a cultura de trigo, citam-se desde geadas, umidade relativa do ar alta e excesso de chuvas na colheita, a situações opostas, como temperatura do ar elevada e ocorrência de deficiência hídrica, dependendo da região (MOTA, 1989).

Em termos de riscos climáticos para a cultura de trigo no sul do Brasil destacam-se, como principais, a ocorrência de geada, em particular na floração (antese), e o excesso de chuva por ocasião da colheita. Segundo SCHEEREN (1982), a geada causa a queima de folhas, o estrangulamento dos colmos e, atingindo os primórdios florais,

impede a formação de grãos. Por sua vez, o excesso de chuvas no período de maturação e de colheita, além de diminuir o rendimento (LUZ, 1982) afeta negativamente as características de qualidade dos grãos (GUARIENTI, 1996; MANDARINO, 1993).

Danos por geadas em trigo, no Brasil, foram amplamente discutidos por WENDT e TEIXEIRA (1989), principalmente, quando ocorrem por ocasião do espigamento. Destacam que temperaturas menores ou iguais a -3°C podem ser letais à espiga de trigo. Também salientam que, abaixo de -2°C , embora não necessariamente haja danos nos tecidos vegetativos, esta temperatura é letal aos órgãos reprodutivos.

Prejuízos na cultura de trigo, particularmente qualitativos, são determinados por excesso de chuva no período de colheita. BELDEROK (1968) e SCHRÖDTER e GRAHL (1974) destacam o risco de germinação na espiga em trigo, decorrente de chuvas no período de colheita, desde que tenha havido a quebra de dormência dos grãos, por efeitos térmicos, durante a fase de enchimento dos grãos.

1. Pesquisador – Embrapa Trigo, Caixa Postal 451, 99001-970 Passo Fundo, RS. Bolsista do CNPq.

2. Pesquisador – Embrapa Trigo, Caixa Postal 451, 99001-970 Passo Fundo, RS.

3. Pesquisador – Embrapa Cerrados, Caixa Postal 8223, 73301-970 Planaltina, DF.

Recebido para publicação em 02/03/1998.

Atualmente, o desenvolvimento alcançado na área da informática aplicada à agricultura e o conhecimento da fisiologia da produção têm proporcionado o surgimento de modelos de simulação do crescimento e desenvolvimento de culturas, que se destacam pelo potencial de ligação a sistemas de suporte à tomada de decisões na agricultura e possibilitam definir os riscos e as conseqüências entre alternativas. Um exemplo, amplamente citado sobre a aplicação do enfoque sistêmico na pesquisa agropecuária, via técnicas de modelagem e simulação, tem sido o projeto IBSNAT (UEHARA e TSUJI, 1998), que resultou no desenvolvimento do sistema DSSAT (Decision Support System for Agrotechnology Transfer), descrito em JONES et al. (1998). O potencial desse tipo de ferramenta na indicação de práticas de manejo de culturas, que reduzam os riscos para níveis considerados aceitáveis, é destacado e exemplificado por JAME e CUTFORTH (1996).

O desenvolvimento de sistemas de suporte à tomada de decisões na agricultura, via aplicativos para microcomputadores pessoais, envolvendo clima, pode ser encontrado nos programas ClimProb (MEYER et al., 1996), TACT (ABRECHT e ROBINSON, 1996), SELECT (LAUER, 1995) e ZonTrigo (CUNHA et al., 1998), entre outros.

Para o Rio Grande do Sul, em termos de trabalhos de zoneamento agroclimático para a cultura de trigo, destacam-se o de MOTA et al. (1968), particularizado à região do Planalto Rio-grandense, e o de MOTA et al. (1974), para todo o Estado. Esses estudos definem a aptidão para a cultura de trigo sem especificar, quantitativamente, os níveis de risco à triticultura gaúcha, conforme a época de semeadura escolhida.

Assim, no contexto do projeto "Redução dos Riscos Climáticos na Agricultura" do Ministério da Agricultura e do Abastecimento, este zoneamento de riscos climáticos para a cultura de trigo no Rio Grande do Sul avaliou a variabilidade climática nas diferentes regiões do Estado, visando definir, para cada local, o período de semeadura de menor risco de natureza climática, especificamente, com relação à ocorrência de geadas no período de floração e ao excesso de chuva por ocasião da colheita.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados, de forma integrada, modelos de simulação de crescimento e desenvolvimento de culturas – DSSAT: CERES-Wheat – (TSUJI et al, 1994) e técnicas de geoprocessamento (SGI-INPE), para a espacialização dos índices de zoneamento e mapeamento final.

Definiram-se, como riscos climáticos à cultura de trigo, no Rio Grande do Sul, a ocorrência de

geada no período de espigamento (período crítico de 15 dias: 10 dias antes da antese e 5 dias após esse estágio) e o excesso de chuva por ocasião da colheita (período crítico de 15 dias: intervalo entre o estágio de maturação fisiológica e 15 dias após).

ÍNDICE DE RISCO DE GEADA (IG) – baseado na frequência de ocorrência, no período crítico, de faixas de temperaturas mínimas absolutas (T_m) registradas em abrigo meteorológico, com a seguinte ponderação:

- 1) T_m entre 2° e 0° C, peso 1
- 2) T_m entre 0° e -2° C, peso 2
- 3) T_m abaixo de -2° C, peso 3

$$IG = 1 (f_1) + 2 (f_2) + 3 (f_3),$$

sendo f_1 , f_2 e f_3 a frequência (%) de ocorrência de T_m , nas respectivas faixas acima descritas.

ÍNDICE DE RISCO DE EXCESSO DE CHUVA NA COLHEITA (IC) – definido como problema, a ocorrência, no período crítico, de forma isolada ou combinada, das seguintes situações:

- 1) chuva entre 75-150 mm e mais de 10 dias com chuva
- 2) chuva maior do que 150 mm e mais de 5 dias com chuva

IC = frequência (%) de ocorrência das condições especificadas.

Para 36 localidades do Estado, com séries históricas de observações meteorológicas diárias, entre 20 e 30 anos (Rede do INMET – 8º DISME e FEPAGRO – RS), foram analisadas simulações matemáticas de desenvolvimento da cultura de trigo geradas com o modelo CERES-Wheat, considerando-se semeaduras entre abril e agosto. Como representativos de semeaduras no primeiro, segundo e terceiro decêndios de cada mês, foram especificados os dias 5, 15 e 25, respectivamente.

Considerou-se, como objeto de busca de escape, em função do período de semeadura, as condições de $IG > 60$ e $IC > 20$, ou seja, situação de alto risco ocorrendo em 20 % dos anos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A semeadura de trigo, no Rio Grande do Sul, dá-se entre maio e julho, dependendo da região, começando pela parte mais quente do Estado, fronteira noroeste, e terminando na região mais fria, Campos de Cima da Serra.

Os dois riscos climáticos considerados neste estudo – geada na floração e excesso de chuva na colheita – apresentam magnitudes diferentes em nível regional, dependendo da época de semeadura, conforme ilustram as Figuras 1, 2 e 3, para semeaduras de trigo em maio, junho e julho, respecti-

vamente. Na Figura 1 (semeaduras em maio) constata-se que os riscos de geada na floração são altos (maiores que 20 %) em duas regiões, particularmente, quando feitas no começo de maio, em especial no nordeste do Estado (Campos de Cima da Serra e Planalto Médio) e sudeste do Estado (Campanha, região de fronteira com o Uruguai e com a Argentina). Gradativamente, com as semeaduras a partir de meados de maio, os riscos de geada na floração diminuem sua abrangência, permanecendo ainda altos nas regiões citadas. Na Figura 2 (semeaduras em junho), os riscos de geada na floração, considerados altos (maiores que 20 %), diminuem ainda mais a sua zona de abrangência, tornando-se bastante restrito para as semeaduras de julho, quando desaparecem a partir de meados de maio (Figura 3).

De modo geral, para os riscos de chuva na colheita, observa-se, nas Figuras 1, 2 e 3 (parte à

direita), que as chances de se ter problema na época de colheita são maiores na metade norte do Estado. Isto, porque chove mais na parte norte do Rio Grande do Sul (BERLATO, 1992), quando, na primavera, passam a atuar os complexos de mesoescala que se formam no Paraguai e se deslocam para o sul, atingindo com chuvas de grande intensidade a região da fronteira noroeste do Estado.

Através do cruzamento das cartas de risco de geada na floração e de excesso de chuva no período que precede à colheita, foi possível definir, para cada local do Estado, períodos para a semeadura de trigo em que os níveis de risco, em 80 % dos anos, ficassem abaixo da situação de alto risco e fossem minimizados, conforme constam na Tabela 1 e Figura 4. Esses resultados integraram as recomendações da Comissão Sul-brasileira de Pesquisa de Trigo, safras de 1996, de 1997 e de 1998 (REUNIÃO, 1996, 1997 e 1998), podendo, também, ser encontrados em CUNHA e HAAS (1996).

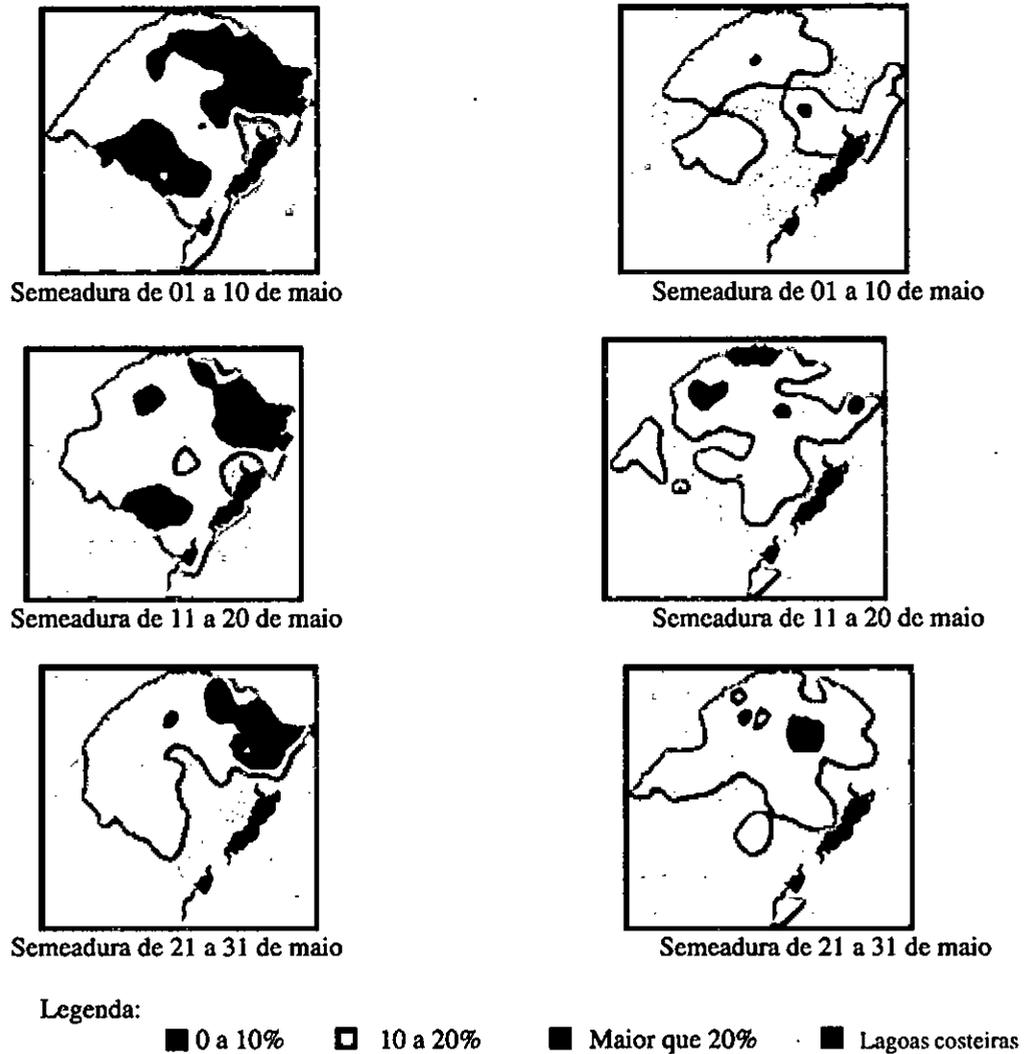
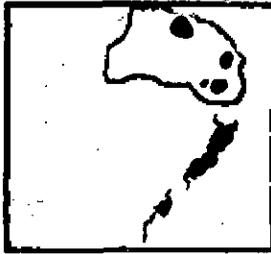


FIGURA 1 – Cartas de risco de geada na floração (esquerda) e de risco de excesso de chuva na colheita (direita) para a cultura do trigo no Rio Grande do Sul. Semeaduras em maio

Risco de Geadas na Floração



Semeadura de 01 a 10 de junho



Semeadura de 11 a 20 de junho



Semeadura de 21 a 30 de junho

Risco de Excesso de Chuva na Colheita



Semeadura de 01 a 10 de junho



Semeadura de 11 a 20 de junho



Semeadura de 21 a 30 de junho

Legenda:

■ 0 a 10%

■ 10 a 20%

■ Maior que 20%

■ Lagoas costeiras

FIGURA 2 – Cartas de risco de geada na floração (esquerda) e de risco de excesso de chuva na colheita (direita) para a cultura de trigo no Rio Grande do Sul. Semeaduras em junho

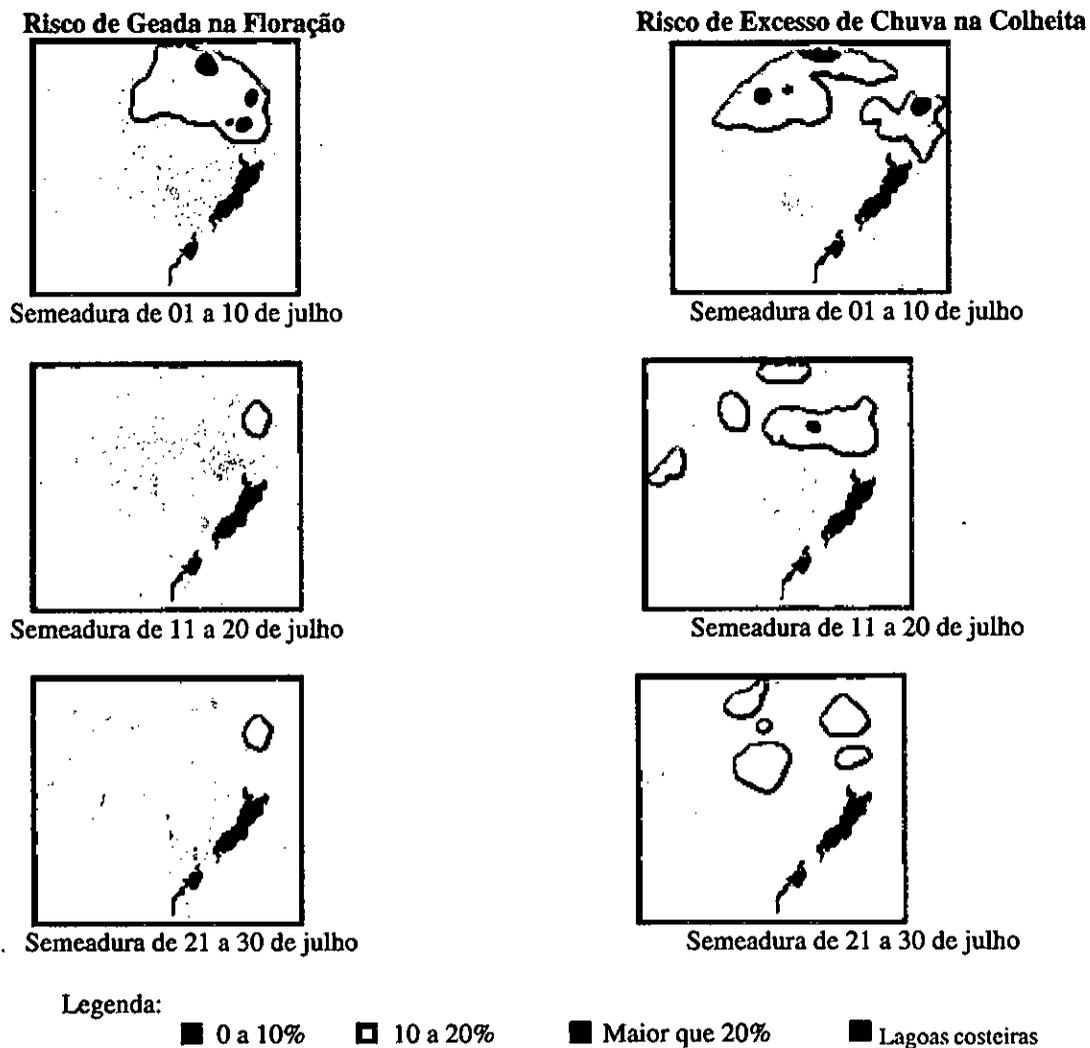


FIGURA 3 – Cartas de risco de geada na floração (esquerda) e de risco de excesso de chuva na colheita (direita) para a cultura de trigo no Rio Grande do Sul. Semeaduras em julho

TABELA 1 – Períodos de semeadura para a cultura de trigo no Rio Grande do Sul, com base no zoneamento de riscos climáticos (escapa em 80% dos anos dos riscos de geada na floração e de excesso de chuva no período de colheita)

Zona	Período de semeadura
1	01 de maio a 10 de junho
2	11 de maio a 20 de junho
3	21 de maio a 30 de junho
4	01 de junho a 10 de julho
5	11 de junho a 20 de julho
6	21 de junho a 31 de julho
7	Não recomendado

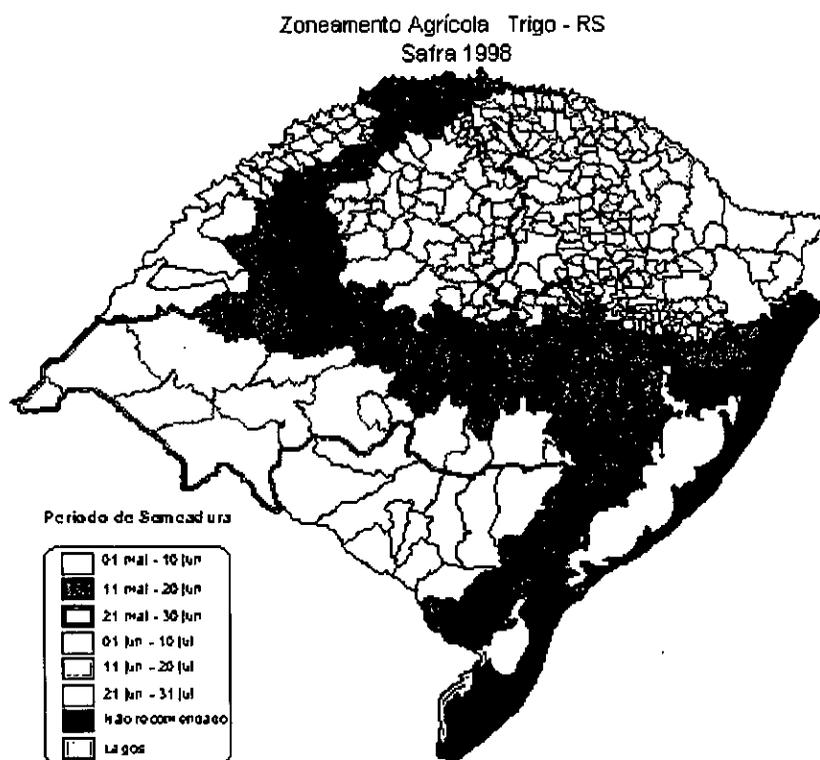


FIGURA 4 – Períodos de semeadura para a cultura do trigo no Rio Grande do Sul, com base no zoneamento de riscos climáticos (escape em 80% dos anos dos riscos de geada na floração e de excesso de chuva no período da colheita)

CONCLUSÃO

Os riscos de natureza climática à cultura de trigo, no Rio Grande do Sul, variam nas diferentes regiões, conforme o período de semeadura.

BIBLIOGRAFIA CITADA

ABRECHT, D.G.; ROBINSON, S.D. TACT: a tactical decision aid using a CERES based wheat simulation model. *Ecological Modelling*, Amsterdam, v.86, p.241-244, 1996.
 BELDEROK, B. Seed dormancy problems in cereals. *Field Crop Abstracts*, Wallingford, v.21, n.3, p.203-211, 1968.

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. et al. (Eds.) *Agrometeorologia aplicada à irrigação*. Porto Alegre: UFRGS, 1992. Cap.1, p.11-24.
 CUNHA, G.R.; HAAS, J.C. *Recomendação de épocas de semeadura de trigo para o estado do Rio Grande do Sul, safra 1996*. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1996. 24p. (Documentos, 26)
 CUNHA, G.R. da; HAAS, J.C.; MOREIRA, M.B.; ASSAD, E.D. Sistema de zoneamento de riscos climáticos para a cultura de trigo no Brasil (ZonTrigo v.1.0). *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v.6, n.1, p.125-132, jan./jun., 1998.
 GUARIENTI, E.M. *Qualidade industrial de trigo*. 2.ed. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1993. 36p. (Documentos, 27)

- JAME, Y.W.; CUTFORTH, H.W. Crop growth models for decision support systems. *Canadian Journal of Plant Science*, Ottawa, v.76, n.1, p. 9-19, 1996.
- JONES, J. W.; TSUJI, G. Y.; HOOGENBOOM, G.; et al. Decision support system for agrotechnology transfer. In: TSUJI, G. Y.; HOOGENBOOM, G.; THORNTON, P.K. **Understanding options for agricultural production**. London: Kluwer, 1998. p.157-177.
- LAUER, J. G. SELECT: Crop variety selection software for microcomputers. *Journal of Production Agriculture*, Madison, v.8, n.3, p.433-437, 1995.
- LUZ, W.C. Efeito da precipitação pluviométrica no rendimento de duas cultivares de trigo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 17, n. 3, p. 351-354, 1982.
- MANDARINO, J.M.G. **Aspectos importantes para a qualidade do trigo**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1993. 32p. (Documentos, 60)
- MEYER, S.J.; AMERI, S.A.; HUBBARD, K.G. ClimProb: Software for assisting climate-related decisionmaking. *Journal of Production Agriculture*, Madison, v.9, n.3, p. 352-358, 1996.
- MOTA, F.S. da (Ed.) **Agrometeorologia do trigo no Brasil**. Campinas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1989. 122p.
- MOTA, F.S. da; BEIRSDORF, M.I.C.; ACOSTA, M.J.C.; MOTTA, W.A.; WESTPHALEN, S.L. **Zoneamento agroclimático do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Pelotas: EMBRAPA/IPEAS, 1974. 122p. (Circular, 50)
- MOTA, F.S. da; GOEDERT, C.O.; LOPES, N.F.; GARCEZ, J.R.B.; GOMES, A. da S. **Zoneamento da região do planalto gaúcho para a cultura do trigo**. Pelotas: IPEAS, 1968. 39 p.
- PASCALE, A.J. Design of agrometeorological field experiments. In: WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION SYMPOSIUM, 1973, Braunschweig. **Agrometeorology of the wheat crop. Proceedings...** Offenbach: WMO, 1974. p.74-102.
- REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 28., 1996, Passo Fundo. **Recomendações...** Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1996, 76p.
- REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 29., 1997, Porto Alegre. **Recomendações...** Porto Alegre: CSBPT, 1997. 82p.
- REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 30., 1998, Chapecó. **Recomendações...** Chapecó: Epagri, 1998. 82p.
- SCHEEREN, P.L. Danos de geada em trigo: avaliação preliminar de cultivares. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.17, n.6, p.853-858, 1982.
- SCHRÖDTER, H.; GRAHL, A. Meteorological model for determining the extent of sprouting of wheat. In: WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION SYMPOSIUM, 1973, Braunschweig. **Agrometeorology of the wheat crop. Proceedings...** Offenbach: WMO, 1974. p.185-195.
- TSUJI, G.Y.; UEHARA, G.; BALAS, S. (Eds.). **DSSAT: a decision support system for agrotechnology transfer version 3.0**. Honolulu-HI: University of Hawaii, 1994. 3 v.
- UEHARA, G.; TSUJI, G. Y. Overview of IBSNAT. In: TSUJI, G. Y.; HOOGENBOOM, G.; THORNTON, P.K. (Ed.) **Understanding options for agricultural production**. London: Kluwer, 1998. p.1-7.
- WENDT, W.; TEIXEIRA, J. B. As geadas e o trigo no Brasil. In: MOTA, F.S. da (Ed.) **Agrometeorologia do trigo no Brasil**. Campinas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1989. p.65-74.

INTERFERÊNCIA DO ARROZ-VERMELHO, DESSECADO POR HERBICIDAS NÃO-SELETIVOS, NO ARROZ IRRIGADO: II. RENDIMENTO DE GRÃOS E OUTRAS CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS

RODRIGO NEVES¹, NILSON GILBERTO FLECK², VALMIR GAEDKE MENEZES³

RESUMO – O arroz-vermelho (*Oryza sativa* L.) é considerado a planta daninha mais problemática da orizicultura gaúcha. Várias técnicas são utilizadas para diminuir sua infestação na cultura do arroz irrigado, dentre estas, os sistemas reduzidos de cultivo. O objetivo desta pesquisa foi avaliar os efeitos do manejo químico do arroz-vermelho, no sistema de semeadura direta, sobre o rendimento e características agronômicas do arroz irrigado, bem como definir a época em que tal manejo pode ser realizado. Para isso, foi conduzido experimento em condições de campo no período 1996/97. Foram testados os seguintes tratamentos: épocas de dessecção do arroz-vermelho (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), acrescidos 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). Os resultados evidenciaram que a presença de resíduos de arroz-vermelho interfere negativamente no rendimento de grãos da cultura, principalmente, quando a semeadura ocorre em data próxima às aplicações de herbicidas. Dentre os herbicidas utilizados, o sulfosate, em especial a dose menor, ocasionou reduções para a maioria dos parâmetros avaliados.

Palavras chave: *Oryza sativa*, cultivo mínimo, adubação nitrogenada, resteva, semeadura direta.

EFFECT OF RED RICE, DESICCATED BY NON-SELECTIVE HERBICIDES, ON IRRIGATED RICE: II. GRAIN YIELD AND OTHER AGRONOMIC CHARACTERISTICS

ABSTRACT – Red rice (*Oryza sativa* L.) is considered the most serious weed in rice crop in Rio Grande do Sul. Several techniques are employed to decrease its infestations on irrigated rice, among them, the use of minimum tillage. The objective of this research was to evaluate the effects of red rice chemical management on grain yield and agronomic characteristics of irrigated rice in minimum tillage system, as well as to define the time in which such management can be performed. To reach this purpose, a field experiment was conducted in 1996/97, with the following treatments: red rice desiccation periods (10, 6, and 2 days before, and 2 days after rice sowing), 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 fertilization), and systems of irrigated rice sowing (in presence and in absence of red rice residues). The results showed that the presence of rice residues interfered negatively on grain yield of rice, especially when sowing occurred close to herbicide application. Sulfosate, especially at the low rate, caused reductions in most of the parameters evaluated.

Key words: *Oryza sativa*, reduced tillage, nitrogen fertilization, straw, 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 reduzidos de cultivo (semeadura direta e cultivo mínimo). Nestes sistemas, são utilizados herbicidas não-seletivos, como glyphosate, paraquat e sulfosate, para eliminação da vegetação existente (CARLSON e BURNSIDE, 1984; BUHLER e BURNSIDE, 1987; FRIZZO, 1991; AHRENS, 1994).

No entanto, apesar dos benefícios obtidos com estas técnicas, encontrou-se três tipos de resposta para rendimento de grãos, quando comparou-se os sistemas reduzidos de cultivo com o cultivo con-

vencional. Primeiro, os rendimentos de grãos do arroz irrigado foram superiores, quando a semeadura foi realizada no sistema de cultivo convencional, em relação aos cultivos reduzidos (SHAD e DE DATTA, 1986; MENEZES et al., 1997; VERNETI JUNIOR e GOMES, 1997). Segundo, foram obtidos rendimentos de grãos 22 a 30% superiores no Sri Lanka e na Malásia (ELIAS, 1969), e 23 e 20% superiores no Rio Grande do Sul, quando se utilizou os sistemas de cultivo reduzido em comparação ao convencional (SILVA et al., 1993). Um terceiro grupo de trabalhos não evidenciou diferenças entre os sistemas de cultivo citados (SHAD e DE DATTA, 1986; OLIVEIRA et al., 1994; ANDRES et al., 1996; MACEDO et al., 1997).

Esta interferência, quando existente, pode ser atribuída, dentre outras causas, ao efeito alelopático

1. Eng. Agr. – Aluno do Programa de Pós-graduação 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 Riograndense do Arroz (IRGA), Cachoeirinha, RS.

Recebido para publicação em 01/04/1998.

causado pelas plantas de arroz vermelho no arroz irrigado, ou mesmo, por alterações nas populações de agentes patogênicos do solo, especialmente, quando a cobertura é dessecada com os herbicidas glyphosate e sulfosate. Isto é possível pelo fato de esses 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 doenças (KEEN et al., 1982; JOHAL e RAHE, 1984; LÉVESQUE e RAHE, 1992).

Segundo CHOU e LIN (1976) e STEVENSON (1967), o declínio no rendimento de grãos do arroz em cultivo subsequente é devido, principalmente, aos efeitos alelopáticos decorrentes da decomposição de resíduos do arroz-vermelho ou da exudação de aleloquímicos por suas raízes nos solos dos arrozais. Já SMILEY et al. (1992) atribuíram a redução de até 50% no rendimento de grãos de cevada ao incremento na severidade de *Rhizoctonia solani*, um fungo de solo, quando a época de semeadura era antecipada de três semanas para três dias após a dessecação da cobertura vegetal.

Outro componente que se reveste de importância nos sistemas reduzidos de cultivo é a relação C/N que se origina da palha do arroz-vermelho após dessecação. Neste caso, o nitrogênio pode ser imobilizado pelos microrganismos decompositores da cobertura morta depositada na camada superficial do solo, diminuindo sua disponibilidade para a cultura posterior (OGUNREMI et al., 1986; AITA e ROS, 1996). Como consequência, os microrganismos 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 negativos decorrentes do manejo químico do arroz-vermelho, no sistema de semeadura direta, 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 Cachoei-

rinha, região da Depressão Central do Rio Grande do Sul. O solo, onde foi instalado o experimento, pertence à unidade de mapeamento Vacacai (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 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 do arroz irrigado e, conseqüentemente, confusão 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, no dia 26 de dezembro de 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 foram arranjos em 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, realizaram-se aplicações de herbicidas em várias épocas. As épocas de dessecação do arroz, 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), acrescido de dois tratamentos testemunha 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 de arroz. As unidades experimentais (sub-subparcelas) apresentaram dimensões de 3 m de largura por 5 m de comprimento (15 m²). As aplicações de herbicidas, executadas tanto em tratamento de solo, como das plantas do arroz 'IRGA

416', foram efetuadas entre 7 e 8 horas da manhã, com temperatura variando entre 18,4 e 20,6° C e umidade relativa entre 86 e 97%, 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 4 bicos jato plano, do tipo leque, série 110.03, espaçados 50 cm, os quais propiciaram volume de calda equivalente a 200 l/ha.

Os efeitos dos tratamentos foram estimados através da avaliação dos números de panículas por área (avaliando-se 1 m² por sub-subparcela) e de grãos por panícula, do peso médio do grão, da esterilidade de espiguetas e do rendimento de grãos do arroz irrigado.

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

Para os componentes do rendimento de grãos da cultura não se observaram efeitos diferenciais

no número de panículas por área e de grãos por panícula em função dos tratamentos testados (Tabela 1). A ausência de significância, verificada para estes parâmetros, pode ser devida à plasticidade apresentada pela cultura em se adequar às diferentes situações ocorridas.

Entretanto, verificou-se maior peso médio do grão de arroz irrigado quando este foi semeado na presença de cobertura de arroz (Tabela 2). Ainda, para esterilidade de espiguetas do arroz irrigado, nos casos em que ocorreu diferenças, estas indicaram, em geral, maior esterilidade na condição de presença de cobertura de arroz (Tabela 3). Esta resposta foi agravada pela aplicação do herbicida sulfosate, não ocorrendo grandes variações entre os demais tratamentos utilizados.

A esterilidade de espiguetas do arroz é uma característica grandemente influenciada por fatores adversos de ambiente, pelas práticas de manejo adotadas e por condições fitossanitárias ocorrentes na cultura (OLIVEIRA et al., 1994; MENEZES, 1996). No presente experimento, a maior esterilidade de espiguetas foi observada nos tratamentos que receberam aplicação do herbicida sulfosate, o que pode ser uma decorrência do efeito negativo causado por este herbicida no desenvolvimento inicial das plantas de arroz.

TABELA 1 – Número de panículas por área e de grãos por panícula de plantas de arroz irrigado, em função de épocas de semeadura da cultura, relacionadas à aplicação de herbicidas não-seletivos para dessecação de arroz. FEA/IRGA, Cachoeirinha, RS, 1996/97

Épocas de semeadura do arroz irrigado em relação à aplicação dos herbicidas	Panículas por m ² (n°)	Grãos por panícula (n°)
10 dias após	329 ^{ns}	77 ^{ns}
6 dias após	307	77
2 dias após	327	76
2 dias antes	319	74
Tratamentos de controle ao arroz	Panículas por m ² (n°)	Grãos por panícula (n°)
Sulfosate - 825 g/ha e.a.	312 ^{ns}	77 ^{ns}
Sulfosate - 1650 g/ha e.a.	329	75
Paraquat - 400 g/ha i.a.	327	78
Testemunha (sem herbicida e sem nitrogênio)	309	76
Testemunha (sem herbicida e com nitrogênio)	324	76
Situações de semeadura da cultura	Panículas por m ² (n°)	Grãos por panícula (n°)
Presença de cobertura de arroz	323 ^{ns}	76 ^{ns}
Ausência de cobertura de arroz	318	77
CV (%) - Épocas de semeadura do arroz irrigado	6,4	5,3
CV (%) - Tratamentos de controle ao arroz	7,4	9,2
CV (%) - Situações de semeadura da cultura	10,4	9,3

ns – Médias comparadas nas colunas, dentro de cada fator e para cada variável, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

TABELA 2 – Peso do grão (g/1000 grãos) do arroz irrigado, em função de situações de semeadura da cultura relacionadas à aplicação de herbicidas não-seletivos para dessecação do arroz. FEA/IRGA, Cachoeirinha, RS, 1996/97

Épocas de semeadura do arroz cultivado em relação à aplicação dos herbicidas	Situações de semeadura da cultura		Médias
	Presença de cobertura de arroz	Ausência de cobertura de arroz	
10 dias após	26,0	25,3	25,7 a ²
6 dias após	25,9	25,4	25,6 a
2 dias após	25,3	25,1	25,2 ab
2 dias antes	25,1	24,9	25,0 b
Médias	A ¹ 25,6	B 25,2	
CV (%) - Épocas de semeadura do arroz irrigado			1,3
CV (%) - Situações de semeadura da cultura			3,6

¹ Médias antecedidas de letras maiúsculas diferentes, na linha, diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

² Médias seguidas de mesma letra minúscula, comparadas na coluna, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Com relação ao rendimento de grãos da cultura, observou-se equivalência dos valores entre situações de semeadura para as épocas tardias (10 e 6 dias após aplicação dos tratamentos de controle do arroz). Contudo, verificou-se efeito negativo da presença da cobertura, quando o arroz foi semeado próximo às aplicações de herbicidas (2 dias após e 2 dias antes dos tratamentos de controle). Nestas épocas, novamente se constatou efeito negativo decorrente do uso do herbicida sulfosate, fato que não ocorreu nas primeiras épocas de semeadura (Figura 1 e Tabela 4).

O menor rendimento de grãos do arroz irrigado, obtido na presença de plantas dessecadas de

arroz, pode ser atribuído, em parte, ao provável efeito prejudicial, ocasionado por compostos alelopáticos e/ou pela falta de nitrogênio ocorrida, quando da decomposição da cobertura vegetal durante os estádios iniciais de desenvolvimento da cultura. Este efeito deve ter interferido no desenvolvimento normal das plantas e na sua capacidade produtiva.

Outra hipótese para explicar o menor rendimento de grãos da cultura, obtido na presença de cobertura de arroz, ocorrido nas duas últimas épocas de semeadura, é o atraso nas aplicações de herbicidas possibilitou que os efeitos prejudiciais decorrentes da cobertura se manifestassem tardiamente para estas épocas.

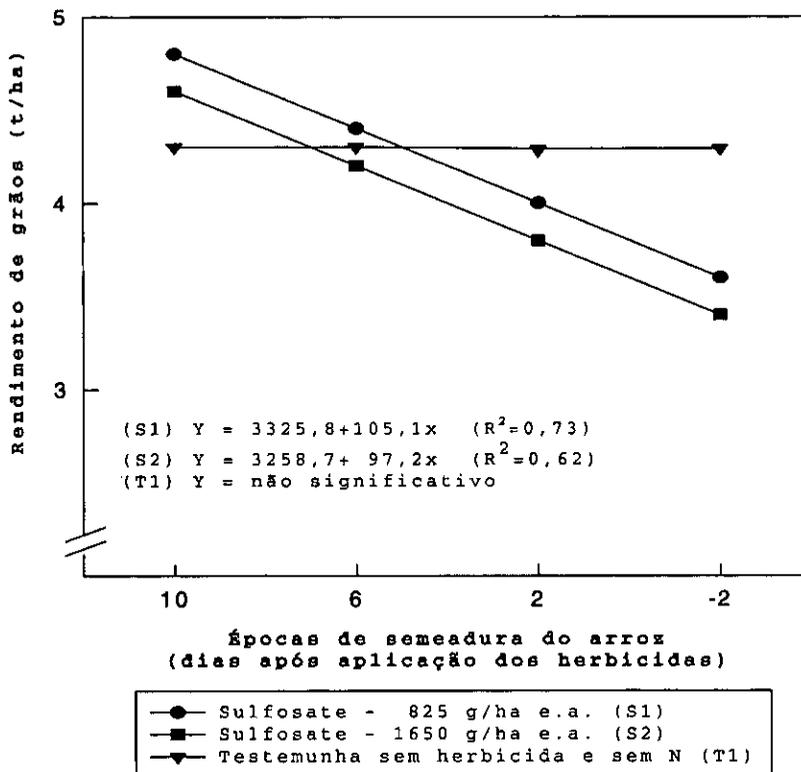


FIGURA 1 – Rendimento de grãos (t/ha) do arroz irrigado, em função das épocas de semeadura da cultura, na presença de plantas de arroz, nas médias das aplicações de herbicidas não-seletivos. FEA/IRGA, Cachoeirinha, RS, 1996/97

TABELA 3 - Esterilidade de espiguetas (%) em panículas de arroz irrigado, em função das épocas de semeadura da cultura, relacionadas à aplicação de herbicidas não-seletivos para dessecação de arroz. EEA/IRGA, Cachoeirinha, RS, 1996/97

Tratamentos de controle do arroz	Épocas de semeadura do arroz irrigado em relação à aplicação dos herbicidas								
	10 dias após		6 dias após		2 dias após				
	PA ¹	AA ²	PA	AA	PA	AA			
	Situações de semeadura da cultura								
	PA	AA	PA	AA	PA	AA			
Sulfosate - 825 g/ha e.a.	A 26 ab ³	A 29 a	A 27 ab	A 29 a	A 48 a	B 30 a	A 33 ab	B 22 a	
Sulfosate - 1650 g/ha e.a.	A 35 a	B 23 a	A 30 ab	A 30 a	A 38 ab	B 22 b	A 43 a	B 28 a	
Paraquat - 400 g/ha i.a.	B 20 b	A 29 a	A 30 ab	A 26 a	A 28 bc	A 31 a	A 25 b	A 24 a	
Testemunha (sem herbicida e sem nitrogênio)	A 23 b	A 27 a	A 23 b	A 29 a	B 28 bc	A 37 a	A 27 b	A 31 a	
Testemunha (sem herbicida e com nitrogênio)	B 24 b	A 31 a	A 35 a	B 26 a	A 27 c	A 32 a	A 23 b	A 27 a	
CV (%) - Épocas de semeadura do arroz irrigado							8,8		
CV (%) - Tratamentos de controle ao arroz							20,7		
CV (%) - Situações de semeadura da cultura							21,9		

¹ Presença de cobertura de arroz.

² Ausência de cobertura de arroz.

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.

TABELA 4 - Rendimento de grãos (kg/ha) de arroz irrigado, em função de época de semeadura da cultura relacionadas à aplicação de herbicidas não-seletivos para dessecação de arroz. EEA/IRGA, Cachoeirinha, RS, 1996/97

Tratamentos de controle do arroz	Épocas de semeadura do arroz irrigado em relação à aplicação dos herbicidas							
	10 dias após		6 dias após		2 dias após			
	PA ¹	AA ²	PA	AA	PA	AA		
Sulfosate - 825 g/ha e.a.	A 4780 a ³	A 4512 b	A 4632 a	A 4756 ab	B 3496 c	A 4984 a	B 3757 ab	A 4974 ab
	A 4266 a	A 4673 ab	A 4808 a	B 4303 b	B 3750 bc	A 5204 a	B 3322 b	A 4846 ab
	A 4696 a	A 5022 ab	A 4775 a	A 5037 a	A 4551 a	A 4610 a	B 3824 ab	A 5138 a
Testemunha (sem herbicida e sem nitrogênio)	A 4360 a	A 4745 ab	A 4621 a	A 5063 a	B 4371 ab	A 4818 a	A 3985 a	A 4368 b
	A 4820 a	A 5208 a	A 5054 a	A 5084 a	A 4665 a	A 5042 a	B 4324 a	A 5218 a
CV (%) - Épocas de semeadura do arroz irrigado							5,1	
CV (%) - Tratamentos de controle ao arroz							7,8	
CV (%) - Situações de semeadura da cultura							9,5	

¹ Presença de cobertura de arroz.

² Ausência de cobertura de arroz.

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

Todavia, SMILEY et al. (1992) relataram incremento na severidade de *Rhizoctonia solani* e decréscimo de até 50% no rendimento de grãos de cevada com a redução na época de semeadura de três semanas para três dias após a aplicação do herbicida glyphosate. Esse efeito pode ser devido à grande quantidade de resíduo vegetal existente no solo, quando a cultura é semeada três dias após a aplicação de herbicida. Já, na semeadura realizada três semanas após a aplicação de herbicida, existe maior competição dos patógenos com os fungos saprofitos, pelos resíduos, o que reduz a população dos patógenos biotróficos capazes de causar danos às plantas (SMILEY et al., 1992; PITTAWAY, 1995).

Pressupõe-se que os efeitos negativos, observados no rendimento de grãos do arroz irrigado, para as semeaduras realizadas na presença de cobertura de arroz e efetuadas próximo às aplicações do herbicida sulfosate, deve-se ao fato de este herbicida promover morte lenta das plantas e com isso retardar sua decomposição no solo. Em consequência, as plantas de arroz irrigado, semeadas em sucessão, permanecem por maior tempo em contato com os resíduos vegetais e os efeitos negativos advindos destes.

Porém, não se percebe comportamento semelhante para rendimento de grãos, quando as aplicações são realizadas com o herbicida paraquat. Espera-se que este efeito decorra da rápida dessecação provocada nas plantas de arroz pelo herbicida. É provável que este produto, ao acelerar a morte das plantas e a decomposição dos seus resíduos, diminua o tempo de exposição destes com a cultura. Tal efeito foi comprovado por PINTO et al. (1997), em que aplicações sequenciais de sulfosate, seguidas por paraquat, no sistema de cultivo mínimo, apresentaram maiores rendimentos de grãos do que as aplicações isoladas de sulfosate. Segundo VICTORIA et al. (1992), após a fase de decomposição ativa de resíduos vegetais, ocorre remineralização do nitrogênio, devido à reciclagem do nutriente contido na biomassa microbiana durante a sua morte e predação.

Efeitos semelhantes de épocas de semeadura sobre o rendimento de grãos foram relatados para milho implantado sobre resíduos culturais de espécies de inverno, principalmente de gramíneas (RAIMBAULT et al., 1991; RUEDELL, 1995).

Acredita-se que os efeitos negativos observados no rendimento de grãos do arroz devem-se, provavelmente, à interação entre fatores químicos (alelopatia) e biológicos (agentes patogênicos e relação C/N) decorrentes da presença de resíduos de plantas de arroz em decomposição no solo.

CONCLUSÕES

A presença de cobertura de plantas de arroz dessecadas causa redução no rendimento de grãos do arroz irrigado, quando as semeaduras são realizadas próximas das aplicações (2 dias após e 2 dias antes) de herbicidas não-seletivos. Observa-se maior esterilidade das espiguetas do arroz irrigado, na condição de presença de cobertura de arroz.

A semeadura de arroz irrigado, na presença de cobertura de arroz, realizada 10 e 6 dias após a aplicação de herbicidas não-seletivos, não é prejudicial ao rendimento de grãos da cultura.

Dentre os herbicidas utilizados, o sulfosate, em especial a dose menor, ocasionou reduções para a maioria dos parâmetros avaliados.

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.
- ANDRES, A.; LOPES, S.I.G.; MACEDO, V.R.M. et al. Avaliação de sistemas de cultivo de arroz irrigado. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v.49, n.428, p.25-26, 1996.
- BUHLER, D.D.; BURNSIDE, O.C. Effects of application variables on glyphosate phytotoxicity. **Weed Technology**, Champaign, v.1, n.1, p.14-17, 1987.
- 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.
- CARLSON, K.L.; BURNSIDE, O.C. Comparative phytotoxicity of glyphosate, SC-0224, SC-0545, and HOE-00661. **Weed Science**, Champaign, v.32, n.6, p.841-844, 1984.
- 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.
- ELIAS, R.S. Rice production and minimum tillage. **Outlook on Agriculture**, Paris, v.6, n.2, p.67-71, 1969.
- 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, 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.
- JOHAL, G.S.; RAHE, J.E. Effect of soilborne plant-pathogenic fungi on the herbicidal action of glyphosate on bean seedlings. **Phytopathology**, St. 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**, St. 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.
- MACEDO, V.R.M.; CORRÊA, N.I.; LOPES, M.S.; et al. Rendimento de grãos, características físicas e consumo de água num solo sob sistemas de cultivo de arroz irrigado. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 22., 1997, Camboriú. **Anais...** Itajaí: EPAGRI-IRGA-EMBRAPA/CPACT, 1997. p.184-186.
- MENEZES, V.G. Manejo de arroz-vermelho através do tipo e arranjo de plantas de arroz irrigado no sistema de cultivo mínimo. Porto Alegre, 1996. 76 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, UFRGS. 1996.
- 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.; MACHADO, S.L.O.de. Sistemas de preparo do solo para o arroz irrigado (*Oryza sativa* L.). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.24, n.3, p.489-493, 1994.
- PINTO, J.J.O.; BORGES, E.S.de; AGOSTINETTO, D.; HENN, D. Manejo de herbicidas dessecantes no sistema de cultivo mínimo na cultura do arroz irrigado. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 22., 1997, Bal. Camboriú. **Anais...** Itajaí: EPAGRI-IRGA-EMBRAPA/CPACT, 1997. p.372
- PITTAWAY, P.A. Opportunistic association between *Pythium* species and weed residues causing seedling emergence failure in cereals. **Australian Journal of Agricultural Research**, East Melbourne, v.46, n.3, p.655-662, 1995.
- RAIMBAULT, B.A.; VYN, T.J.; TOLLENAAR, M. Corn response to rye cover crop tillage methods, and planter options. **Agronomy Journal**, Madison, v.83, n.2, p.287-290, 1991.
- RUEDELL, J. Plantio direto na região de Cruz Alta. Cruz Alta: FUNDACEP/BASF, FUNDACEP/FECOTRIGO, 1995. 134p.
- 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.
- SMILEY, R.W.; OGG Jr., A.G.; COOK, R.J. Influence of glyphosate on *Rhizoctonia* root rot, growth, and yield of barley. **Plant Disease**, St. Paul, v.76, n.9, p.937-942, 1992.
- STEVENSON, F.J. Organic acids in soil. In: MCLAREN, A.D.; PETERSON, G.H. **Soil biochemistry**. New York: Marcel Dekker, 1967. p.119-142.
- VERNETTI JUNIOR, F.J. de; GOMES, A.S. da. Comportamento de cultivares de arroz irrigado submetidas a diferentes sistemas de cultivo. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 22., 1997, Bal. Camboriú. **Anais...** Itajaí: EPAGRI-IRGA-EMBRAPA/CPACT, 1997. p.200-202.
- 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.

EFICIÊNCIA DE MÉTODOS DE APLICAÇÃO DE INSETICIDAS NO CONTROLE DE *Oryzophagus oryzae* (COSTA LIMA, 1936) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE), NA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO

MARCOS BOTTON¹, JAIRO JOÃO CARBONARI², JOSÉ FRANCISCO DA SILVA MARTINS²

RESUMO – *Oryzophagus oryzae*, conhecido como gorgulho-aquático, é um dos insetos mais prejudiciais à cultura do arroz irrigado no Brasil, causando reduções de 10 a 30% na produtividade. O objetivo deste trabalho foi comparar a eficiência do tratamento de sementes, da pulverização foliar e do tratamento da água de irrigação do arroz, com inseticidas químicos, no controle do inseto. Utilizaram-se ingredientes ativos, formulações e doses apropriadas a cada método de aplicação. O tratamento de sementes com carbossulfan TS (300 g/100 kg) ou fipronil FS (50 e 75 g/100 kg) e a pulverização foliar com fipronil WDG (60 e 80g/ha) ou lambdacialotrina CE (10 g/ha), proporcionaram alta redução da população larval (92 a 99%) e evitaram perdas na produção de grãos (18 a 25%), em níveis significativamente iguais aos obtidos com o método de aplicação padrão, que consiste em distribuição de carbofuran G (750 g/ha) diretamente na água de irrigação. Fipronil G (60 e 80 g/ha), aplicado à água de irrigação, reduziu a população larval em nível (76 e 81%) significativamente inferior ao de carbofuran G. Concluiu-se que o tratamento de sementes e a pulverização foliar, dependendo do ingrediente ativo usado, são tão eficientes no controle de *O. oryzae*, quanto à aplicação de carbofuran granulado, diretamente na água de irrigação.

Palavras-chave: Insecta, *Oryza sativa*, gorgulho-aquático, bicheira-da-raiz, controle químico.

EFFICIENCY OF INSECTICIDE APPLICATION METHODS ON THE CONTROL OF *Oryzophagus oryzae* (COSTA LIMA, 1936) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE), ON IRRIGATED RICE

ABSTRACT – *Oryzophagus oryzae*, the rice water weevil (RWW), an important insect pest in irrigated rice crop in Brazil, can reduce 10 to 30% the grain yield. The purpose of this study was to compare the efficiency of RWW chemical control by seed treatment, foliar spray or rice irrigation water treatment, using the more appropriated active ingredients, formulations and rates, to each insecticide application method. The seed treatment with carbosulfan TS (300 g/100 kg) or fipronil FS (50 and 75 g/100 kg), and foliar spray with fipronil WDG (60 and 80 g/ha), or lambda-cyhalothrin (10 g/ha) provided high larval control (92 to 99%) and avoided grain yield reduction (18 to 25%), equivalent to standard control method, based on carbofuran G (750 g/ha) applied directly on rice irrigation water. Fipronil G (60 and 80 g/ha) was significantly less efficient than granulated carbofuran. It was concluded that seed treatment and foliar spray, according to active ingredients used, are more efficient for RWW control than granular carbofuran applied directly on irrigation water.

Key words: Insecta, *Oryza sativa*, rice water weevil, chemical control.

INTRODUÇÃO

Oryzophagus oryzae (Costa Lima, 1936) (Coleoptera: Curculionidae) é uma das espécies de insetos mais prejudiciais à cultura do arroz irrigado no Brasil (CAMARGO, 1991). O inseto adulto, conhecido por gorgulho aquático, alimenta-se das folhas de plantas de arroz, raramente acarretando perdas econômicas. Oviposita em partes submersas das plantas, dando origem às larvas (bicheira-da-raiz) que, ao se alimentarem das raízes, causam danos de 10 % (MARTINS et al., 1993a) a 30% (OLIVEIRA, 1994) na produtividade da cultura.

Quando práticas tradicionais do manejo da cultura do arroz irrigado, como limpeza de canais de irrigação, aplainamento do solo, destruição de taipas e de restos culturais, não são suficientes para reduzir a população de *O. oryzae* abaixo de níveis de dano econômico, é recomendado o controle químico das larvas com o inseticida carbofuran gra-

nulado, aplicado em cobertura na água de irrigação, a partir do décimo dia após a inundação do arrozal (EMBRAPA, 1993).

Apesar da elevada eficiência do carbofuran no controle das larvas, há restrições à sua utilização, principalmente devido ao custo relativamente elevado das doses atualmente recomendadas e à alta toxicidade (MARTINS et al., 1993a). O uso desse inseticida em arroz irrigado é proibido no Japão (CAMARGO, 1991) e vem sendo questionado nos Estados Unidos da América (HEISLER et al., 1992; IRWIN, 1996). Perante esta situação, outros métodos de aplicação de inseticidas, alternativos ao uso do carbofuran granulado, têm sido estudados. Entre estes, destacam-se o tratamento de sementes (CARBONARI et al., 1995), a pulverização foliar com inseticidas piretróides para controle de adultos (BOTTON et al., 1993; OLIVEIRA, 1994) e a aplicação de novos inseticidas granulados diretamente na água de irrigação para

1. Eng. Agr. - M.Sc. - Embrapa Uva e Vinho, Caixa Postal 130, 95.700-000 Bento Gonçalves, RS.

2. Eng. Agr. - Pós-graduando e Pesquisador, Dr., respectivamente. Embrapa Clima Temperado Caixa Postal 403, 96.001-970 Pelotas, RS. Recebido para publicação em 30/04/1998.

controle de larvas (PRANDO e PEGORARO, 1993; CARBONARI et al., 1995).

O tratamento de sementes de arroz com inseticidas, visando controle de gorgulhos aquáticos, foi bastante praticado no passado, basicamente com aldrin, tanto no Brasil (MARTINS et al., 1977) como em outros países (BOWLING, 1957). O método foi abandonado devido à resistência dos insetos ao produto (GIFFORD et al., 1970) e a problemas de contaminação ambiental (FLICKINGER e KING, 1972). Com o surgimento de novos ingredientes ativos, como imidacloprid (IWAYA e TSUBOI, 1992) e fipronil (COLLIOT et al., 1992), estudos sobre controle de *O. oryzae*, via tratamento de sementes, foram retomados.

A aplicação de inseticidas, via pulverização foliar de arroz, como método de controle de adultos de *O. oryzae* (MARTINS e BOTTON, 1991), foi baseada em estudos com o piretróide ciclotrina e a espécie *Lissorhoptrus oryzophilus* Kuschel (KIRIHARA e SAKURAI, 1988). A eficiência do método é variável conforme a época de aplicação dos inseticidas. Pulverizações, cerca de três dias após a inundação do arrozal, são mais eficientes (MARTINS et al., 1993c).

A aplicação de carbofuran granulado na água de irrigação, para controle de *O. oryzae*, é mais apropriada a pequenos arrozais ou focos de infestação em grandes lavouras, quando a população larval atinge o nível de controle econômico (EMBRAPA, 1993). É fundamental identificar métodos alternativos de aplicação de inseticidas, envolvendo novos ingredientes ativos, com menor toxicidade e menor custo que o carbofuran granulado. Neste contexto, foi comparada a eficiência do tratamento de sementes, pulverização foliar e distribuição direta de inseticidas na água de irrigação, com diferentes ingredientes ativos, formulações e doses, visando controle de adultos e larvas de *O. oryzae*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento, realizado em 1995, na Embrapa Clima Temperado (Capão do Leão, RS), com os inseticidas Furadan 50 G [carbofuran (carbamato sistêmico), classe toxicológica I], Regent 20 G, Regent 800 WDG, Standak 250 FS [fipronil (fenil pirazol), classe toxicológica II, IV e IV, respectivamente], Karate 50 CE [lambdacialotrina (piretróide sintético), classe toxicológica II] e Marshal 250 TS [carbossulfan (carbamato sistêmico), classe toxicológica II]. Através do delineamento em blocos casualizados, com cinco repetições, compararam-se três tratamentos de semente [fipronil FS (50 e 75 g/100 kg) e carbossulfan TS (300 g/100 kg)]; três de pulverização foliar

[fipronil WDG (60 e 80 g/ha) e lambdacialotrina CE (10 g/ha)]; três de aplicação direta na água de irrigação [fipronil 20 G (60 e 80 g/ha) e carbofuran G (750 g/ha)], e testemunha [sem inseticida].

As parcelas experimentais, de 12,8 m², consistiram de 16 fileiras de plantas (cultivar BRS 6 – Chui: 100 sementes/metro linear), com 4 m de comprimento e espaçadas em 0,2 m. Para evitar a mistura dos tratamentos, as parcelas foram cercadas por taipas, possuindo entrada e saída individual da água de irrigação. Os tratamentos de semente foram realizados 3 horas antes da semeadura. Em seqüência, foi adotado o seguinte procedimento: contagem de plantas nas duas fileiras centrais, apenas das parcelas testemunhas e das correspondentes aos tratamentos de semente, 20 dias após a semeadura (DAS); inundação de todas as parcelas, 33 DAS, mantendo a lâmina de água constante em 0,15 m; aplicação dos tratamentos de pulverização foliar, quatro dias após a inundação (DAI), através de equipamento propelido a CO₂ (com 4 bicos X₄, equidistantes 0,5 m), usando volume de calda equivalente a 110 litros/ha; primeira contagem de larvas de *O. oryzae*, 21 DAI, em quatro amostras cilíndricas de solo e raízes (com 10 cm de diâmetro e 8,5 cm de altura), retiradas de cada parcela. Imediatamente após a contagem de larvas, aplicação dos tratamentos da água de irrigação, distribuindo os inseticidas granulados, misturados a 100 g de areia fina lavada, através de aplicador manual tipo saleiro; segunda contagem de larvas, 32 DAI, conforme procedimento da primeira contagem.

Na análise estatística, o número médio de larvas de *O. oryzae*/amostra (X) foi transformado em $\sqrt{X+0,5}$. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$), através do programa SANEST (ZONTA et al. 1986). A eficiência dos tratamentos no controle do inseto foi calculada pela fórmula de ABBOTT (1925). Correlacionou-se a produção de grãos/parcela, com a percentagem de plantas de arroz emergidas/fileira e com o número de larvas/amostra aos 32 DAI. Os valores dos coeficientes lineares (a) e angulares (b) das equações de regressão, entre produção de grãos e número de larvas/amostra, para tratamento de sementes, pulverização foliar e aplicação de inseticidas na água de irrigação, foram comparados pelo teste t ($P \leq 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre os tratamentos de semente, apenas fipronil FS (50 g/100 kg) superou significativamente a testemunha quanto à percentagem de emergência de plantas (Tabela 1). O tratamento de sementes com carbossulfan TS (300 g/100 kg) e

fipronil FS (50 e 75 g/100 kg) foi altamente eficiente na redução da população de *O. oryzae*. Até 32 DAI, proporcionou níveis de controle (92 a 99%) significativamente iguais ao obtido com a aplicação de carbofuran G (750 g/ha) diretamente na

água de irrigação (Tabela 2), confirmando resultados sobre tratamento de sementes com o inseticida imidacloprid (PRANDO e PEGORARO, 1993), carbossulfan e fipronil (CARBONARI et al., 1995).

TABELA 1 – Efeito do tratamento de sementes de arroz com inseticidas na emergência de plantas

Tratamentos ¹	Dosagem ²		Emergência de plantas ³ (%)
	i.a.	p.c.	
Fipronil (Standak 250 FS)	50	200	52,3 a
Fipronil (Standak 250 FS)	75	300	47,7 ab
Carbossulfan (Marshal 250 TS)	300	1200	47,3 ab
Testemunha	-	-	41,8 b
CV (%)	-	-	8,7

¹Nenhum produto comercial citado esta sendo recomendado pela FEPAGRO ou pelos autores.

²Do ingrediente ativo (i.a.) e produto comercial (p.c.), em g/100 kg de sementes.

³Médias com letras iguais não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P = 0,05).

A pulverização foliar de arroz com fipronil WDG (60 e 80 g/ha) e lambdacialotrina CE (10 g/ha), visando atingir adultos de *O. oryzae*, também foi altamente eficiente. Até 32 DAI, proporcionou redução drástica da população larval (95 a 99%), em níveis idênticos ao obtido com a aplicação de carbofuran G (Tabela 2), confirmando o desempenho obtido com outros piretróides (MARTINS e BOTTON, 1991; CRUZ, 1992; OLIVEIRA, 1994).

A aplicação de fipronil G (60 e 80 g/ha), diretamente na água de irrigação, foi menos eficiente (76 e 81%) no controle de larvas de *O. oryzae*, até 32 DAI, que o tratamento padrão com carbofuran G (Tabela 2), inclusive, apresentando desempenho inferior ao do inseticida carbossulfan G em estudos anteriores (MARTINS et al., 1993b; CARBONARI et al., 1995).

TABELA 2 – Correlação entre variáveis usadas na avaliação do efeito de inseticidas aplicados no tratamento de sementes (Ts), em pulverização foliar (Pf) e na água de irrigação (Ai) do arroz, sobre a população de *Oryzophagus oryzae*

Tratamento ¹	Método de Aplicação	Dosagem (i.a.) ²	21 DAI ³		32 DAI ³		Produtividade	
			N ^{4,5}	C ⁴	N ^{4,5}	C ⁴	Kg/ha ⁵	Dif. ⁶
Fipronil FS	Ts	50	0,3 b	99	0,1 d	99	5388 a	25
Fipronil FS	Ts	75	0,2 b	99	0,1 d	99	5224 ab	23
Carbossulfan TS	Ts	300	0,8 b	96	1,3 cd	92	5063 ab	21
Fipronil WDG	Pf	60	0,5 b	98	0,1 d	99	5106 ab	21
Fipronil WDG	Pf	80	0,7 b	97	0,2 d	99	4882 ab	18
Lambdacialotrina CE	Pf	10	1,1 b	95	0,7 d	96	4994 ab	20
Fipronil G	Ai	60	-	-	4,0 b	76	4756 ab	16
Fipronil G	Ai	80	-	-	3,2 bc	81	4473 ab	10
Carbofuran G	Ai	50	-	-	0,4 d	98	4832 ab	17
Testemunha	-	-	20,4 a	-	16,9 a	-	4015 b	-
CV (%)	-	-	20,3	-	20,9	-	12,9	-

¹Fipronil (Standak 250 FS, Regent 800 WDG; Regent 20 G); carbossulfan (Marshal 250 TS); lambdacialotrina (karate 50CE); carbofuran (Furadan 50 G). Nenhum produto comercial citado esta sendo recomendado pela FEPAGRO ou pelos autores.

²Dosagem de ingrediente ativo (i.a.), em g/100 kg (Ts) ou g/ha (Pf ; Ai).

³Dias após a irrigação das parcelas por inundação.

⁴Número médio de larvas/amostra, transformado em $\sqrt{X} + 0,5$ para análise da variância (N) e % de controle (C), segundo fórmula de Abbott (1925).

⁵Médias (valores originais) com letras iguais não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P = 0,05).

⁶Diferença percentual de produtividade comparada ao tratamento testemunha.

Não houve diferença significativa entre os nove tratamentos químicos, quanto à produção de grãos. Apenas fipronil FS (50 g/100 kg), aplicado às sementes, diferiu significativamente da testemunha (Tabela 2). Contudo, como a produção de grãos estava direta e indiretamente correlacionada à percentagem de emergência de plantas e à população larval de *O. oryzae*, respectivamente (Tabela 3), o efeito que cada método de aplicação de inseticidas possa ter exercido sobre cada variável independente, refletiu positivamente na produtividade de arroz.

De acordo com as equações de regressão linear (Tabela 3), cada larva a menos nas amostras de solo e raízes, como consequência do tratamento da água de irrigação (Ai), pulverização foliar (Pf)

e tratamento de sementes (Ts), resultou, respectivamente, em menos 1, 1,2 e 1,4% nas perdas de produção de grãos da cultivar Embrapa 6 – Chui. O fato de o valor dos coeficientes angulares (b) das três equações não diferirem significativamente [Teste t ($P < 0,10$)] indica que os três métodos de aplicação de inseticidas apresentaram o mesmo nível de eficiência quanto a evitar perdas de produtividade. Entretanto, o menor valor do coeficiente linear (a) da equação do tratamento da água de irrigação, diferente significativamente [Teste t ($P < 0,10$)] dos valores das demais equações (Tabela 3), evidencia que o tratamento de sementes e a pulverização foliar tem maior potencial para evitar perdas na produção de grãos.

TABELA 3 – Correlação entre variáveis usadas na avaliação do efeito de inseticidas aplicados no tratamento de sementes (Ts), em pulverização foliar (Pf) e na água de irrigação (Ai) do arroz, sobre a população de *Oryzophagus oryzae*

Combinações	N ¹	Equação	(r) ²
% emergência de plantas x produtividade	4	Y= - 1282,7 + 131,1X	0,926**
Nº larvas/amostra (32 DAÍ) x produt. (Ts) ³	4	Y= 5264,7 - 74,4 X	- 0,987**
Nº larvas/amostra (32 DAÍ) x produt. (Pf) ³	4	Y= 5013,7 - 59,1X	- 0,983**
Nº larvas/amostra (32 DAÍ) x produt. (Ai) ³	4	Y= 4806,1 - 46,9X	- 0,931**

¹Número de combinações entre variáveis.

²Coefficientes de correlação linear simples, significativos pelo teste t ($P = 0,01$).

³Correlações com a população larval, aferida aos 32 dias após a inundação, envolvendo a média do tratamento testemunha e as médias dos tratamentos de semente, pulverização foliar e da água de irrigação, respectivamente.

Uma das principais vantagens do tratamento de sementes é a obtenção de maior população de plantas (Tabela 1), possivelmente por controlar outras pragas de solo, que atacam sementes ou partes subterrâneas das plantas, no período pré-inundação do arrozal (EMBRAPA, 1993). Tanto o tratamento de sementes, como a pulverização foliar, basicamente, agem como métodos preventivos ao crescimento da infestação larval de *O. oryzae* (Tabela 2), reduzindo drasticamente as possibilidades de danos às raízes. O tratamento da água de irrigação (de caráter curativo), ao contrário, não evita que as larvas causem danos, no período compreendido entre a inundação do arrozal e a aplicação de inseticidas granulados. Portanto, para controle de *O. oryzae*, o tratamento de sementes e a pulverização foliar, dependendo do ingrediente ativo utilizado, podem ser adotados como métodos de aplicação de inseticidas alternativos à distribuição direta de carbofuran G na água de irrigação.

Apesar das vantagens da pulverização foliar, comparativamente ao uso de carbofuran G na água de irrigação (MARTINS et al., 1993a), maior difusão para uso do método ainda depende de estudos sobre impacto da aplicação de piretróides no ecossistema de arroz irrigado e da definição de metodologia para aferição da população de adultos de *O. oryzae* nos arrozais.

O potencial para adoção do tratamento de sementes é maior em áreas onde há histórico de ocorrência anual de insetos de solo que atacam sementes ou partes subterrâneas das plantas, no período pré-inundação. Nestas áreas o inseticida envolvido, antes de exercer efeitos sobre *O. oryzae*, controlaria outras pragas de solo e possibilitaria melhores condições de estabelecimento da cultura, permitindo redução de densidades de semeadura excessivas (SOUZA et al., 1995), muitas vezes usadas prevendo compensar eventuais perdas de sementes ou plântulas. O tratamento de sementes, portanto, pode reduzir as despesas com aquisição deste insumo. Ademais, pode minimizar riscos de contaminação ambiental, visto que a quantidade de inseticidas necessária para tratar as sementes é comparativamente menor (JEFFS, 1986) do que a usada via outros métodos de aplicação.

CONCLUSÕES

O tratamento de sementes e a pulverização foliar de arroz com inseticidas, dependendo do ingrediente ativo, são altamente eficientes no controle de *O. oryzae*, a nível do método baseado na aplicação de carbofuran granulado diretamente na água de irrigação dos arrozais.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- ABBOTT, W.S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, Maryland, v.18, n.2, p.265-267, 1925.
- BOTTON, M.; MARTINS, J.F. da S.; CARBONARI, J.J.; CANEVER, M.D.; MOREIRA, M.R. Avaliação de inseticidas piretróides em pulverização foliar para controle da bicheira-da-raiz na cultura do arroz irrigado. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 20, 1993, Pelotas. *Anais...* Pelotas: Embrapa-CPACT, 1993. p.213-216.
- BOWLING, C.C. Seed treatment for control of the rice water weevil. *Journal of Economic Entomology*, Maryland, v.50, n.4, p.450-452, 1957.
- CAMARGO, L.O.C. de A. Gorgulhos aquáticos do arroz, caracterização e controle. *Lavoura Arrozeira*, Porto Alegre, v. 44, n.395, p.7-14, 1991.
- CARBONARI, J.J.; MARTINS, J.F. da S.; BOTTON, M.; CANDIA, V.A. de ; GALINA, J.C. Controle de *Oryzophagus oryzae* (Lima, 1936) com inseticidas aplicados no tratamento de sementes e na água de irrigação na cultura do arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 15, 1995, Caxambu. *Resumos...* Lavras: ESAL, 1995. p.409.
- COLLIOT, F.; KUKOROWSKI, K.A.; HAWKINDS, D.W.; ROBERTS, D.A. Fipronil: a new soil and foliar broad spectrum insecticide. In: BRIGHTON CROP PROTECTION CONFERENCE: pests and diseases, 1992, Brighton. *Proceedings...* Brighton: British Crop Protection Council, 1992. p.29-34.
- CRUZ, F.Z. Controle da bicheira da raiz do arroz, *Oryzophagus oryzae* (Lima, 1936) (Col., Curculionidae, Erihrininae) com Cyclosal (Cicloprotrin) um novo inseticida piretróide. *Lavoura Arrozeira*, Porto Alegre, v.45, n.404, p.11-12, 1992.
- EMBRAPA. *Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil*. Pelotas: Embrapa-CPACT, 1993. 87p. (Documentos, 3)
- FLICKINGER, E.L.; KING, K.A. Some effect of aldrin treatment rice on Gulf Coast wildlife. *Journal of Wildlife Management*, v.36, n.3, p.706-727, 1972.
- GIFFORD, J.R.; OLIVER, B.F.; STEELMAN, C.D.; TRAHAN, G.B. Rice water weevil and its control. *Rice Journal*, Raleigh, v.73, n.4, p.5-10, 1970.
- HEISLER, L.S.; GRIGARICK, A.A.; ORAZE, M.J.; PALRANE, A.T. Effect of temporary drainage on select life history stages of rice water weevil (Coleoptera: Curculionidae) in California. *Journal of Economic Entomology*, Maryland, v.85, n.3, p.950-956, 1992.
- IRWIN, M. Fighting the rice water weevil. *Rice Journal*, Raleigh, v.98, n.4, p.12-16, 1996.
- IWAYA, K.; TSUBOI, S. Imidacloprid – a new substance for the control of rice pests in Japan. *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer*, Leverkusen, v.45, n.2, p.197-230, 1992.
- JEFFS, K.A. (Ed.). *Seed treatment*. Londres: British Crop Protection Council, 1986. 331p.
- KIRIHARA, S.; SAKURAI, Y. Cycloprothrin, a new insecticide. *Japan Pesticide Information*, v.53, n.3, p.22-26, 1988.
- MARTINS, J.F. da S.; BERTELS, A.; DITTRICH, R.C. Métodos de aplicação de inseticidas no controle da bicheira do arroz *Oryzophagus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.12, p.41-48, 1977.
- MARTINS, J.F. da S.; BOTTON, M. Efeito da pulverização foliar de inseticidas na redução populacional da bicheira da raiz. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 19, 1991, Balneário Camboriú. *Anais...* Florianópolis: EMPASC, 1991. p.234-237.
- MARTINS, J.F. da S.; TERRES, A.L.S.; BOTTON, M. Alternativas de controle da bicheira da raiz visando um menor impacto ambiental. *Lavoura Arrozeira*, Porto Alegre, v.46, n.407, p.12-14, 1993a.
- MARTINS, J.F. da S.; BOTTON, M.; CARBONARI, J.J.; CANEVER, D.; MOREIRA, M.R. Efeito de inseticidas aplicados no tratamento de sementes de arroz e na água de irrigação para o controle da bicheira da raiz. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 20, 1993, Pelotas. *Anais...* Pelotas: Embrapa-CPACT, 1993b. p.217-219.
- MARTINS, J.F. da S.; BOTTON, M.; CARBONARI, J.J.; CANEVER, M.D.; MOREIRA, M.R. Época de aplicação de inseticidas piretróides na cultura do arroz irrigado e controle da bicheira da raiz. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 20, 1993, Pelotas. *Anais...* Pelotas: Embrapa-CPACT, 1993c. p.208-209.
- OLIVEIRA, J.V. de. Controle químico da bicheira-da-raiz (*Oryzophagus oryzae*, Costa Lima, 1936) em arroz irrigado. *Lavoura Arrozeira*, Porto Alegre, v.47, n.413, p.3-4, 1994.
- PRANDO, H.F.; PEGORARO, R.A. Controle da bicheira-da-raiz do arroz *Oryzophagus oryzae* (Lima, 1936) (Coleoptera., Curculionidae) com tratamento de sementes. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 20, 1993, Pelotas. *Anais...* Pelotas: Embrapa-CPACT, 1993. p.220-221.
- SOUZA, R.O.; GOMES, A. da S.; MARTINS, J.F. da S.; PEÑA, Y.A. Densidade de semeadura e espaçamento entre linhas para arroz irrigado no sistema de plantio direto. *Revista Brasileira de Agrociência*, Pelotas, v.1, n.2, p.69-74, 1995.
- ZONTA, E.P.; SILVEIRA, P.; MACHADO, A.A. *Sistema da análise estatística para microcomputadores (SANEST)*. Pelotas: Inst... /UFPEl, 1986. 399p.

RENDIMENTO DE MATÉRIA SECA E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE GENÓTIPOS DE *Desmodium* EM RONDÔNIA

NEWTON DE LUCENA COSTA¹, JOSÉ RIBAMAR DA CRUZ OLIVEIRA²

RESUMO – O potencial forrageiro de dez genótipos de *Desmodium* foi avaliado em experimento conduzido em Porto Velho, Rondônia. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados com três repetições. Foram avaliados cinco genótipos de *D. ovalifolium* (CIAT-350, CIAT-3666, CIAT-3673, CIAT-3774 e CIAT-3784), quatro de *D. heterophilum* (CIAT-349, CIAT-365, CIAT-3782 e CIAT-3791) e um de *D. canum* (CIAT-3522). No período chuvoso, os maiores rendimentos de matéria seca foram proporcionados por *D. ovalifolium* CIAT-350, CIAT-3784 e *D. canum* CIAT-3522. No período seco, *D. ovalifolium* CIAT-3673, CIAT-350 e *D. canum* CIAT-3522 foram os genótipos mais produtivos. Os maiores teores médios de proteína bruta foram verificados em *D. heterophilum* CIAT-349 e CIAT-365, os quais não diferiram dos obtidos por *D. ovalifolium* CIAT-3673. Os genótipos de *D. ovalifolium* CIAT-3673, CIAT-350 e CIAT-3784 forneceram os maiores teores de fósforo. As maiores concentrações de cálcio e magnésio foram obtidas com *D. ovalifolium* CIAT-350 e *D. heterophilum* CIAT-3791, respectivamente, enquanto que os maiores teores de potássio foram verificados com *D. canum* CIAT-3522, *D. heterophilum* CIAT-3791 e *D. ovalifolium* CIAT-3774. Os maiores coeficientes de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foram registrados em *D. heterophilum* CIAT-3782, CIAT-349 e CIAT-3791. *D. ovalifolium* CIAT-350, CIAT-3673 e *D. canum* CIAT-3522 foram os genótipos mais promissores para as condições edafoclimáticas de Porto Velho.

Palavras-chave: cálcio, digestibilidade, fósforo, magnésio, matéria seca, potássio, proteína.

DRY MATTER YIELD AND CHEMICAL COMPOSITION OF *Desmodium* GENOTYPES IN RONDONIA

ABSTRACT – The agronomic performance of ten *Desmodium* genotypes was evaluated in a trial carried out at Porto Velho, Rondonia. The experimental design was a randomized complete block with three replications. The following genotypes were evaluated: five of *D. ovalifolium* (CIAT-350, CIAT-3666, CIAT-3673, CIAT-3774, and CIAT-3784), four of *D. heterophilum* (CIAT-349, CIAT-365, CIAT-3782, and CIAT-3791), and one of *D. canum* (CIAT-3522). During the rainy season, the genotypes *D. ovalifolium* CIAT-350, CIAT-3784 and *D. canum* CIAT-3522 presented higher dry matter (DM) yields. During the dry season, *D. ovalifolium* CIAT-3673, CIAT-350 and *D. canum* CIAT-3522 were the most productive genotypes. The highest crude protein contents were obtained by the genotypes *D. heterophilum* CIAT-349 and CIAT-365, which did not differ from *D. ovalifolium* CIAT-3673. The genotypes of *D. ovalifolium* CIAT-3673, CIAT-350, and CIAT-3784 had higher phosphorus contents. The highest calcium and magnesium contents were provided by *D. ovalifolium* CIAT-350 and *D. heterophilum* CIAT-3791, respectively, while higher potassium contents were obtained by *D. canum* CIAT-3522, *D. heterophilum* CIAT-3791 and *D. ovalifolium* CIAT-3774 genotypes. The higher *in vitro* dry matter digestibility coefficients were provided by *D. heterophilum* CIAT-3782 (50,3%), CIAT-349 (48,2%) and CIAT-3791 (47,7%). The most promising genotypes to obtain higher forage yields with better quality, were *D. ovalifolium* CIAT-350, CIAT-3673, and *D. canum* CIAT-3522.

Key words: calcium, crude protein, digestibility, dry matter, magnesium, phosphorus, potassium.

INTRODUÇÃO

Em Rondônia, as pastagens cultivadas representam a principal fonte para a alimentação dos rebanhos, as quais, na sua maioria, são formadas por gramíneas. Durante a estação chuvosa, devido à alta disponibilidade e valor nutritivo da forragem, observa-se desempenho satisfatório dos animais. No entanto, na época seca ocorre o oposto e, como consequência, há perda de peso dos animais ou redução drástica na produção de leite (COSTA et al., 1995a, b).

A utilização de leguminosas forrageiras adaptadas às condições edafoclimáticas de uma determinada região, que apresentem alta produtividade, persistência e composição química compatíveis com as exigências nutricionais dos animais, é uma das

alternativas mais práticas e econômicas para se contornar a estacionalidade da produção de forragem (DIAS FILHO et al., 1992).

No trópico úmido o uso efetivo de leguminosas forrageiras é uma prática ainda incipiente, devendo-se este fato, em grande parte, ao pouco conhecimento de espécies adaptadas às condições ecológicas locais (DIAS FILHO et al., 1992; COSTA e PEREIRA, 1995). Face à redução progressiva do nitrogênio no sistema solo-planta, notadamente naqueles em que as gramíneas predominam e, devido ao alto custo dos fertilizantes nitrogenados, as leguminosas, por fixarem e transferirem quantidades consideráveis de nitrogênio atmosférico para o solo, vêm sendo recomendadas em programas de melhoramento e/ou recuperação de pastagens. Ademais, em relação às gramíneas, possuem alto

1 Eng. Agr., M.Sc. – Embrapa Amapá, Caixa Postal 10, 68902-280 Macapá, Amapá.

2 Eng. Agr., M.Sc. – Embrapa Rondônia, Caixa Postal 406, 78900-970 Porto Velho Rondônia.

Recebido para publicação em 05/05/1998

conteúdo protéico, maior digestibilidade e melhor tolerância à seca (GONÇALVES et al., 1986; COSTA, et al., 1997).

Dentre as inúmeras leguminosas forrageiras introduzidas e avaliadas em Rondônia, o gênero *Desmodium* destacou-se entre os mais promissores, pois, além de sua excelente produtividade de forragem, moderado valor nutritivo e grande agressividade, apresenta boa adaptação a solos de baixa fertilidade e alta tolerância à seca (COSTA et al., 1995b).

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o potencial forrageiro de genótipos de *Desmodium*, visando selecionar os mais promissores para a formação e/ou recuperação de pastagens nas condições edafoclimáticas de Porto Velho, Rondônia.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido no Campo Experimental do Centro de Pesquisa Agroflorestal de Rondônia, localizado no município de Porto Velho (96,3 m de altitude, 8°46' latitude sul e 63°5' longitude oeste), durante o período de novembro de 1995 a dezembro de 1997.

O clima da região é tropical úmido do tipo Am, com precipitação anual de 2200 mm, estação seca bem definida (junho a setembro), temperatura média anual de 24,9°C e umidade relativa do ar de 89%.

O solo da área experimental é um Latossolo Amarelo, textura argilosa, com as seguintes características químicas: pH = 5,2; Al = 1,8 cmol/dm³; Ca + Mg = 1,3 cmol/dm³; P = 2 mg/kg e K = 78 mg/kg.

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados com três repetições. Foram avaliados cinco genótipos de *Desmodium ovalifolium* (CIAT-350, CIAT-3673, CIAT-3784, CIAT-3666 e CIAT-3774), quatro de *D. heterophilum* (CIAT-349, CIAT-365, CIAT-3782 e CIAT-3791) e um de *D. canum* (CIAT-3522).

O plantio foi realizado em novembro de 1994, utilizando-se 4,0 kg de sementes/ha (valor cultural = 60%). As parcelas foram constituídas por quatro linhas de 4,0 m de comprimento, espaçadas de 0,5 m, considerando-se como área útil as duas linhas centrais, desprezando-se 0,5 m em cada extremidade. A adubação de estabelecimento constou da aplicação de 50 kg de P₂O₅/ha, sob a forma de superfosfato triplo.

Os cortes foram realizados, manualmente, a uma altura de 10 cm acima do solo, a intervalos de 8 e 12 semanas, respectivamente, para os períodos chuvoso e seco. Da forragem colhida em cada corte, foram retiradas amostras para serem levadas à estufa a 65°C, por 72 horas, para determinação do conteúdo parcial de matéria seca (MS). Posteriormente, as amostras foram moídas em moinho com malha de 1 mm e preparadas para a estimativa dos teores de nitrogênio, fósforo, potás-

sio, cálcio e magnésio, coeficientes de digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) e determinação da MS a 105°C. As concentrações dos macronutrientes foram realizadas segundo a metodologia descrita por TEDESCO (1982), sendo o teor de proteína bruta (PB) obtido pela multiplicação do teor de nitrogênio pelo fator 6,25. Os coeficientes de DIVMS foram determinados segundo a técnica descrita por TILLEY e TERRY (1963).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estabelecimento

Doze semanas após a semeadura, os genótipos que se destacaram, apresentando as maiores percentagens de cobertura vegetal do solo (70 a 90%) e menores infestações de plantas invasoras nas parcelas (10 a 25%), foram *D. ovalifolium* CIAT-3784, CIAT-3673, *D. heterophilum* CIAT-349 e *D. canum* CIAT-3522, com *D. ovalifolium* CIAT-3673 (26 cm), CIAT-3666 (21 cm) e *D. canum* CIAT-3522 (20 cm) apresentando plantas de maior estatura. Para todos os genótipos avaliados, as maiores velocidades de crescimento e maior rapidez na cobertura do solo ocorreram entre 8 e 12 semanas, indicando que, para se obter um bom estabelecimento na região, estas leguminosas não deverão ser utilizadas antes deste período de tempo. Com relação à ocorrência de pragas e doenças, observou-se apenas um leve ataque de insetos do tipo comedores (vaquinhas), que oscilou entre 5 e 10%.

Rendimento de forragem

Os rendimentos totais de MS, obtidos nos períodos chuvoso (oito cortes) e seco (dois cortes) estão apresentados na Tabela 1.

Durante o período chuvoso, as maiores produções (P<0,05) de MS foram registradas com *D. ovalifolium* CIAT-350 (17,3 t/ha), CIAT-3784 (16,2 t/ha) e *D. canum* CIAT-3522 (15,5 t/ha), os quais não diferiram entre si (P>0,05); os demais genótipos apresentaram produções inferiores. Já, no período seco, *D. ovalifolium* CIAT-3673 (7,4 t/ha), CIAT-350 (6,6 t/ha) e *D. canum* CIAT-3522 (6,1 t/ha) foram os genótipos mais produtivos (P<0,05), enquanto que os *D. heterophilum* CIAT-365 (1,9 t/ha) e CIAT-3782 (2,7 t/ha) foram os de produções mais baixas. Com relação à produção de MS acumulada durante todo o período experimental, *D. ovalifolium* CIAT350 (23,9 t/ha), *D. canum* CIAT-3522 (21,6 t/ha) e *D. ovalifolium* CIAT-3673 (21,5 t/ha) foram os que proporcionaram produções mais elevadas (P<0,05), enquanto que todos os genótipos de *D. heterophilum* proporcionaram os menores rendimentos de MS, evidenciando pouca adaptação às condições edafoclimáticas de Porto Velho, Rondônia.

TABELA 1 – Rendimento de matéria seca (t/ha) de genótipos de *Desmodium*, durante os períodos chuvoso e seco, médias de três repetições. Porto Velho, Rondônia

Genótipos	Período chuvoso ¹	Período seco ²	Total
<i>D. ovalifolium</i> CIAT-350	17,3 a *	6,6 a	23,9 a
<i>D. ovalifolium</i> CIAT-3673	14,1 ab	7,4 a	21,5 ab
<i>D. ovalifolium</i> CIAT-3784	16,2 ab	3,4 b	19,6 b
<i>D. ovalifolium</i> CIAT-3774	14,8 bc	4,2 b	19,0 b
<i>D. ovalifolium</i> CIAT-3666	12,4 de	4,0 b	16,4 c
<i>D. heterophilum</i> CIAT-349	10,7 def	3,1 bc	13,8 d
<i>D. heterophilum</i> CIAT-365	9,8 fg	1,9 c	11,7 d
<i>D. heterophilum</i> CIAT-3782	11,3 ef	2,7 bc	14,0 d
<i>D. heterophilum</i> CIAT-3791	8,5 g	3,5 b	12,0 d
<i>D. canum</i> CIAT-3522	15,5 abc	6,1 a	22,6 a

*Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si ($P > 0,05$) pelo teste de Tukey

1 – Totais de oito cortes

2 – Totais de dois cortes

Os resultados deste trabalho confirmam as observações relatadas por GONÇALVES et al. (1986), GIRALDO et al. (1989) e DIAS FILHO et al. (1992), que demonstraram as potencialidades de diversos genótipos de *Desmodium* como leguminosas altamente promissoras para a formação de pastagens em diversas localidades do trópico úmido sul-americano. O potencial forrageiro dos genótipos de maior destaque, neste trabalho, em termos de produção de forragem, foi superior aos reportados por GIRALDO et al. (1989), em Amalfi, Colombia; DIAS FILHO et al. (1991), em Paragominas, Pará, além de PASSONI et al. (1992), em Satipo, Peru, avaliando diversas leguminosas forrageiras tropicais em condições edafoclimáticas semelhantes.

Comparando-se as produções de MS obtidas nos períodos de chuva e seca, observa-se que todos os genótipos avaliados apresentaram crescimento estacional, sendo esta característica mais acentuada em *D. heterophilum* CIAT-365, CIAT-3782 e *D. ovalifolium* CIAT-3784, os quais contribuíram, durante o período seco, com apenas 16,2, 19,2 e 17,3% da produção anual de forragem. Já, o genótipo *D. ovalifolium* CIAT-3673 foi o que forneceu a melhor distribuição estacional da produção de forragem (65,5 e 34,5%, respectivamente, para os períodos chuvoso e seco), embora sua produção total de MS tendesse a ser inferior à do genótipo CIAT-350 e a do *D. canum* CIAT-3522. Resultados semelhantes foram obtidos por KELLER-GREIN e PASSONI (1990) com diversos genótipos de *Desmodium*.

Composição química da forragem

Os maiores teores médios de PB foram verificados em *D. heterophilum* CIAT-349 (15,2%),

CIAT-3782 (14,8%), sendo estes semelhantes ($P > 0,05$) ao proporcionado por *D. ovalifolium* CIAT-3673 (14,1%). Os genótipos de *D. ovalifolium* CIAT-3673, CIAT-350 e CIAT-3784 forneceram os maiores teores de fósforo. As maiores concentrações de cálcio e magnésio foram obtidas com *D. ovalifolium* CIAT-350 e *D. heterophilum* CIAT-3791, respectivamente, enquanto que os maiores teores de potássio foram verificados com *D. canum* CIAT-3522, *D. heterophilum* CIAT-3791 e *D. ovalifolium* CIAT-3774 (Tabela 2). Em geral, os teores de macronutrientes registrados neste trabalho foram semelhantes ou superiores aos relatados por KELLER-GREIN e PASSONI (1990), COSTA et al. (1995a,b) e VILARREAL (1994), para diversos genótipos de *Desmodium* cultivados em diferentes localidades da Região Amazônica. As concentrações de PB e cálcio, observadas em todos os genótipos avaliados, foram suficientes para atender às exigências nutricionais de bovinos de corte em crescimento e vacas em lactação (três a quatro meses após o parto), em regime de pastejo, as quais, segundo o NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1976, 1978), seriam de 8,5 a 11,0% e 9,2 a 12,0% de PB e, 0,18 a 0,30% e 0,25 a 0,29% de cálcio, respectivamente. Os teores de fósforo registrados nos genótipos *D. ovalifolium* CIAT-350, CIAT-3673, CIAT-3784, CIAT-3774, *D. heterophilum* CIAT-3782, CIAT-3791 e *D. canum* CIAT-3522 foram superiores às exigências mínimas para bovinos de corte ou leite, as quais, de acordo com o NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1978) seriam de 0,18%. Todos os genótipos avaliados apresentaram teores de fósforo superiores ao nível crítico interno estimado por PAULINO e COSTA (1996) para a espécie (0,158%).

Os maiores coeficientes de DIVMS foram registrados em *D. heterophilum* CIAT-3782 (50,3%), CIAT-349 (48,2%) e CIAT-3791 (47,7%), os quais não diferiram entre si ($P > 0,05$) (Tabela 2). Os valores obtidos no presente trabalho foram superiores àqueles reportados por KELLER-GREIN e PASSONI (1990), avaliando diversos genótipos de *Desmodium* em Pucallpa, Peru, porém inferior

res aos estimados por COSTA et al. (1995b), para *D. ovalifolium* CIAT-350 e CIAT-3784. Segundo ABAUNZA et al. (1991), geralmente, as espécies de *Desmodium* possuem altos teores de taninos, os quais afetam negativamente a digestibilidade, já que estes compostos dificultam a degradação da MS e da PB, ao nível do rúmen, além de diminuir o grau de palatabilidade da forragem.

TABELA 2 – Teores médios de proteína bruta (PB), fósforo, cálcio, magnésio, potássio e coeficientes de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) de genótipos de *Desmodium*, médias de duas estações de crescimento e três repetições. Porto Velho, Rondônia

Genótipos	PB (%)	Fósforo	----- mg/kg -----			DIVMS (%)
			Cálcio	Magnésio	Potássio	
<i>D. ovalifolium</i> CIAT-350	12,0 de*	1,87 ab	9,67 a	5,10 de	10,97 c	38,7 e
<i>D. ovalifolium</i> CIAT-3673	14,1 ab	1,94 a	9,28 b	4,87 ef	11,12 bc	43,5 cd
<i>D. ovalifolium</i> CIAT-3784	11,5 e	1,85 ab	7,88 de	5,35 cd	9,78 d	45,1 bc
<i>D. ovalifolium</i> CIAT-3774	12,4 cd	1,78 bc	9,39 ab	6,08 ab	11,52 abc	40,4 de
<i>D. ovalifolium</i> CIAT-3666	13,3 bc	1,59 e	8,85 c	5,98 ab	9,70 d	41,8 cde
<i>D. heterophilum</i> CIAT-349	15,2 a	1,70 cd	7,77 e	4,77 f	11,09 bc	48,2 ab
<i>D. heterophilum</i> CIAT-365	14,8 a	1,67 de	8,07 de	5,33 cd	10,77 c	39,8 e
<i>D. heterophilum</i> CIAT-3782	10,8 e	1,80 bc	8,11 d	5,89 b	9,76 d	50,3 a
<i>D. heterophilum</i> CIAT-3791	12,7 cd	1,77 bcd	9,17 b	6,21 a	11,89 ab	47,7 ab
<i>D. canum</i> CIAT-3522	11,0 e	1,82 b	8,14 d	5,55 c	12,34 a	41,7 de

* Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si ($P > 0,05$) pelo teste de Tukey

CONCLUSÕES

Os genótipos mais promissores para a formação e/ou renovação de pastagens nas condições edafoclimáticas de Porto Velho, considerando-se os rendimentos estacional e total de forragem, foram *D. ovalifolium* CIAT-350, CIAT-3673 e *D. canum* CIAT-3522.

Em termos de teores de PB, os genótipos que se destacaram foram *D. heterophilum* CIAT-349, CIAT-365 e *D. ovalifolium* CIAT-3673. Os genótipos de *D. ovalifolium* CIAT-3673, CIAT-350 e CIAT-3784 forneceram os maiores teores de fósforo, enquanto que as maiores concentrações de cálcio e magnésio foram obtidas com *D. ovalifolium* CIAT-350 e *D. heterophilum* CIAT-3791, respectivamente. Os maiores teores de potássio foram verificados em *D. canum* CIAT-3522, *D. heterophilum* CIAT-3791 e *D. ovalifolium* CIAT-3774.

Os genótipos que apresentaram maior digestibilidade *in vitro* da matéria seca foram *D. heterophilum* CIAT-3782, CIAT-349 e CIAT-3791.

BIBLIOGRAFIA CITADA

ABAUNZA, M.A.; LASCANO, C.; GIRALDO, H.; TOLEDO, J.M. Valor nutritivo y aceptabilidad de

gramineas y leguminosas forrajeras tropicales en suelos ácidos. *Pasturas Tropicales*, Cali, v.13, n.2, p.2-9, 1991.
 COSTA, N. de L.; PEREIRA, R.G. de A. Desempenho agrônomico de leguminosas forrageiras nos cerrados de Rondônia. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL SAVANNAS, 1., 1995, Brasília. *Proceedings...* Brasília: EMBRAPA/CPAC, 1995. p.454-456.
 COSTA, N. de L.; PAULINO, V.T.; LEÔNIDAS, F. das C. Rendimento de forragem, nodulação e composição química de *Desmodium ovalifolium* CIAT-350 sob diferentes condições de adubação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32., 1995, Brasília. *Anais...* Brasília: SBZ, 1995a. p.32-34.
 COSTA, N. de L.; OLIVEIRA, J.R. da C.; MAGALHÃES, J.A. Produção e composição química de leguminosas forrageiras em Rondônia. *Lavoura Arrozreira*, Porto Alegre, v.48, n.422, p.18-20, 1995b.
 COSTA, N. de L.; TOWNSEND, C.R.; MAGALHÃES, J.A.; Avaliação agrônômica de leguminosas forrageiras em Rondônia. In: ENCONTRO DE PESQUISADORES DE RONDÔNIA, 3., 1997, Porto Velho. *Anais...* Porto Velho: UNIR/CNPq, 1997. p.43.
 DIAS FILHO, M.B.; SIMÃO NETO, M.; SERRÃO, E.A.S. Avaliação agrônômica de leguminosas forrageiras para a Amazônia oriental brasileira. *Pasturas Tropicales*, Cali, v.13, n.3, p.33-37, 1991.
 DIAS FILHO, M.B.; SIMÃO NETO, M.; SERRÃO, E.A.S. Adaptação de acessos de *Centrosema acutifolium*, *Desmodium ovalifolium* e *Pueraria phaseoloides* na Amazônia oriental brasileira. *Pasturas Tropicales*, Cali, v.14, n.3, p.18-23, 1992.
 GONÇALVES, C.A.; OLIVEIRA, J.R. da C.; COSTA, N. de L. Producción de leguminosas forrajeras en Porto Velho, Brasil. *Pasturas Tropicales*, Cali, v.8, n.2, p.20.24, 1986.

- GIRALDO, L.A.; HINCAPIÉ, A.C.; VÁSQUEZ, M.E.; ZAPATA, C.M. Evaluación de gramíneas y leguminosas forrajeras en Amalfi, Colombia. **Pasturas Tropicales**, Cali, v.11, n.2, p.20-24, 1989.
- KELLER-GREIN, G.; PASSONI, F. Evaluación agronómica preliminar de 81 accesiones de *Desmodium ovalifolium* en Pucallpa, Peru. In: REUNIÓN DE LA RED INTERNACIONAL DE EVALUACIÓN DE PASTOS TROPICALES - AMAZONÍA, 1., 1990, Lima. **Memórias...** Cali: CIAT, 1990. v.1. p.207-212.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Washington, D.C. **Requeriments of beef cattle**. 5.ed. Washington: National Academy of Science, 1976. 56p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Washington, D.C. **Requeriments of dairy cattle**. 5.ed. Washington: National Academy of Science, 1978. 76p.
- PASSONI, F.; ROSEMBERG, M.; FLORES, A. Evaluación de gramíneas y leguminosas forrajeras en Satipo, Peru. **Pasturas Tropicales**, Cali, v.14, n.1, p.32-35, 1992.
- PAULINO, V.T.; COSTA, N. de L. Níveis críticos internos de fósforo em leguminosas forrageiras tropicais. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DE SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 22., 1996, Manaus. **Anais...** Manaus: SBCS, 1996. p.492-493.
- TEDESCO, M.J. **Extração simultânea de N, P, K, Ca e Mg em tecido de plantas por digestão com H_2O_2 - H_2SO_4** . Porto Alegre: Faculdade de Agronomia, 1982. 26p. (Informativo Interno, 1)
- TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. **Journal of British Grassland Society**, London, v.18, n.2, p.104-111, 1963.
- VILARREAL, M. Valor nutritivo de gramíneas y leguminosas forrajeras en San Carlos, Costa Rica. **Pasturas Tropicales**, Cali, v.15, n.2, p.13-16, 1994.

VARIABILIDADE ESPACIAL DE FATORES DE ACIDEZ NO SOLO, EM DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO

LUCIANO DA SILVA SOUZA¹, NEROLI PEDRO COGO², SIDNEY ROSA VIEIRA³

RESUMO – A variabilidade espacial de fatores de acidez (pH em água, Ca, Mg, Ca+Mg, Al, H+Al, soma de bases, CTC e V) foi avaliada em diferentes tipos de solo e sistemas de manejo. Em Eldorado do Sul – RS, o trabalho foi realizado em agosto de 1990, em solo podzólico vermelho-escuro (Kandiudult); amostrou-se em parcelas de experimento de manejo do solo, os sistemas de preparo convencional, plantio direto e escarificação, e em área com pastagem, na malha de amostragem de 1 x 1 m e nas profundidades de 0-0,05 e 0,05-0,20 m. Em Passo Fundo – RS, em novembro de 1991, amostraram-se, em propriedades agrícolas, dois tipos de solo: latossolo roxo (Hapludox), nos sistemas de preparo convencional e plantio direto, e latossolo vermelho-escuro (Hapludox), em pastagem, na malha de amostragem de 10 x 10 m e nas profundidades de 0-0,10, 0,10-0,20 e 0,20-0,30 m. Em Passo Fundo, nos sistemas com cultivo, foi avaliada a variabilidade da produção de trigo, colhendo-se áreas de 1 m², na mesma malha de amostragem. As propriedades do solo seguiram a distribuição normal, na maioria dos sistemas de manejo e profundidades. As menores variabilidades, avaliadas pelo coeficiente de variação, foram observadas para pH e CTC (CVs<10%), e as maiores, para Al (CVs>40%), com as demais propriedades ocupando posição intermediária (10%<CVs<40%). Entre as áreas cultivadas, o plantio direto apresentou os maiores coeficientes de variação, seguido da escarificação e do preparo convencional. Em Eldorado do Sul foi observada correlação espacial para pH em água, H+Al e V, enquanto que em Passo Fundo foi observada para todas as propriedades do solo avaliadas (com exceção de H+Al e CTC, em pastagem) e para a produção de trigo. No plantio direto, houve correlação espacial cruzada positiva da produção de trigo com Ca, com Mg, com Ca+Mg, com soma de bases e com CTC.

Palavras-chave: geoestatística, manejo do solo, preparo convencional, plantio direto, escarificação, pastagem.

SPATIAL VARIABILITY OF SOIL ACIDITY FACTORS ON DIFFERENT MANAGEMENT SYSTEMS

ABSTRACT – Soil spatial variability of acidity factors (pH, Ca, Mg, Ca+Mg, Al, H+Al, sum of bases, cation exchange capacity, and bases saturation) was studied in different soils and management systems, at two regions of Rio Grande do Sul - Brazil a) Eldorado do Sul, on a dark red podzolic soil, Kandiudult (conventional tillage, no-tillage, and chisel plow, in plots of a soil management trial, and pasture), using a grid sampling of 1 x 1 m at the depths of 0-0,05 and 0,05-0,20 m; b) Passo Fundo, on a dusky red latosol, Hapludox (conventional tillage and no-tillage), and a dark red latosol, Hapludox (pasture), in agricultural farms, using a grid sampling of 10 x 10 m at the depths of 0-0,10, 0,10-0,20, and 0,20-0,30 m. Wheat yield variability was studied only in Passo Fundo by harvesting areas of 1 m², at the same grid sampling. Soil properties followed a normal distribution, in most of management systems and depths. The lowest variability, evaluated by coefficients of variation, was found for pH and cation exchange capacity (CVs<10%), and the highest for Al (CVs>40%), with other properties placing intermediary position (10%<CVs<40%). Among cultivated areas, no-tillage exhibited greater coefficients of variation, followed by minimum tillage and conventional tillage. Spatial correlation was found for pH, H+Al, and bases saturation in Eldorado do Sul, whereas in Passo Fundo was found for all soil properties (with exception to H+Al and cation exchange capacity, in pasture) and for wheat yield on the management systems studied. No-tillage exhibited positive cross-correlation for wheat yield with Ca, with Mg, with Ca+Mg, with sum of bases, and with cation exchange capacity.

Key words: geostatistics, soil management, conventional tillage, no-tillage, chisel plow, pasture.

INTRODUÇÃO

O conhecimento da variabilidade espacial do solo é importante em trabalhos de levantamento e classificação do solo (BECKETT e WEBSTER, 1971), planejamento e interpretação de dados de pesquisa a campo (WILDING e DREES, 1983), avaliação da fertilidade do solo, para fins de recomendação de calagem e adubação (MELSTED e PECK, 1973), e em muitas outras situações.

A variabilidade espacial do solo pode ser afetada tanto por fatores intrínsecos (fatores de for-

mação do solo, tal como o material de origem), quanto por fatores extrínsecos (práticas de manejo do solo, tal como adubação). Usualmente, forte dependência espacial pode ser atribuída aos fatores intrínsecos, enquanto que fraca dependência espacial pode ser causada pelos fatores extrínsecos (CAMBARDELLA et al., 1994). Assim é que, numa paisagem natural, os solos apresentam uma ampla variação de propriedades morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas, tanto lateral como verticalmente, resultante da superposição dos efeitos dos fatores de formação do solo. No caso de

1. Eng. Agr., Dr. – Pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura. Caixa Postal 7, 44380-000 Cruz das Almas, BA.

2. Eng. Agr., Ph.D. – Professor Adjunto do Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia, UFRGS. Caixa Postal 776, 91540-000 Porto Alegre, RS. Bolsista do CNPq.

3. Eng. Agr., Ph.D. – Pesquisador Científico da Seção de Conservação do Solo do Instituto Agronômico de Campinas. Caixa Postal 28, 13001-970 Campinas, SP. Bolsista do CNPq.

uma paisagem cultivada, existem fontes adicionais de variabilidade do solo, devido ao manejo exercido pelo homem (BECKETT e WEBSTER, 1971). Os sistemas de manejo conservacionistas (menor mobilização do solo) criam um ambiente no solo diferente daquele encontrado no sistema convencional (utilização de arado e grade), ocorrendo naqueles um acúmulo superficial de fertilizantes, representando novos desafios para a amostragem de solo (MUZILLI, 1983; MURDOCK, 1985).

A análise da variância e os testes de significância normalmente utilizados foram estabelecidos, adotando-se, como pressuposições, os fatos de que as propriedades do solo exibiriam uma variação aleatória, que cada uma delas teria o caráter de homogeneidade e de independência entre pontos amostrais, e que seguiriam a distribuição normal (EISENHART, 1947; COCHRAN, 1947), o que nem sempre é verdadeiro. Tanto a distribuição de frequência assimétrica (não normal) foi observada para Ca, Mg e soma de bases (CHIEN et al., 1997), para Al, Ca e Mg (BAHRI et al., 1993), para Ca, Mg e pH (CAMBARDELLA et al., 1994) e para Ca e CTC (TRANGMAR et al., 1987). Para este último autor, pH, Mg e Al apresentaram distribuição normal. Variabilidade do solo espacialmente dependente foi observada para Ca, Mg e soma de bases (CHIEN et al., 1997), para Al, Ca e Mg (BERNDTSSON et al., 1993), para pH (GONZALEZ e ZAK, 1994; CAMBARDELLA et al., 1994) e para pH, Mg, Al e CTC (TRANGMAR et al., 1987), enquanto que variabilidade aleatória foi observada para Ca e Mg (CAMBARDELLA et al., 1994), para pH (CAMPBELL, 1978) e para Ca (TRANGMAR et al., 1987).

O conhecimento da distribuição espacial da acidez do solo é importante na aplicação de resultados de pesquisa agrícola e no planejamento de uso da terra, tanto a nível regional como em uma propriedade agrícola (SYLLA et al., 1996). Assim, este trabalho objetivou avaliar a variabilidade de fatores de acidez do solo em diferentes sistemas de manejo.

MATERIAL E MÉTODOS

Em agosto de 1990, em experimento de manejo do solo, iniciado em abril de 1985, na Estação Experimental da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em Eldorado do Sul (RS), foram coletadas amostras de solo em uma malha com 40 pontos (10 x 4), espaçados de 1 x 1 m, nas profundidades de 0-0,05 e 0,05-0,20 m, nos sistemas de preparo convencional, plantio direto e escarificação, em uma das repetições do experimento, na parcela cultivada com aveia+trevo no inverno e milho+caupi no

verão, subparcela sem adição de nitrogênio. Maiores detalhes sobre o experimento em questão podem ser vistos em FREITAS (1988). Também foi amostrada uma área com pastagem, no mesmo solo e na mesma posição topográfica. Tal área recebeu calagem em 1986 e adubações de 1986 a 1988. As amostras foram coletadas com trado holandês, com 0,05 m de diâmetro. O solo da área pertence à unidade de mapeamento São Jerônimo, classificado como podzólico vermelho-escuro na classificação brasileira, e como Kandudult na classificação americana (ESPÍRITO SANTO, 1988). O relevo das áreas amostradas é suave ondulado.

Em novembro de 1991, em três áreas de produtores distintos, em Passo Fundo (RS), foram coletadas amostras de solo em malha com 49 pontos (7 x 7), espaçados de 10 x 10 m, nas profundidades de 0-0,10, 0,10-0,20 e 0,20-0,30 m, nos sistemas de preparo convencional (mais de 20 anos de cultivo) e plantio direto (oito anos de cultivo), cultivados com trigo, e em uma área com pastagem (mais de 20 anos). As amostras foram coletadas em pequenas trincheiras. Nos dois primeiros sistemas também foi avaliada a produção de trigo em cada ponto amostral para solo, numa área de 1m², na mesma malha de amostragem. O solo das áreas sob preparo convencional e plantio direto pertence à unidade de mapeamento Erechim, classificado como latossolo roxo distrófico, Hapludox (BRASIL, 1973), enquanto que o da área com pastagem pertence à unidade de mapeamento Passo Fundo, classificado como latossolo vermelho-escuro distrófico, Hapludox (BRASIL, 1973). O relevo das áreas amostradas é ondulado (preparo convencional) e suave ondulado (plantio direto e pastagem).

Em todas as amostras coletadas foram realizadas determinações químicas e físicas de rotina nos laboratórios de análise do solo. Para o presente trabalho, foram escolhidas as determinações de pH em água, Ca, Mg, Ca+Mg, Al, H+Al, soma de bases, CTC (capacidade de troca catiônica) e V (saturação por bases), obtidas segundo métodos descritos em EMBRAPA (1979).

Inicialmente, os dados foram analisados pelo cálculo da média, coeficiente de variação, assimetria e curtose, além de uma análise da distribuição de frequência dos dados, no caso, verificando-se se eles seguiam a distribuição normal ou a lognormal, usando-se, para tanto, o teste do qui-quadrado a 5%.

A análise da dependência espacial da variabilidade do solo foi realizada por meio do semivariograma (JOURNAL e HUIJBREGTS, 1991; VIEIRA et al., 1983), o qual é estimado por:

$$\gamma^*(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2,$$

onde $N(h)$ é o número de pares experimentais de dados separados pelo vetor h . O semivariograma normalmente é representado pelo gráfico de $\gamma^*(h)$ versus h ; do ajuste de um modelo matemático aos dados são definidos os parâmetros do semivariograma: a) efeito pepita, C_0 , que é o valor de γ^* quando $h = 0$; b) alcance da dependência espacial, a , que é a distância a partir da qual $\gamma^*(h)$ permanece, aproximadamente constante, após aumentar com o aumento de h ; c) patamar C que é o valor de $\gamma^*(h)$ a partir do alcance e que se aproxima da variância dos dados, se ela existe. Amostras separadas por distâncias menores do que o alcance são espacialmente correlacionadas, enquanto que aquelas separadas por distâncias maiores não o são.

O grau de dependência espacial foi estabelecido pela proporção do efeito pepita em relação ao patamar, conforme CAMBARDELLA et al. (1994), da seguinte forma: a) forte – efeito pepita <25% do patamar; b) moderado – efeito pepita = 25-75% do patamar; e c) fraco – efeito pepita > 75% do patamar. Foi utilizado, também, o semivariograma cruzado, para verificar o relacionamento entre as variabilidades das propriedades do solo e da produção de grãos de trigo, o qual é estimado por:

$$\gamma_{12}^*(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z_1(x_i) - Z_1(x_i+h)] [Z_2(x_i) - Z_2(x_i+h)],$$

onde $N(h)$ é o número de valores separados pelo vetor h .

O ajuste de modelos aos semivariogramas e semivariogramas cruzados foi feito pelo processo de tentativa e erro, recorrendo-se à técnica de validação conhecida como “jack-knifing”, sempre que existiam dúvidas entre mais de um modelo para o mesmo semivariograma ou semivariograma cruzado. Foi utilizado, ainda, o escalonamento de semivariogramas, como uma forma de agrupá-los para facilitar as interpretações, adotando-se, como fatores de escalonamento, a variância dos dados ou o patamar do modelo ajustado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de assimetria e curtose e a análise da distribuição de frequência dos dados (Tabelas 1 a 7) mostraram que a grande maioria deles seguiu ou aproximou-se da distribuição normal, discordando dos resultados obtidos por TRANGMAR et al. (1987), BAHRI et al. (1993), CAMBARDELLA et al. (1994) e CHIEN et al. (1997), que encontraram distribuição de frequência assimétrica (não normal) para a maioria das variáveis estudadas. As poucas situações (áreas e/ou profundidades avaliadas) em que os dados seguiram ou aproxi-

maram-se da distribuição lognormal podem ser consideradas casos esporádicos, por não apresentarem qualquer consistência.

Como a análise da variância e os testes de significância normalmente usados em estatística pressupõem ou baseiam-se na distribuição normal, tais procedimentos podem ser aplicados sem restrições a dados obtidos nas mesmas condições deste trabalho, sem necessidade de sua prévia transformação, como recomenda GOMES (1984) para o caso de dados que seguem uma distribuição diferente da normal.

Quanto ao coeficiente de variação (CV), tratando-se de uma medida adimensional, pode ser utilizado para, comparativamente, avaliar a variabilidade entre duas variáveis ou entre dois sistemas de manejo. Assim é que, os CVs obtidos em Eldorado do Sul foram menores do que os obtidos em Passo Fundo (Tabelas 1 a 7), por terem sido avaliados, aqueles, em áreas experimentais (com exceção da pastagem), portanto com uma maior uniformidade nas operações de manejo realizadas, enquanto que os de Passo Fundo foram em áreas de produtores.

Analisando-se as áreas amostradas em Eldorado do Sul (Tabelas 1 a 4), observa-se, entre as áreas cultivadas, que os menores CVs ocorreram no preparo convencional, seguido da escarificação e do plantio direto. Coerente, portanto, de forma inversa, com a intensidade de mobilização do solo, proporcionando sua homogeneização para as propriedades do solo avaliadas. A área de pastagem apresentou CVs superiores aos das demais, atribuindo-se à quase nula mobilização do solo e ao fato de ter recebido a aplicação de calcário e adubos sem a uniformidade ocorrida nas áreas experimentais.

Adotando a classificação para coeficientes de variação (baixos - <10%; médios - 10-20%; altos - 20-30%; e muito altos - >40%) sugerida por GOMES (1984), entre as propriedades do solo avaliadas em Eldorado do Sul, o pH, CTC e V apresentaram baixos CVs; Ca, Mg, Ca+Mg, H+Al e soma de bases, médios CVs; e Al, muito altos CVs. Deve-se se ressaltar os CVs muito altos para Al, principalmente nas profundidades de 0-0,05 e 0-0,10 m, pelo fato de apresentar distribuição completamente anômala, com a maioria das amostras registrando ausência de Al e algumas poucas com presença. A variabilidade do Al foi menor na área com pastagem em Passo Fundo (CVs entre 9,3 e 17,2%), embora a mesma apresentasse os maiores teores deste elemento no solo (teores médios entre 17,9 e 25,6 mmol_c dm⁻³), entre todas as áreas amostradas, sendo a única que não recebeu calcário. Como nas demais áreas amostradas em Eldorado do Sul e Passo Fundo, houve aplicação

de calcário, com os teores médios de Al entre 0,2 e 10,3 mmol dm^{-3} , portanto, bem mais baixos que na área com pastagem em Passo Fundo. Pelos CVs muito altos observados (entre 47,3 e 330,9%) nas demais áreas, admite-se que a calagem, ao mesmo tempo em que reduziu os teores de Al, aumentou a sua variabilidade, possivelmente por falta de uniformidade na realização de tal prática. É possível, também, que parte dessa variabilidade seja devida a problemas de precisão analítica para detectar baixos teores de Al no solo.

Para as áreas amostradas em Passo Fundo (Tabelas 5 a 7), os maiores CVs foram observados nas áreas cultivadas, em função das frequentes aplicações de calcário e adubos, aumentando a heterogeneidade do solo, especialmente no plantio direto, em que ocorre uma menor mobilização do solo e, portanto, uma menor homogeneização. Os menores CVs foram observados na área sob pastagem, sujeita apenas à distribuição desuniforme de dejetos pelo gado. Esses aspectos concordam com BECKETT e WEBSTER (1971), que ressaltam a existência de fontes adicionais de variabilidade do solo nas áreas cultivadas, devidas ao manejo exercido pelo homem, em comparação com uma paisagem natural.

Há que se ressaltar os maiores CVs na profundidade de 0,20-0,30 m, nas áreas cultivadas em Passo Fundo (Tabelas 5 e 6), em comparação com as demais profundidades, apesar de aquela apresentar menores valores para as propriedades do solo, com exceção de Al e H+Al que aumentam em profundidade. Possivelmente, a variabilidade é menor nas primeiras profundidades, em razão do efeito uniformizador do manejo mecânico exercido pelo homem, com pouca ou nenhuma influência na profundidade de 0,20-0,30 m.

Entre as propriedades avaliadas em Passo Fundo, o pH e CTC apresentaram baixos CVs; Ca, Ca+Mg, soma de bases e V, médios CVs; Mg, CVs variando de médios a altos; H+Al, baixos e altos CVs; e Al, muito altos CVs nas áreas cultivadas, de forma semelhante ao observado em Eldorado do Sul.

Uma das utilidades do CV, em estudos de variabilidade do solo, é permitir calcular o número de subamostras para estimar o valor de uma propriedade do solo em uma área, com uma exatidão estabelecida. Assim, para 10% de diferença em torno da média e para 0,05 de probabilidade, para as áreas amostradas em Eldorado do Sul, o número máximo de subamostras foi de 5 para o preparo convencional, 12 para o plantio direto, 10 para a escarificação e 18 para a pastagem, para todas as profundidades e propriedades do solo avaliadas. Com exceção do Al, cujo número variou de 92 a 2318 em todas as áreas, esses números são próximos ou inferiores ao número de 20 pontos amostrais normalmente recomendado (COMISSÃO, 1994). Para as áreas amostradas em Passo Fundo, nas profundidades de 0-0,10 e 0,10-0,20 m, o número máximo de sub-amostras foi de 11 para o preparo convencional, com exceção de H+Al (19 e 28, respectivamente, para as profundidades citadas) e do Al (4433 e 2049), e de 21 no plantio direto, neste caso com exceção do Ca (15 e 30), H+Al (25 e 27) e Al (663 e 508). Na profundidade de 0,20-0,30 m, para o preparo convencional e plantio direto, os números máximos foram 47 e 74, respectivamente, com exceção do Al (178 e 115); para a área sob pastagem, nas três profundidades, o número máximo foi de 12, com exceção apenas do Mg (14 a 29).

TABELA 1 – Medidas descritivas dos dados obtidos na área sob preparo convencional, em Eldorado do Sul, RS¹

Variável	Média	Coefficiente de variação	Assimetria	Curtose	Distribuição de frequência ²
0-0,05 m					
PH em água	5,9	3,0	0,133	2,727	N
Ca	32,7	5,2	0,073	2,844	N
Mg	13,8	9,2	0,427	2,551	l
Ca+Mg	46,5	4,8	0,212	2,463	N
Al	0,3	144,1	-0,176	2,484	I
H+Al	28,5	11,0	-0,244	2,318	N
S	50,5	5,8	0,242	1,946	N
CTC	79,0	3,3	-0,0005	3,019	N
V	63,9	5,6	0,167	1,985	N
0,05-0,20 m					
pH em água	5,9	2,2	-0,108	9,026	n
Ca	32,4	4,6	-0,383	2,701	l
Mg	14,5	8,7	-0,185	1,812	n
Ca+Mg	46,9	4,7	-0,607	2,656	N
Al	0,4	121,2	0,661	2,310	N
H+Al	29,0	9,6	0,396	2,823	N
S	49,7	4,8	-0,613	2,741	N
CTC	78,7	3,5	-0,055	2,769	N
V	63,3	4,7	-0,293	2,695	N

1 Os dados estão expressos em: unidades para pH, mmol/dm³ para Ca, Mg, Ca+Mg, Al, H+Al, soma de bases e CTC, e % para V, para a média; % para o coeficiente de variação; assimetria e curtose são adimensionais.

2 N = distribuição normal; n = distribuição não definida entre as duas citadas, mas mais aproximada da normal; l = distribuição não definida entre as duas citadas, mas mais aproximada da lognormal; e I = distribuição irregular, sem se aproximar da normal ou da lognormal.

TABELA 2 – Medidas descritivas dos dados obtidos na área sob plantio direto. Eldorado do Sul, RS¹

Variável	Média	Coefficiente de variação	Assimetria	Curtose	Distribuição de frequência ²
0-0,05 m					
pH em água	6,0	4,6	0,175	2,281	N
Ca	39,4	12,9	0,338	2,704	N
Mg	16,3	16,3	-0,313	2,116	N
Ca+Mg	55,7	13,1	0,087	2,460	N
Al	0,2	185,6	1,317	2,735	I
H+Al	28,0	17,2	0,068	2,233	N
S	60,4	12,8	0,044	2,613	N
CTC	88,4	6,0	0,636	3,781	N
V	68,2	9,1	-0,189	2,615	N
0,05-0,20 m					
pH em água	5,4	4,2	-0,397	2,241	N
Ca	26,5	10,8	-0,407	2,583	N
Mg	11,4	14,6	-0,528	4,175	L
Ca+Mg	37,8	10,0	-0,123	2,134	N
Al	2,4	52,9	0,807	3,039	n
H+Al	37,5	12,6	0,228	2,742	N
S	41,2	10,2	-0,180	2,193	N
CTC	78,7	4,8	-0,365	1,916	N
V	52,4	9,8	-0,372	2,360	N

1 Os dados estão expressos em: unidades para pH, mmol/dm³ para Ca, Mg, Ca+Mg, Al, H+Al, soma de bases e CTC, e % para V, para a média; % para o coeficiente de variação; assimetria e curtose são adimensionais.

2 N = distribuição normal; n = distribuição não definida entre as duas citadas, mas mais aproximada da normal; L = distribuição lognormal; e I = distribuição irregular, sem se aproximar da normal ou da lognormal.

TABELA 3 – Medidas descritivas dos dados obtidos na área sob escarificação. Eldorado do Sul, RS¹

Variável	Média	Coefficiente de variação	Assimetria	Curtose	Distribuição de frequência ²
0-0,05 m					
PH em água	5,8	4,4	0,063	2,583	n
Ca	32,2	11,4	0,016	1,996	N
Mg	13,7	14,2	0,340	2,400	N
Ca+Mg	45,9	11,1	0,164	2,073	N
Al	1,0	103,5	0,454	1,793	I
H+Al	36,7	12,0	-0,057	2,356	L
S	51,6	10,5	0,062	2,150	L
CTC	88,3	4,5	0,348	2,238	N
V	58,4	8,6	0,027	2,258	N
0,05-0,20 m					
PH em água	5,5	4,2	0,663	2,882	N
Ca	26,2	10,7	2,179	8,175	I
Mg	11,0	15,6	0,414	3,373	N
Ca+Mg	37,2	10,8	1,897	6,816	L
Al	3,0	47,3	-0,132	2,544	I
H+Al	37,8	11,0	-1,032	4,379	n
S	40,8	10,6	1,146	4,835	N
CTC	78,6	3,2	0,071	1,427	N
V	51,9	9,9	1,191	4,830	N

1 Os dados estão expressos em: unidades para pH, mmol/dm³ para Ca, Mg, Ca+Mg, Al, H+Al, soma de bases e CTC, e % para V, para a média; % para o coeficiente de variação; assimetria e curtose são adimensionais.

2N = distribuição normal; n = distribuição não definida entre as duas citadas, mas mais aproximada da normal; L = distribuição lognormal; I = distribuição não definida entre as duas citadas, mas mais aproximada da lognormal; e I = distribuição irregular, sem se aproximar da normal ou da lognormal.

TABELA 4 – Medidas descritivas dos dados obtidos na área sob pastagem. Eldorado do Sul, RS¹

Variável	Média	Coefficiente de variação	Assimetria	Curtose	Distribuição de frequência ²
0-0,05 m					
PH em água	6,2	4,2	0,422	2,413	N
Ca	43,6	13,2	0,075	2,005	N
Mg	21,1	14,6	0,882	5,171	N
Ca+Mg	64,7	12,3	-0,009	2,160	N
Al	0,2	238,0	1,960	4,843	I
H+Al	29,1	20,0	-0,220	2,297	n
S	69,8	12,0	0,058	2,175	N
CTC	98,9	5,4	0,574	3,939	N
V	70,5	8,9	0,090	2,210	N
0,05-0,20 m					
pH em água	5,8	6,3	0,513	2,560	N
Ca	30,3	18,3	0,480	3,246	N
Mg	13,7	20,1	0,708	2,882	N
Ca+Mg	44,0	18,1	0,558	3,130	N
Al	1,9	90,2	0,569	2,615	I
H+Al	31,1	21,0	-0,470	2,787	N
S	47,4	16,9	0,480	2,924	N
CTC	78,5	4,1	-0,341	3,079	N
V	60,3	14,7	0,399	2,724	N

1 Os dados estão expressos em: unidades para pH, mmol/dm³ para Ca, Mg, Ca+Mg, Al, H+Al, soma de bases e CTC, e % para V, para a média; % para o coeficiente de variação; assimetria e curtose são adimensionais.

2N = distribuição normal; n = distribuição não definida entre as duas citadas, mas mais aproximada da normal; e I = distribuição irregular, sem se aproximar da normal ou da lognormal.

TABELA 5 – Medidas descritivas dos dados obtidos na área sob preparo convencional. Passo Fundo, RS¹

Variável	Média	Coefficiente de variação	Assimetria	Curtose	Distribuição de frequência ²
Grãos	292,7	14,7	0,020	2,015	N
0-0,10 m					
PH em água	5,9	4,4	-1,184	5,238	n
Ca	68,0	12,1	-2,177	8,652	n
Mg	31,7	13,8	-1,058	4,287	N
Ca+Mg	99,7	12,0	-1,964	7,825	n
Al	0,4	330,9	4,507	24,260	I
H+Al	46,8	21,4	1,435	5,904	N
S	103,0	12,0	-2,020	7,854	n
CTC	149,2	4,5	-1,222	5,971	N
V	68,6	10,7	-1,933	7,756	N
0,10-0,20 m					
pH em água	6,0	6,1	-0,710	3,250	n
Ca	61,4	16,6	-0,961	3,744	N
Mg	30,8	16,8	-1,113	4,223	N
Ca+Mg	92,2	15,9	-1,153	4,308	N
Al	1,0	225,0	2,818	10,030	N
H+Al	48,5	26,2	1,276	4,750	I
S	93,7	16,0	-1,111	4,226	N
CTC	142,3	4,3	0,092	2,228	N
V	65,7	14,4	-1,341	4,901	N
0,20-0,30 m					
pH em água	5,3	7,5	1,239	4,044	I
Ca	35,9	34,2	1,067	3,184	I
Mg	18,9	30,1	0,674	2,631	L
Ca+Mg	54,8	32,1	0,963	2,994	N
Al	8,9	66,3	0,110	2,215	N
H+Al	67,7	21,5	-0,162	3,033	N
S	55,5	31,7	0,951	2,953	L
CTC	123,3	8,3	0,490	2,251	N
V	44,7	27,1	0,739	2,671	L

¹ Os dados estão expressos em: g/m² para grãos de trigo, unidades para pH, mmol/dm³ para Ca, Mg, Ca+Mg, Al, H+Al, soma de bases e CTC, e % para V, para a média; % para o coeficiente de variação; assimetria e curtose são adimensionais.

² N = distribuição normal; n = distribuição não definida entre as duas citadas, mas mais aproximada da normal; L = distribuição lognormal; I = distribuição não definida entre as duas citadas, mas mais aproximada da lognormal; e I = distribuição irregular, sem se aproximar da normal ou da lognormal.

TABELA 6 – Medidas descritivas dos dados obtidos na área sob plantio direto. Passo Fundo, RS¹

Variável	Média	Coefficiente de variação	Assimetria	Curtose	Distribuição de frequência ²
Grãos	203,0	18,9	0,330	2,826	N
0-0,10 m					
pH em água	5,8	6,1	1,339	5,183	I
Ca	59,2	19,4	1,878	7,937	L
Mg	29,1	15,5	-0,124	2,563	N
Ca+Mg	88,3	17,0	1,084	4,821	N
Al	1,0	128,0	1,267	4,054	I
H+Al	55,9	24,8	-0,829	3,902	N
S	94,0	16,7	1,005	4,569	N
CTC	149,9	4,5	0,042	2,854	N
V	62,6	15,0	0,828	3,850	N
0,10-0,20 m					
pH em água	5,8	7,3	1,201	4,725	n
Ca	52,0	27,0	1,360	6,609	N
Mg	26,8	20,1	-0,259	2,983	I
Ca+Mg	78,8	22,9	0,512	3,738	n
Al	2,3	112,0	2,028	8,018	I
H+Al	55,8	25,8	-0,829	3,431	n
S	81,2	23,0	0,530	3,665	N
CTC	137,0	6,6	-0,368	2,682	N
V	58,9	19,4	0,489	3,462	N
0,20-0,30 m					
pH em água	5,3	8,5	2,599	10,440	I
Ca	30,8	42,7	2,697	12,110	I
Mg	16,9	32,9	1,232	4,300	I
Ca+Mg	47,7	37,0	1,952	7,037	I
Al	10,3	53,4	-0,487	2,108	I
H+Al	66,4	19,3	-2,417	10,510	n
S	48,8	36,6	1,949	7,031	I
CTC	115,2	8,1	1,396	5,158	I
V	42,5	30,3	1,799	6,542	I

¹ Os dados estão expressos em: g/m² para grãos de trigo, unidades para pH, mmol/dm³ para Ca, Mg, Ca+Mg, Al, H+Al, soma de bases e CTC, e % para V, para a média; % para o coeficiente de variação; assimetria e curtose são adimensionais.

² N = distribuição normal; n = distribuição não definida entre as duas citadas, mas mais aproximada da normal; L = distribuição lognormal; I = distribuição não definida entre as duas citadas, mas mais aproximada da lognormal; e I = distribuição irregular, sem se aproximar da normal ou da lognormal.

TABELA 7 – Medidas descritivas dos dados obtidos na área sob pastagem. Passo-Fundo, RS¹

Variável	Média	Coefficiente de variação	Assimetria	Curtose	Distribuição de frequência ²
0-0,10 m					
PH em água	5,0	1,6	-1,965	28,680	n
Ca	15,4	15,2	0,840	4,282	N
Mg	14,5	21,9	-0,587	6,845	N
Ca+Mg	29,9	14,5	0,710	3,072	N
Al	17,9	17,2	-0,925	4,492	N
H+Al	90,2	5,4	0,095	2,886	n
S	32,7	15,0	0,760	3,309	N
CTC	122,9	4,9	0,034	2,309	N
V	26,6	12,3	0,516	3,207	N
0,10-0,20 m					
pH em água	5,0	1,5	-0,854	32,400	n
Ca	11,7	13,0	0,140	2,321	N
Mg	9,4	18,5	0,200	2,641	N
Ca+Mg	21,1	12,8	-0,003	2,187	N
Al	23,4	9,4	-0,398	2,578	N
H+Al	90,4	4,3	0,195	2,438	l
S	22,4	11,9	0,013	2,276	N
CTC	112,8	3,3	0,242	3,159	N
V	19,7	14,3	-0,131	4,207	N
0,20-0,30 m					
pH em água	4,9	1,9	-2,004	26,890	n
Ca	10,5	15,7	0,736	4,162	N
Mg	7,1	26,9	0,964	4,020	N
Ca+Mg	17,6	16,0	0,708	3,774	N
Al	25,6	9,3	-0,648	3,352	N
H+Al	88,6	4,6	0,112	2,172	N
S	18,5	15,7	0,875	4,036	N
CTC	107,1	3,6	-0,094	1,993	N
V	17,2	14,9	0,641	3,509	N

¹ Os dados estão expressos em: unidades para pH, mmol/dm³ para Ca, Mg, Ca+Mg, Al, H+Al, soma de bases e CTC, e % para V, para a média; % para o coeficiente de variação; assimetria e curtose são adimensionais.

² N = distribuição normal; n = distribuição não definida entre as duas citadas, mas mais aproximada da normal; l = distribuição não definida entre as duas citadas, mas mais aproximada da lognormal.

TABELA 8 – Coeficientes e modelos dos semivariogramas ajustados aos dados experimentais, nos sistemas preparo convencional e plantio direto. Eldorado do Sul, RS

Variável	Coeficientes e modelos dos semivariogramas ¹			Modelo	{C ₀ /(C ₀ +C ₁)} x 100
	C ₀	C ₁	Alcance		
			M		
			Preparo convencional		
Ca ²	0,02	0,01	3,5	Esférico	67
Mg ²	0,009	0,008	2,2	Esférico	53
Ca+Mg ³	-	-	-	Efeito pepita puro	-
Al ³	-	-	-	Efeito pepita puro	-
H+Al ⁴	0	1	2,1	Esférico escalonado	0
S ³	-	-	-	Efeito pepita puro	-
V ⁴	0	1,05	2	Esférico escalonado	0
			Plantio direto		
Ca ³	-	-	-	Efeito pepita puro	-
Mg ³	-	-	-	Efeito pepita puro	-
Ca+Mg ³	-	-	-	Efeito pepita puro	-
Al ³	-	-	-	Efeito pepita puro	-
H+Al ⁴	0,57	0,43	2,8	Esférico escalonado	57
S ³	-	-	-	Efeito pepita puro	-
V ⁴	0,6	0,4	2,6	Esférico escalonado	60

¹ C₀ + C₁ representam o patamar do semivariograma.

² Para a profundidade de 0-0,05 m; a de 0,05-0,20 m apresentou distribuição aleatória.

³ Ocorreu distribuição aleatória em ambas as profundidades avaliadas.

⁴ Para ambas as profundidades avaliadas.

TABELA 9 – Coeficientes e modelos dos semivariogramas ajustados aos dados experimentais, nos sistemas escarificação e pastagem. Eldorado do Sul, RS

Variável	Coeficientes e modelos dos semivariogramas ¹			Modelo	{C ₀ /(C ₀ +C ₁)} x 100
	C ₀	C ₁	Alcance		
			m		
			Escarificação		
Ca ³	-	-	-	Efeito pepita puro	-
Mg ³	-	-	-	Efeito pepita puro	-
Ca+Mg ³	-	-	-	Efeito pepita puro	-
Al ³	-	-	-	Efeito pepita puro	-
H+Al ²	0,086	0,074	2,6	Esférico	54
S ³	-	-	-	Efeito pepita puro	-
V ⁴	0,55	0,45	2,5	Esférico escalonado	55
			Pastagem		
Ca ³	-	-	-	Efeito pepita puro	-
Mg ³	-	-	-	Efeito pepita puro	-
Ca+Mg ³	-	-	-	Efeito pepita puro	-
Al ⁴	0,35	0,65	3,0	Esférico escalonado	35
H+Al ⁵	0,140	0,275	3,0	Esférico	34
S ²	0,23	0,44	3,8	Esférico	34
V ³	-	-	-	Efeito pepita puro	-

¹ C₀ + C₁ representam o patamar do semivariograma.

² Para a profundidade de 0-0,05 m; a de 0,05-0,20 m apresentou distribuição aleatória.

³ Ocorreu distribuição aleatória em ambas as profundidades avaliadas.

⁴ Para ambas as profundidades avaliadas.

⁵ Para a profundidade de 0,05-0,20 m; a de 0-0,05 m apresentou distribuição aleatória.

TABELA 10- Coeficientes e modelos dos semivariogramas ajustados aos dados experimentais, nos sistemas preparo convencional, plantio direto e pastagem. Passo Fundo, RS

Variável	Coeficientes e modelos dos semivariogramas ¹			Modelo	$\{C_0/(C_0+C_1)\}$ x 100
	C ₀	C ₁	Alcance		
m					
Preparo convencional					
Grãos	1200	700	30	Esférico	63
Ca ³	0,2	0,8	20	Esférico escalonado	20
Mg ²	0,25	0,75	22	Esférico escalonado	25
Ca+Mg ²	0,13	0,87	20	Esférico escalonado	13
Al ²	0,5	0,5	25	Esférico escalonado	50
H+Al ³	0	1	19	Esférico escalonado	0
S ²	0,25	0,75	22	Esférico escalonado	25
V ³	0,22	0,78	22	Esférico escalonado	22
Plantio direto					
Grãos	600	1000	30	Esférico	38
Ca ³	0,22	0,78	24	Esférico escalonado	22
Mg ³	0,2	0,8	22	Esférico escalonado	20
Ca+Mg ³	0,13	0,87	24	Esférico escalonado	13
Al ⁴	0,27	0,73	28	Esférico escalonado	27
H+Al ³	0,1	0,9	24	Esférico escalonado	10
S ³	0,15	0,85	26	Esférico escalonado	15
V ³	0,2	0,8	26	Esférico escalonado	20
Pastagem					
Ca ⁶	1,2	1,3	24	Esférico	48
Mg ⁶	1,7	1,2	26	Esférico	59
Ca+Mg ⁶	1,0	6,5	20	Esférico	13
Al ⁶	1,4	3,4	30	Esférico	29
H+Al ⁷	-	-	-	Efeito pepita puro	-
S ⁶	2,3	4,8	20	Esférico	32
V ²	0,7	0,3	30	Gaussiano escalonado	70

¹ C₀ + C₁ representam o patamar do semivariograma.

² Para as profundidades de 0,10-0,20 e 0,20-0,30 m; a de 0-0,10 m apresentou distribuição aleatória.

³ Para as três profundidades avaliadas.

⁴ Para as profundidades de 0-0,10 e 0,20-0,30 m; a de 0,10-0,20 m apresentou distribuição aleatória.

⁵ Para as profundidades de 0-0,10 e 0,10-0,20 m; a de 0,20-0,30 m apresentou distribuição aleatória.

⁶ Para a profundidade de 0,10-0,20 m; as de 0-0,10 e 0,20-0,30 m apresentaram distribuição aleatória.

⁷ Ocorreu distribuição aleatória nas três as profundidades avaliadas.

A análise da dependência espacial, em Eldorado do Sul, mostrou ausência de correlação espacial, com uma distribuição aleatória, para a maioria das propriedades do solo (Ca, Mg, Ca+Mg, Al, soma de bases e CTC) e profundidades avaliadas, nos quatro sistemas de manejo estudados (Figuras 1 e 2 e Tabelas 8 e 9). Nos poucos casos em que se observou correlação espacial, os alcances variaram de 1,8 m (pH em água no plantio direto) a 3,8 m (soma de bases na pastagem). Na grande maioria destes casos (85%), observou-se uma moderada dependência espacial (efeito pepita = 25-75% do patamar), com o restante (15%) apresentando forte dependência espacial (efeito pepita <25% do patamar).

Para as áreas amostradas em Passo Fundo (Figuras 3 e 4 e Tabela 10), observou-se correlação espacial para todas as propriedades do solo

(com exceção de H+Al e CTC, na pastagem), na grande maioria das profundidades avaliadas, e para a produção de grãos, com o alcance variando de 19 m (H+Al no preparo convencional) a 30 m (grãos no preparo convencional e plantio direto, CTC no plantio direto e Al e V na pastagem). Dos casos que apresentaram dependência espacial, a maioria (56%) pode ser enquadrada como forte dependência (efeito pepita <25% do patamar) e o restante (44%) como moderada (efeito pepita = 25-75% do patamar).

O alcance da dependência espacial representa a distância em que os pontos amostrais estão espacialmente correlacionados entre si (DAVIS, 1986; JOURNEL e HUIJBREGTS, 1991), sendo uma medida importante para o planejamento e avaliação experimental, já que pode auxiliar na definição de procedimentos de amostragem (BURGESS

et al., 1981; VIEIRA et al., 1981; McBRATNEY e WEBSTER, 1983; VIEIRA et al., 1983), do tamanho e forma da parcela e do bloco (McBRATNEY, 1985), da distância entre parcelas para que sejam independentes entre si (PERRIER e WILDING, 1986; PREVEDELLO, 1987) e, até mesmo, do tipo de delineamento experimental a ser usado (BRESLER et al., 1981).

O maior alcance observado em Passo Fundo resulta, basicamente, da maior distância de amostragem neste local (10 m), em relação a Eldorado do Sul (1 m), já que ele depende da escala de observação, sendo que, quanto maior o intervalo entre medidas, maior será o alcance (TRANGMAR et al., 1985; WEBSTER, 1985). O alcance da dependência espacial para uma determinada variável tem alguma razão intrínseca ou extrínseca que, a princípio, independe da distância de amostragem; esta deve ser suficientemente pequena para quantificá-lo adequadamente.

Os dados obtidos neste trabalho, quanto à correlação espacial, confirmam a maioria daqueles citados por TRANGMAR et al. (1987), BERNDTSON et al. (1993), CAMBARDELLA et al. (1994), GONZALEZ e ZAK (1994) e CHIEN et al. (1997), envolvendo as propriedades do solo avaliadas.

O semivariograma cruzado entre a produção de trigo e as propriedades do solo avaliadas revelou a existência de correlação espacial positiva apenas para o plantio direto (Figura 5), para Ca, Mg, Ca+Mg, soma de bases (todas na profundidade de 0,10-0,20 m) e CTC (0-0,10 e 0,10-0,20 m), indicando uma correspondência entre maiores teores no solo e maiores produções de trigo e vice-versa.

Como a análise da variância e os testes de significância normalmente utilizados pressupõem que as propriedades do solo devem exibir variação aleatória, a correlação espacial observada para as propriedades do solo e para a produção de trigo permite admitir que tal procedimento estatístico, por si só, não é suficiente para analisar dados de pesquisa em manejo do solo, sugerindo a necessidade de adotar-se procedimentos adicionais, como a covariância entre propriedades do solo e rendimento das culturas (SLAY et al., 1986) ou o método de análise do vizinho mais próximo (BHATTI et al., 1991), para minimizar a interferência da variabilidade do solo na interpretação dos efeitos dos tratamentos. Sugere, ainda, a utilização de delineamentos específicos para experimentos que exigem maiores áreas, como é o caso dos de manejo do solo, conforme proposto por ES et al. (1989).

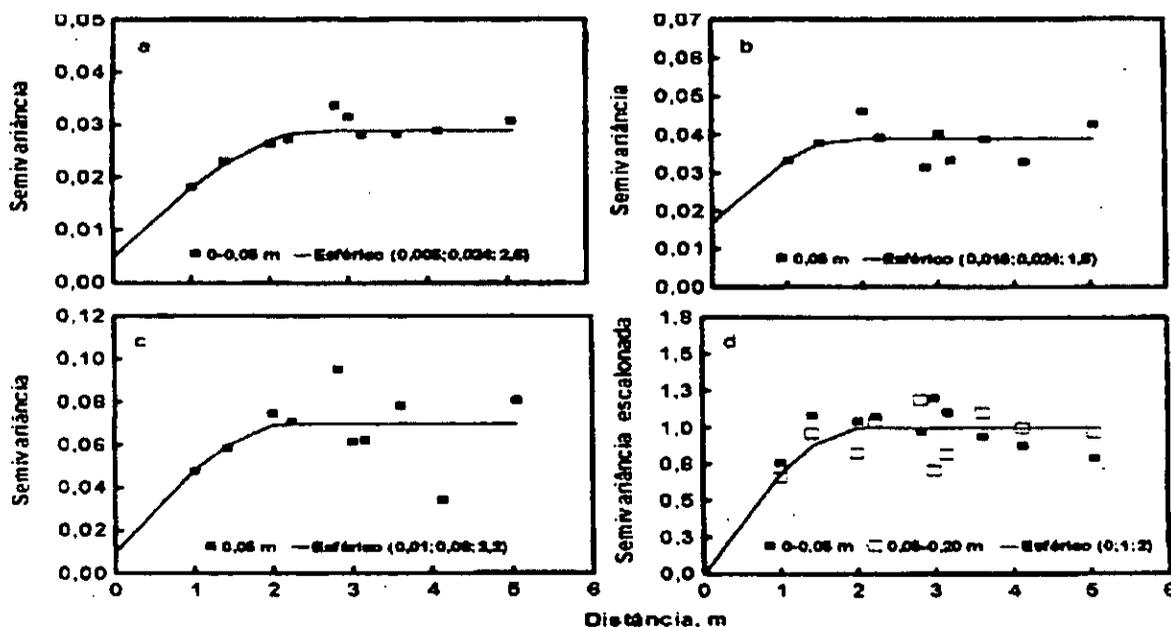


FIGURA 1 – Semivariogramas para pH no solo nas áreas amostradas em Eldorado do Sul (RS), para (a) preparo convencional, (b) plantio direto, (c) escarificação e (d) pastagem. As legendas dos gráficos incluem o modelo ajustado aos dados e, entre parênteses, os coeficientes C_0 , C_1 e alcance da dependência espacial; $C_0 + C_1$ representam o patamar do semivariograma

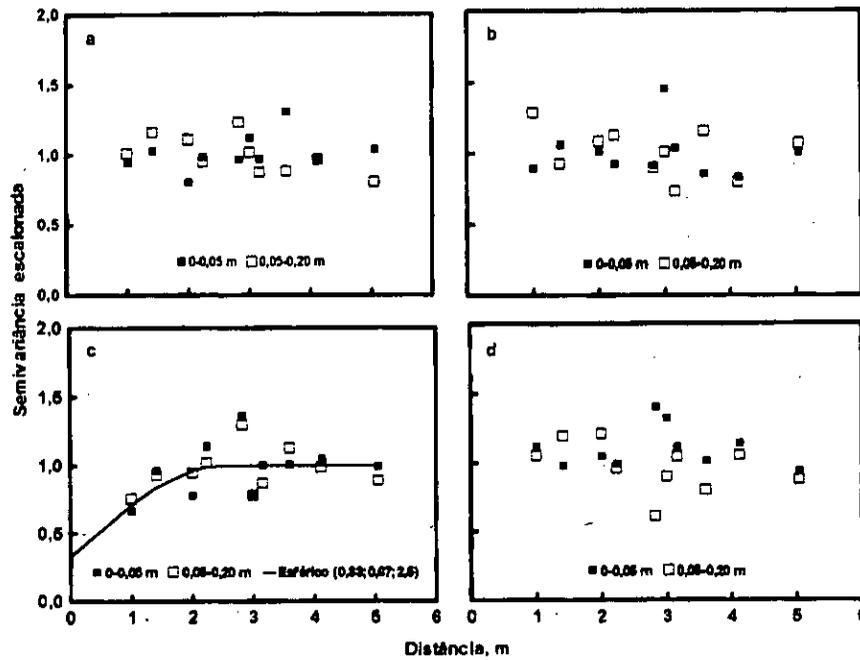


FIGURA 2 – Semivariogramas para CTC no solo nas áreas amostradas em Eldorado do Sul (RS), para (a) preparo convencional, (b) plantio direto, (c) escarificação e (d) pastagem. As legendas dos gráficos incluem o modelo ajustado aos dados e, entre parênteses, os coeficientes C_0 , C_1 e alcance da dependência espacial; $C_0 + C_1$ representam o patamar do semivariograma

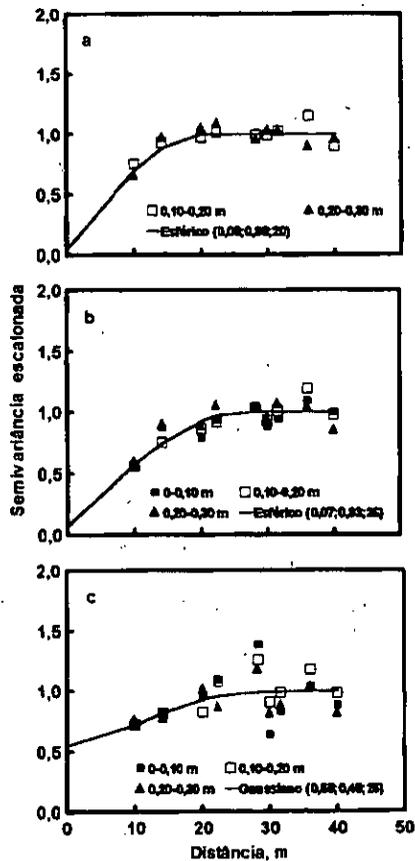


FIGURA 3 – Semivariogramas para pH no solo nas áreas amostradas em Passo Fundo (RS), para (a) preparo convencional, (b) plantio direto e (c) pastagem. As legendas dos gráficos incluem o modelo ajustado aos dados e, entre parênteses, os coeficientes C_0 , C_1 e alcance da dependência espacial $C_0 + C_1$ representam o patamar do semivariograma

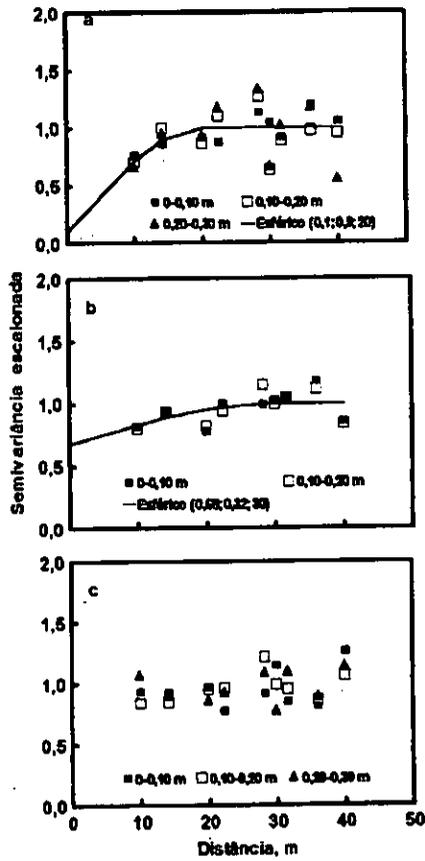


FIGURA 4 – Semivariogramas para CTC no solo nas áreas amostradas em Passo Fundo (RS), para (a) preparo convencional, (b) plantio direto e (c) pastagem. As legendas dos gráficos incluem o modelo ajustado aos dados e, entre parênteses, os coeficientes $C_0 + C_1$ alcance da dependência espacial; $C_0 + C_1$ representam o patamar do semivariograma

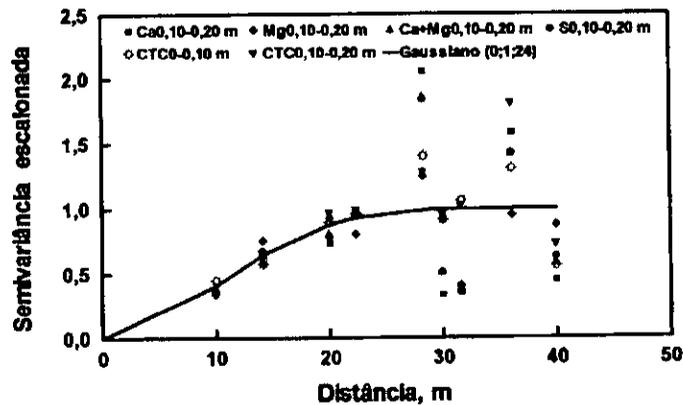


FIGURA 5 – Semivariograma cruzado da produção de trigo com Ca, Mg, Ca+Mg, soma de bases e CTC na área de plantio direto em Passo Fundo (RS). As legendas dos gráficos incluem o modelo ajustado aos dados e, entre parênteses, os coeficientes C_0 , C_1 e alcance da dependência espacial; $C_0 + C_1$ representam o patamar do semivariograma

CONCLUSÕES

As propriedades do solo avaliadas (pH em água, Ca, Mg, Ca+Mg, Al, H+Al, soma de bases, CTC e V) seguiram ou aproximaram-se da distribuição normal, na maioria dos sistemas de manejo e profundidades.

As menores variabilidades, medidas por meio do coeficiente de variação, foram observadas para pH e CTC (CVs<10%) e as maiores para Al (CVs>40%), com as demais propriedades do solo ocupando posição intermediária (10%<CVs<40%). Quanto aos sistemas de manejo, entre as áreas cultivadas o plantio direto apresentou os maiores CVs, seguido da escarificação e do preparo convencional.

Em Eldorado do Sul foi observada correlação espacial apenas para pH em água, H+Al e V, com as demais propriedades apresentando distribuição aleatória, enquanto que em Passo Fundo a correlação espacial foi observada para todas as propriedades do solo avaliadas (com exceção de H+Al e CTC, em pastagem) e para a produção de trigo.

No plantio direto, observou-se correlação espacial cruzada positiva da produção de trigo com Ca, com Mg, com Ca+Mg, com soma de bases e com CTC.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- BAHRI, A.; BERNDTSSON, R.; JINNO, K. Spatial dependence of geochemical elements in a semiarid agricultural field: I. Scale properties. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v.57, n.5, p.1316-1322, 1993.
- BECKETT, P.H.T.; WEBSTER, R. Soil variability: a review. *Soils and Fertilizers*, Farnham Royal, v.34, n.1, p.1-15, 1971.
- BERNDTSSON, R.; BAHRI, A.; JINNO, K. Spatial dependence of geochemical elements in a semiarid agricultural field: II. Geostatistical properties. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v.57, n.5, p.1323-1329, 1993.
- BHATTI, A.U.; MULLA, D.J.; KOEHLER, F.E.; GURMANI, A.H. Identifying and removing spatial correlation from yield experiments. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v.45, n.6, p.1523-1528, 1991.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisa Pedológica. *Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul*. Recife: 1973. 431p. (Boletim Técnico, 30)
- BRESLER, E.; DASBERG, S.; RUSSO, D.; DAGAN, G. Spatial variability of crop yield as a stochastic soil process. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v.45, n.3, p.600-605, 1981.
- BURGESS, T.M.; WEBSTER, R.; McBRATNEY, A.B. Optimal interpolation and isarithmic mapping of soil properties. IV. Sampling strategy. *Journal of Soil Science*, London, v.32, n.4, p.643-659, 1981.
- CAMBARDELLA, C.A.; MOORMAN, T.B.; NOVAK, J.M.; PARKIN, T.B.; KARLEN, D.L.; TURCO, R.F.; KONOPKA, A.E. Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v.58, n.5, p.1501-1511, 1994.
- CAMPBELL, J.B. Spatial variation of sand content and pH within single contiguous delineations of two soil mapping units. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v.42, n.3, p.460-464, 1978.
- CHIEN, Y.; LEE, D.; GUO, H.; HOUNG, K. Geostatistical analysis of soil properties of mid-west Taiwan soils. *Soil Science*, Baltimore, v.162, n.4, p.291-298, 1997.
- COCHRAN, W.G. Some consequences when the assumptions for the analysis of variance are not satisfied *Biometrics*, Raleigh, v.3, n.1, p.22-38, 1947.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS/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, 1994. 223p.
- DAVIS, J.C. *Statistics and data analysis in geology*. 2.ed. New York: J. Wiley, 1986. 646p.
- EISENHART, C. The assumptions underlying the analysis of variance. *Biometrics*, Raleigh, v.3, n.1, p.1-21, 1947.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação dos Solos. *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro: 1979. n.p.
- ES, H.M. van; ES, C.L. van; CASSEL, D.K. Application of the regionalized variable theory to large-plot field experiments. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v.53, n.4, p.1178-1183, 1989.
- ESPÍRITO SANTO, F.R.C. do. *Distribuição de óxidos de ferro em uma 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.
- FREITAS, V.H. de. *Eficiência de sistemas de preparo do solo e de culturas no fornecimento de nitrogênio para o milho*. Porto Alegre: UFRGS, Faculdade de Agronomia, 1988. 159p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, UFRGS. 1988.
- GOMES, F.P. *A estatística moderna na pesquisa agropecuária*. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1984. 160p.
- GONZALEZ, O.J.; ZAK, D.R. Geostatistical analysis of soil properties in a secondary tropical dry forest, St. Lucia, West Indies. *Plant and Soil*, The Hague, v.163, n.1, p.45-54, 1994.
- JOURNEL, A.G.; HUIJBREGTS, C.J. *Mining geostatistics*. London: Academic Press, 1991. 600p.
- McBRATNEY, A.B. The role of geostatistics in the design and analysis of field experiments with reference to the effect of soil properties on crop yield. In: NIELSEN, D.R.; BOUMA, J., Eds. *Soil spatial variability*. Wageningen: Centre for Agricultural Publishing and Documentation, 1985. p.3-8.
- McBRATNEY, A.B.; WEBSTER, R. How many observations are needed for regional estimation of soil properties? *Soil Science*, Baltimore, v.135, n.3, p.177-183, 1983.
- MELSTED, S.W.; PECK, T.R. The principles of soil testing. In: WALSH, L.M.; BEATON, J.D., eds. *Soil testing and plant analysis*. Madison: Soil Science Society of America, 1973. Cap.2, p.13-21.
- MURDOCK, L. Soil sampling for no-till: how different is it? *Better Crops Plant Food*, Atlanta, v.69, p.20, 24-25, 1985.
- MUZILLI, O. Influência do sistema de plantio direto, comparado ao convencional, sobre a fertilidade da camada ará-

- vel do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas; v.7, n.1, p.95-102, 1983.
- PERRIER, E.R.; WILDING, L.P. An evaluation of computational methods of field uniformity studies. **Advances in Agronomy**, New York, v.39, p.265-312, 1986.
- PREVEDELLO, B.M.S. **Variabilidade espacial de parâmetros de solo e planta**. Piracicaba: ESALQ, 1987. 166p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Solos e Nutrição de Plantas, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP. 1987.
- SLAY, J.M.; LOCKBY, B.G.; ADAMS, J.C.; VIDRINE, C.G. The influence of pretreatment forest soil variability on interpretation of posttreatment results. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.50, n.6, p.1594-1597, 1986.
- SYLLA, M.; STEIN, A.; VANMENSVOORT, M.E.F.; VAN BREEMEN, N. Spatial variability of soil actual and potential acidity in the mangrove agroecosystem of West Africa. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.60, n.1, p.219-229, 1996.
- TRANGMAR, B.B.; YOST, R.S.; UEHARA, G. Application of geostatistics to spatial studies of soil properties. **Advances in Agronomy**, New York, v.38, p.45-93, 1985.
- TRANGMAR, B.B.; YOST, R.S.; WADE, M.K.; UEHARA, G.; SUDJADI, M. Spatial variation of soil properties and rice yield on recently cleared land. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.51, n.3, p.668-674, 1987.
- VIEIRA, S.R.; HATFIELD, J.L.; NIELSEN, D.R.; BIGGAR, J.W. Geostatistical theory and application to variability of some agronomical properties. **Hilgardia**, Berkeley, v.51, n.3, p.1-75, 1983.
- VIEIRA, S.R.; NIELSEN, D.R.; BIGGAR, J.W. Spatial variability of field-measured infiltration rate. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.45, n.6, p.1040-1048, 1981.
- WEBSTER, R. Quantitative spatial analysis of soil in the field. In: STEWART, B.A., Ed. **Advances in soil science**. New York: Springer-Verlag, 1985. v.3, p.1-70.
- WILDING, L.P.; DREES, L.R. Spatial variability and pedology. In: WILDING, L.P.; SMECK, N.E.; HALL, G.F., Eds. **Pedogenesis and soil taxonomy**. I. Concepts and interactions. Amsterdam: Elsevier Science, 1983. Cap.4, p.83-116.

CLASSIFICAÇÃO DOS EXPERIMENTOS DE COMPETIÇÃO DE CULTIVARES QUANTO A SUA PRECISÃO

ALESSANDRO DAL'COL LÚCIO ¹, LINDOLFO STORCK ², DAVID ARIIVALDO BANZATTO³

RESUMO – O objetivo deste trabalho foi estudar a distribuição das estatísticas coeficiente de variação (CV) e diferença mínima significativa (DMS) e obter os limites para um controle de qualidade dos ensaios de competição de cultivares de milho, arroz, soja, trigo, feijão, cevada, aveia, triticale e sorgo. Utilizou-se 2017 ensaios de competição de cultivares realizados no estado do Rio Grande do Sul, entre 1987 e 1995. Os valores de CV e DMS foram submetidos ao teste de Lilliefors. Os limites de classe dessas estatísticas foram estabelecidos a partir do cálculo da média e da variância das variáveis estudadas. Mediante o critério de manejos semelhantes, realizados na execução do ensaio, fez-se desmembramento dos ensaios, dentro de cada cultura avaliada. Concluiu-se que a diversidade de manejos empregados nos ensaios de competição de cultivares prejudica o controle de qualidade destes. Este controle deve ser realizado por cultura e por manejo empregado. Os limites de CV e DMS classificados como muito altos são elevados, não se perdendo informações ao se descartar esses ensaios.

Palavras-chave: competição de variedades, milho, arroz, soja, trigo, feijão, cevada, aveia, triticale, sorgo.

QUALITY CONTROL OF CULTIVAR COMPETITION EXPERIMENTS THROUGH THE ANALYSIS OF THE STATISTICS EMPLOYED

ABSTRACT – The objective of this work was to study the distribution of the statistics coefficient of variation (CV) and minimum significant difference (MSD) as a way to obtain the limits for quality control, in competition experiments of maize, rice, soybean, wheat, beans, barley, oat, triticale and sorghum. Data of 2017 cultivar competition assays, conducted in the state of Rio Grande do Sul, Brazil, from 1987 through 1995 were included. The CV and MSD values were submitted to the Lilliefors test. The class limits of these statistics were established based on the averages and variance of the variables tested. Using the analogous management criteria for conduction of the experiments, each assay was dismembered for each crop evaluated. We concluded that the diversity of management procedures employed in cultivar competition experiments adversely affects their quality control. This control must be performed according to the crop and management employed. No information is lost when CV and MSD classified as too high are disregarded.

Key-words: competition of varieties, maize, rice, soybean, wheat, beans, barley, oat, triticale, sorghum.

INTRODUÇÃO

Segundo o Macrozoneamento Agroecológico e Econômico de 1994 (RIO GRANDE DO SUL, 1994), milho, arroz, soja, trigo, feijão, cevada, aveia, triticale e sorgo são as principais culturas anuais recomendadas para o cultivo na maioria dos municípios do estado do Rio Grande do Sul. Devido ao retorno econômico proporcionado por essas culturas com a produção de grãos, elas têm merecido muito esforço em pesquisas, visando o aumento em sua produtividade. Vários ensaios de competição de cultivares são realizados anualmente sem se ter, na maioria dos casos, um controle de qualidade dos resultados obtidos, por falta de valores referenciais. Encontram-se ensaios cuja diferença mínima significativa é maior que a média de produtividade obtida pelos produtores (LOPES, 1993), indicando que, nessas condições, a experimentação fica prejudicada, resultando em discriminação ineficiente entre cultivares, incorrendo, assim, em conclusões duvidosas a respeito das melhores cultivares a serem recomendadas.

A partir das estatísticas coeficiente de variação (CV) e diferença mínima significativa (DMS), sendo esta uma função direta do CV, salvo variações nos planos experimentais (LÚCIO, 1997), tem-se uma indicação da qualidade de um experimento, mostrando que, quanto menor for o valor destas, menores diferenças entre estimativas de médias de tratamentos mostrar-se-ão como significativas (ESTEFANEL et al., 1987; LOPES, 1993).

Os coeficientes de variação de grandes grupos de experimentos são altamente heterogêneos entre locais no mesmo ano e em diferentes anos, sendo esta uma das razões da dificuldade da análise estatística destes ensaios (CONAGIN, 1985).

Trabalhando com a variável rendimento de grãos em ensaios de competição de cultivares, ESTEFANEL et al. (1987) classificaram os coeficientes de variação como médios, quando entre 8,5 e 18,5%, para a cultura do milho, entre 11,0 e 19,0%, para cereais de inverno (trigo, cevada, centeio, aveia e triticale), entre 14,0 e 26,5%, para a cultura do feijão, entre 8,5 e 16,0%, para a cultura da soja e entre 18,5 e 34,0%, para a cultura do sorgo. Já,

1. Eng. Agr., M.Sc. – Prof. Assistente, Departamento de Fitotecnia, UFSM, 97119-900 Santa Maria, RS.

2. Eng. Agr., Dr. – Prof. Titular, Departamento de Fitotecnia, UFSM, 97119-900 Santa Maria, RS. Bolsista do CNPq.

3. Eng. Agr., Dr. – Prof. Associado, Departamento de Ciências do Solo e Engenharia Agrícola, UEPG, 84010-790 Ponta Grossa – PR. Recebido para publicação em 11/09/1998.

GOMES (1990), tendo em vista os valores obtidos em ensaios agrícolas, classificou os coeficientes de variação como baixos, quando inferiores a 10%; médios, quando entre 10 e 20%; altos, quando entre 20 e 30%; muito altos, quando superiores a 30%. Outros trabalhos, como os de SCAPIM et al. (1995) e AMARAŁ et al. (1997), mostram a aplicação do critério de classificação do CV, de GARCIA (1989), para as culturas do milho e citrus, respectivamente. STEEL e TORRIE (1960) afirmam que, para saber se um coeficiente de variação é alto ou baixo, é necessário o conhecimento sobre a natureza dos dados que se está analisando.

O objetivo deste trabalho foi estudar a distribuição das estatísticas coeficiente de variação e diferença mínima significativa, globalmente e por grupo de manejo semelhante, visando obter os limites para um controle de qualidade dos ensaios de competição de cultivares de milho, arroz, soja, trigo, feijão, cevada, aveia, triticales e sorgo.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados na pesquisa foram obtidos dos relatórios e/ou anais publicados, referentes aos ensaios de competição de cultivares, realizados no estado do Rio Grande do Sul, para as culturas do milho, arroz, soja, trigo, feijão, cevada, aveia, triticales e sorgo, nos anos de 1987 a 1995.

As variáveis anotadas, para cada ensaio, foram: média geral do rendimento de grãos (\bar{X}) em t/ha; quadrado médio do erro (QMe); coeficiente de

variação (CV), para rendimento de grãos; diferença mínima significativa (DMS), para rendimento de grãos e tratos culturais realizados na execução do ensaio.

Para cada cultura, foram calculadas as estatísticas média e variância das variáveis CV e DMS. Os valores de CV e DMS foram submetidos ao teste de Lilliefors (CAMPOS, 1983) a nível de 5% de significância, para todo o conjunto de observações de cada cultura, para se verificar a possibilidade de desenvolver estudos probabilísticos usando a distribuição normal. Nos casos em que a hipótese de normalidade não foi rejeitada, foi possível estabelecer os limites de classes das estatísticas CV e DMS dos ensaios com boa confiabilidade, segundo as especificações da Tabela 1, usando a distribuição normal. Nos casos em que a hipótese da normalidade foi rejeitada, a classificação da Tabela 1 também foi aplicada, com a restrição de que estes limites não são tão confiáveis. Além disso, foi realizado um desmembramento da totalidade dos ensaios através do critério: manejos culturais semelhantes realizados na execução do ensaio. Foram escolhidos, como grupos de manejos, aqueles utilizados em um número de cinco ou mais casos. Dentro de cada grupo de ensaios de manejos iguais, foi aplicado novamente o teste de Lilliefors, com o objetivo de verificar a aderência dos dados à distribuição normal, sendo calculadas a média e variância das estatísticas CV e DMS dentro de cada grupo. Os critérios para a classificação dos limites de classe são descritos na Tabela 1.

TABELA 1 – Especificação dos limites de classe para classificação da precisão experimental para estatística coeficiente de variação (CV), com aplicação idêntica para a diferença mínima significativa (DMS)

Límites de classe	Probabilidade	Precisão
menor que $X_1 = -1,67 \times S_{CV} + M_{CV}$	$P(CV \leq X_1) = 5\%$	muito alta
entre X_1 e $X_2 = -0,64 \times S_{CV} + M_{CV}$	$P(X_1 < CV \leq X_2) = 20\%$	alta
entre X_2 e $X_3 = 0,64 \times S_{CV} + M_{CV}$	$P(X_2 < CV \leq X_3) = 50\%$	média
entre X_3 e $X_4 = 1,67 \times S_{CV} + M_{CV}$	$P(X_3 < CV \leq X_4) = 20\%$	baixa
maior que $X_4 = 1,67 \times S_{CV} + M_{CV}$	$P(CV > X_4) = 5\%$	muito baixa

S_{CV} : variância dos valores dos coeficientes de variação;
 M_{CV} : média dos valores dos coeficientes de variação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram catalogados 2017 ensaios de competição de cultivares, sendo 549 com a cultura do milho, 104 com arroz, 480 com soja, 522 com trigo, 84 com feijão, 58 com cevada, 117 com aveia, 36 com triticales e 67 com sorgo.

As hipóteses de normalidade para as estatísticas coeficiente de variação (CV) e diferença mínima significativa (DMS) foram rejeitadas em nível de 5% de significância, para os ensaios de compe-

tição de cultivares de milho, arroz, soja, trigo, feijão, cevada, aveia e sorgo, quando os dados foram tomados globalmente (Tabelas 2 e 3). Apenas os dados de CV e DMS dos 36 ensaios de triticales aderiram à distribuição normal. Este fato pode ser explicado pelo pequeno número de pesquisadores responsáveis por estes ensaios e pela padronização do manejo empregado.

A divisão dos ensaios para cada cultura, segundo o manejo semelhante empregado, está apresentada nas Tabelas 2 e 3. Observa-se que, em

70% dos grupos, para CV, e 65% dos grupos, para DMS, os valores aderiram à distribuição normal. Isto mostra que em grupos com manejos semelhantes e com uma certa padronização, há uma normalidade na distribuição das estatísticas CV e DMS. Nos casos em que os dados não aderiram à distribuição normal parece haver um distribuição multimodal, indicando a presença de fatores que interferem na distribuição dos valores. Estes fatores podem ser outros tipos de manejos empregados, como o ciclo da cultura e a época da semeadura, entre outros. Mesmo os grupos em maior número tendem a não aderir à distribuição normal, porque devem ter outros fatores interferindo na distribuição dos valores observados o que também concorda com afirmações de CONAGIN (1985). No geral, há uma boa correlação, quanto à aderência à distribuição normal, entre o CV e o DMS.

Os limites críticos de CV e DMS, segundo os critérios da Tabela 1, estão apresentados nas Tabelas 2 e 3. São apresentadas as classes: muito baixo, médio e muito alto. Os limites das classes baixo e alto podem ser obtidos por diferença entre as classes anterior e posterior, respectivamente. Observa-se que existem diferenças nos valores, entre os manejos de uma mesma cultura e entre culturas. Estas diferenças não podem ser ignoradas, quando se realiza um controle de qualidade. Para a cultura do sorgo, o limite de classe muito baixo, na estatística DMS, apresentou-se como menor ou igual a zero, mostrando que, nesta situação (67 experimentos), não haverá condições de uma classificação dos DMS como muito baixo, pois esta estatística apresenta-se sempre como positiva.

TABELA 2 – Limites de classe das estatísticas coeficiente de variação (CV) e diferença mínima significativa (DMS) para N experimentos de competição de cultivares de milho, arroz e soja, em diferentes manejos. Santa Maria, RS, 1998

Manejo ¹	N	Limites de CV			Limites de DMS		
		Muito baixo	Médio	Muito alto	Muito baixo	Médio	Muito alto
-----Milho-----							
M ₁	86	≤ 3,0	8,5 - 16,0	> 21,5	≤ 4,0	21,0 - 44,5	> 61,5
M ₂	46	≤ 6,5	10,0 - 14,5	> 18,0	≤ 19,0*	28,0 - 40,5	> 49,5
M ₃	281	≤ 3,5	9,5 - 18,0	> 24,5	≤ 9,0	26,0 - 50,0	> 66,5
M ₄	62	≤ 4,5*	10,0 - 17,5	> 23,0	≤ 13,0	28,0 - 49,0	> 63,5
M ₅	56	≤ 6,5*	11,0 - 17,0	> 21,5	≤ 16,5*	23,0 - 52,5	> 59,0
NE	5	≤ 0,0*	3,0 - 14,5	> 23,0	≤ 0,0*	7,0 - 36,0	> 56,5
Global	549	≤ 4,0	9,5 - 17,5	> 23,0	≤ 9,0	25,5 - 48,5	> 65,0
-----Arroz-----							
M ₂	23	≤ 7,0*	11,0 - 17,0	> 21,5	≤ 20,0*	30,5 - 44,5	> 55,0
M ₁₄	22	≤ 6,5*	9,5 - 13,5	> 16,5	≤ 16,0*	23,5 - 34,0	> 42,0
M ₁	26	≤ 6,5*	10,0 - 14,5	> 18,0	≤ 20,0*	28,5 - 40,0	> 48,5
M ₁₅	5	≤ 5,5*	7,5 - 10,0	> 12,0	≤ 14,5*	20,0 - 27,0	> 32,0
NE	21	≤ 6,0*	10,0 - 15,5	> 19,0	≤ 15,0	26,0 - 40,5	> 51,5
Global	104	≤ 6,0	10,0 - 15,5	> 19,0	≤ 15,5	26,0 - 40,5	> 51,0
-----Soja-----							
M ₁	24	≤ 8,0*	13,0-19,0	>24,0	≤20,5*	33,5-51,0	>64,0
M ₂	17	≤ 7,5*	10,0-13,0	>15,0	≤12,5*	26,5-46,0	>60,0
M ₆	141	≤ 5,0	9,0-14,5	>18,0	≤ 0,5	20,0-46,5	>66,0
M ₇	7	≤ 6,0*	10,0-16,5	>21,0	≤10,0*	22,5-41,0	>53,5
M ₈	34	≤ 5,0*	8,0-12,5	>16,0	≤ 8,0*	19,0-34,0	>45,0
M ₉	17	≤ 5,0*	7,5-10,5	>13,0	≤ 4,0	17,0-35,0	>48,0
M ₁₀	6	≤ 6,0*	7,5-9,5	>11,0	≤15,0*	21,0-28,5	>34,0
NE	228	≤ 5,0	9,0-15,0	>19,5	≤ 9,5	23,5-43,0	>56,5
Global	480	≤ 5,0	9,0-15,0	>19,0	≤ 6,5	22,0-43,5	>59,0

¹ Manejo: NE= não especificado na publicação; M₁=Adubação no plantio e em cobertura; M₂=Adubação no plantio, em cobertura e controle de plantas daninhas; M₃=Adubação no plantio, em cobertura e desbaste; M₄=Adubação no plantio, em cobertura, desbaste, aplicação de inseticida e controle de plantas daninhas; M₅=Adubação no plantio, em cobertura, desbaste e controle de plantas daninhas; M₆=Adubação no plantio, aplicação de inseticida e controle de plantas daninhas; M₇=Adubação no plantio; M₈=Adubação no plantio e controle de plantas daninhas; M₉=Adubação no plantio, em cobertura, aplicação de inseticida e controle de plantas daninhas; M₁₀=Adubação no plantio e tratamento de sementes; M₁₄=Adubação em cobertura; M₁₅=Adubação no plantio, em cobertura e pré-germinação.

* hipótese de normalidade não rejeitada a nível de 5% de probabilidade.

TABELA 3 – Limites de classe das estatísticas coeficiente de variação (CV) e diferença mínima significativa (DMS) para N experimentos de competição de cultivares de trigo, feijão, cevada, aveia, sorgo e triticale, em diferentes manejos. Santa Maria, RS, 1998

Manejo ¹	N	Limites de CV			Limites de DMS		
		Muito baixo	Médio	Muito alto	Muito baixo	Médio	Muito alto
Trigo							
M ₉	59	≤5,5	11,5-19,0	>25,0	≤ 14,5	30,0-52,0	>67,5
M ₁₁	5	≤3,0*	8,5-16,0	>21,0	≤ 7,5*	19,5-36,5	>49,0
M ₁₂	6	≤11,5*	14,0-18,0	>20,5	≤ 28,0*	35,0-44,5	>51,0
M ₁₃	16	≤6,0	8,5-12,0	>14,5	≤ 16,0*	22,5-32,0	>39,0
M ₁	36	≤8,0*	12,5-19,0	>23,5	≤ 7,5	30,5-63,0	>86,0
NE	392	≤5,5	10,0-15,5	>20,0	≤ 14,5	26,0-41,5	>52,5
Global	522	≤ 5,5	10,0-16,0	>21,0	≤ 12,5	26,0-44,0	>58,0
Feijão							
M ₇	6	≤13,0*	22,5-36,0	>45,5	≤ 27,0*	63,0-113,0	>149,0
M ₁	32	≤6,5	15,5-28,0	>36,5	≤ 14,0	43,0-83,0	>111,5
NE	36	≤6,0*	14,0-24,5	>33,5	≤ 18,5*	41,5-73,5	>97,0
Global	84	≤7,0	15,5-27,0	>35,5	≤ 15,0	42,5-80,0	>107,5
Cevada							
M ₁	6	≤ 2,0*	6 - 12	> 16,5	≤ 5*	16,0-31,0	>42,0
NE	49	≤ 4,0	8 - 13	> 17	≤ 10,5	20,0-33,0	>42,0
Global	58	≤ 4,0	7,5 - 13	> 16,5	≤ 10	19,0-32,0	>41,5
Aveia							
M ₂	20	≤9,5*	12,5-16,5	>19,5	≤5,9*	34,5-49,0	> 59,0
M ₁₀	6	≤1,5*	13,0-29,0	>40,5	≤2,5*	38,0-87,5	>123,0
M ₁	56	≤10,0*	13,5-19,0	>23,0	≤26,5*	37,5-53,0	>64,0
NE	31	≤10,0*	14,5-21,0	>25,5	≤29,0*	40,5-56,5	>68,0
Global	117	≤9,0	13,5-20,0	>24,5	≤23,5	37,0-56,5	>70,0
Sorgo							
Global	67	≤4,5	10,0-18,0	>24,0	≤0,0	26,5-70,5	>103,0
Triticale							
Global	36	≤ 4,0*	9,5-17,0	>23,0	≤10,5	25,0-45,0	>59,5

¹ Manejo: NE= não especificado na publicação; M₁=Adubação no plantio e em cobertura; M₂=Adubação no plantio, em cobertura e controle de plantas daninhas; M₇=Adubação no plantio; M₉=Adubação no plantio, em cobertura, aplicação de inseticida e controle de plantas daninhas; M₁₀=Adubação no plantio e tratamento de sementes; M₁₁=Adubação no plantio, em cobertura e aplicação de inseticida; M₁₂=Aplicação de inseticida e controle de plantas daninhas; M₁₃=Adubação no plantio, em cobertura, aplicação de inseticida, controle de plantas daninhas e tratamento de sementes.

*hipótese de normalidade não rejeitada a nível de 5% de probabilidade.

A classe de CV e/ou DMS muito alto é a mais importante da tabela, porque dela dependerá o controle da qualidade, se pensarmos em descartar 5% dos ensaios menos precisos. Estes valores, mesmo para os grupos em que os valores não aderiram à distribuição normal, são próximos ao percentual de 95%, ou seja, o valor que delimita 5% dos valores mais altos do conjunto de valores ordenados. Desta forma, os limites obtidos podem ser confiáveis, mesmo quando não aderem à distribuição normal.

Já foi demonstrado, para as culturas do milho, trigo, soja e arroz (LÚCIO e STORCK, 1998), que existe uma relação aproximada de DMS = 2,7 x CV. Como o CV é uma estatística mais popular entre os pesquisadores, a DMS é facilmente obti-

da e entendida. Além disso, DMS superior a 100% implica em que a média não difere da produção nula, isto reflete, seguramente, uma grande falta de qualidade do ensaio e justifica a eliminação do mesmo.

A diferença de qualidade dos ensaios entre as culturas fica evidente e é uma característica intrínseca da cultura e do manejo nela empregado. No entanto, as diferenças entre os manejos podem ser solucionadas mediante uma padronização do manejo nos ensaios de competição de cultivares. Este fato resultará em maior confiabilidade e facilidade no controle de qualidade. Por outro lado, o controle de qualidade trará maior confiabilidade aos resultados apresentados pelas pesquisas.

CONCLUSÕES

A diversidade dos manejos empregados nos ensaios de competição de cultivares prejudica o controle de qualidade dos ensaios. Este deve ser realizado por cultura e por manejo empregado. Os limites de coeficiente de variação e/ou da diferença mínima significativa, considerados muito altos, são elevados e não se perde informação importante ao descartar estes ensaios.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- AMARAL, A.M. do; MUNIZ, J.A.; SOUZA, M. de. Avaliação do coeficiente de variação como medida da precisão na experimentação com citrus. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.12, p.1221-1225, 1997.
- CAMPOS, H. **Estatística experimental não-paramétrica**. 4.ed. Piracicaba: Departamento de Matemática e Estatística/ESALQ, 1983. 349p.
- CONAGIN, A. Teste de significância coletiva. In: SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA À EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA, 1., Piracicaba, 1985. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1985. p.298-310.
- ESTEFANEL, V.; PIGNATARO, I.A.B.; STORCK, L. Avaliação do coeficiente de variação de experimentos com algumas culturas agrícolas. In: SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA À EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA, 2., Londrina, 1987. **Anais...** Londrina: DME/CCE/Universidade Estadual de Londrina, 1987. p.115-131.
- GARCIA, C.H. **Tabelas para classificação do coeficiente de variação**. Piracicaba: IPEF, 1989. (Circular Técnica, 171)
- GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. 13.ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 468p.
- LOPES, S. J. **Avaliação do efeito de diferentes formas de adubação sobre a precisão de ensaios de milho**. Santa Maria, 1993. 72p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Santa Maria.
- LÚCIO, A. D. **Parâmetros da precisão experimental das principais culturas anuais do Estado do Rio Grande do Sul**. Santa Maria, 1997. 65p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Santa Maria.
- LÚCIO, A.D.; STORCK, L. Relação entre diferença mínima significativa e coeficiente de variação nos ensaios de competição de cultivares. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.28, n.2, p.225-228, 1998.
- RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Agricultura e Abastecimento; Centro Nacional do Pesquisa do Trigo. **Macrozoneamento agroecológico do estado do Rio Grande do Sul**. v.1. Porto Alegre, 1994. 307p.
- SCAPIM, C.A.; CARVALHO, C.G.P. de; CRUZ, C.D. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.5, p.683-686, 1995.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics**. Nova York: McGraw Hill, 1960. 481p.

ALTERAÇÕES FÍSICAS E HÍDRICAS DE UM PODZÓLICO EM FUNÇÃO DE SISTEMAS DE PREPARO¹

CARLOS ANDRÉS LEGUIZAMÓN ROJAS², QUIRIJN DE JONG VAN LIER³

RESUMO – Sistemas de preparo do solo diferem quanto à mobilização e grau de cobertura, causando alterações diferenciadas nos atributos físicos do solo, podendo afetar o rendimento das culturas e a qualidade ambiental. Com o objetivo de avaliar alguns destes atributos e a dinâmica de água no ciclo de uma cultura de inverno, no Rio Grande do Sul, conduziu-se um experimento em sistema de preparo convencional e em semeadura direta sobre solo Podzólico Vermelho-amarelo, com três anos de implantação. Nestes tratamentos, situados na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, sob rotação aveia+ervilhaca/milho, foram retiradas amostras indeformadas, até 0,70 m de profundidade, para a determinação da densidade, curva de retenção de água, distribuição do tamanho de poros e condutividade hidráulica do solo. Foi monitorada a dinâmica da água no ciclo da aveia+ervilhaca, utilizando-se o método gravimétrico a 0,05 m e tensiômetros de 0,10 a 0,70 m, sendo a drenagem interna determinada a 0,60 m. Verificou-se que as diferenças mais significativas nos atributos físicos do solo encontram-se a 0,20 m de profundidade. Nesta profundidade, o preparo convencional resultou em menor macroporosidade, maior microporosidade e maior retenção de água, que foi coincidente com a menor condutividade hidráulica saturada e não saturada, quando comparado com o sistema de semeadura direta. Esta diferenciação nos atributos físicos possibilitou maior umidade, sob preparo convencional, no ciclo da cultura de aveia+ervilhaca, nas profundidades 0,10, 0,20 e 0,30 m, e maior drenagem a 0,60 m, sob semeadura direta. Conclui-se que os três anos de implantação dos sistemas de preparo alteraram, diferenciadamente, os atributos físicos do solo, possibilitando aumentos na retenção de água, sob preparo convencional a 0,20 m, e na drenagem sob semeadura direta a 0,60 m.

Palavras-chave: semeadura direta; manejo convencional, umidade do solo, drenagem.

PHYSICAL AND WATER CONTENT CHANGES IN A RED-YELLOW PODZOLIC SOIL INDUCED BY TILLAGE

ABSTRACT – Soil management systems differ in relation to topsoil mobilization and surface cover, resulting in differences in soil physical attributes that can affect yield and environmental quality. Aiming the evaluation of some of these parameters and soil water dynamics in a winter crop, in southern Brazil, an experiment was conducted at the Estação Experimental Agronômica of Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS-Brazil, on a Red-yellow Podzolic soil under conventional tillage and no-tillage, for three years, both in a maize-oat/vetch rotation. Undisturbed soil samples were used to obtain bulk density, pore size distribution, soil water retention curve and hydraulic conductivity from the surface up to 0.70 m depth, determining the internal drainage at 0.60 m. Soil water dynamics, during the oat/vetch, cycle was monitored using tensiometers. Higher differences were observed at the depth of 0.20 m, where conventional tillage resulted in lower macroporosity and higher microporosity, higher soil water retention, and a lower saturated and unsaturated hydraulic conductivity. These differences led to a higher soil moisture content at 0.10, 0.20 and 0.30 m in conventional tillage, and a faster drainage at 0.60 m for the no-tillage treatment. Therefore, it is concluded that significant physical changes have occurred in the soil after three years of implantation of the tillage systems, with higher water retention, under conventional tillage at 0.20 m, and drainage, under no-tillage.

Key Words: no-tillage; conventional tillage, soil water content, drainage.

INTRODUÇÃO

Diferentes sistemas de preparo causam alterações diferenciadas nos atributos físicos do solo, por afetar o grau de cobertura e mobilização do mesmo, podendo influir, por exemplo, na sua dinâmica da água. Assim, maior retenção de água no solo, quando submetido à semeadura direta e comparado com o preparo convencional, tem sido verificada a campo, por vários autores, principalmente no processo de secagem e nas camadas mais superficiais do solo (BLEVINS et al., 1971; SIDIRAS et al., 1983; SALTON e MIELNICZUK, 1995). Tal fato também tem sido observado atra-

vés da determinação da curva de retenção de água no solo (GANTZER e BLAKE, 1978; HILL et al., 1985; BARCELOS, 1997; AZOOZ et al., 1996). Como causas da maior umidade, sob semeadura direta, são citadas: menor evaporação devido à cobertura do solo (BLEVINS et al., 1971; GANTZER e BLAKE, 1978), maior taxa de infiltração e, conseqüentemente, menor escoamento superficial (HILL, 1990) e maior capacidade de armazenamento (BLEVINS et al., 1971; HILL et al., 1985; AZOOZ et al., 1996).

A drenagem interna é um reflexo das características intrínsecas do perfil de solo, porém é influenciada pelo sistema de preparo utilizado, que

1. Parte da dissertação apresentada pelo primeiro autor para a obtenção do grau de Mestre em Ciência do Solo, UFRGS, Porto Alegre, RS.

2. Aluno - Curso de Mestrado em Ciência do Solo, Dep. de Solos, Faculdade de Agronomia, UFRGS, Caixa Postal 776, 91501-970 Porto Alegre, RS.

3. Eng. Agr., Dr. - Professor do Departamento de Ciências Exatas, ESALQ-USP, Caixa Postal 9, Piracicaba, SP. Bolsista do CNPq.

Recebido para publicação em 16/12/1998.

pode afetar a infiltração acumulada, a capacidade de armazenamento e a condutividade hidráulica. Pela presença de uma camada compactada abaixo da camada arada, no preparo convencional (SILVA et al., 1986), e de maior porosidade contínua, em semeadura direta (HEARD et al., 1988; LOGSDON et al., 1990; CARTER, 1992), espera-se perda maior de água por drenagem sob semeadura direta, apesar de sua maior capacidade de retenção.

As alterações nos atributos físicos, em sistemas menos mobilizadores do solo, são graduais, sendo reportado por VOORHEES e LINDSTROM (1984) que três a quatro anos, sob semeadura direta, são requeridos para desenvolver uma porosidade mais favorável ao desenvolvimento de raízes na camada 0-0,15 m. Com preparos intensivos, os efeitos nos atributos físicos são imediatos, porém efêmeros no tempo (ADEOYE, 1982).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar as diferenças causadas na dinâmica da água no solo, num ciclo das culturas aveia+ervilhaca por três anos de manejo agrícola com preparo convencional e semeadura direta.

MATERIAL E MÉTODOS

Realizou-se um experimento a campo na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, localizada no município de Eldorado do Sul (RS), a 70 km de Porto Alegre. O solo é um Podzólico Vermelho-amarelo, com teor de argila em torno de 0,20 kg/kg na camada superficial (0-0,3 m) e de, aproximadamente, 0,30 kg/kg na camada subsuperficial (> 0,3 m). A área permaneceu sob vegetação natural por três anos, sendo, no inverno de 1994, dividida em duas parcelas de 22 x 60 m, uma para cada tratamento: o sistema com preparo convencional e o com semeadura direta, ambos com a mesma rotação aveia+ervilhaca/milho. O preparo convencional consistiu de uma lavragem com arado de discos, operando a uma profundidade de 0,15 a 0,20 m e uma gradagem com grade niveladora de discos. No sistema de semeadura direta utilizou-se rolo-faca para acamar os restos de culturas, sendo, em ambos casos, utilizada uma semeadeira-adubadeira de quatro linhas com sistema sulcador de disco combinado com guilhotina.

Após a safra do milho do período 1996/97, foram abertas duas trincheiras em cada tratamento, sendo coletadas amostras indeformadas de solo (cilindros de 0,03 m de altura e de 0,054 m de diâmetro) nas profundidades 0,05 - 0,10 - 0,20 - 0,30 - 0,50 e 0,70 m, com três repetições por profundidade, em cada perfil. Nestas amostras foram determinadas a densidade do solo, pelo método do anel

(BLAKE e HARTGE, 1986), a porosidade total (DANIELSON e SUTHERLAND, 1986) e a curva de retenção de água do solo, segundo CAUDURO e DORFMANN (1988), utilizando funil de placa porosa para as tensões menores que 2 mH₂O e câmara de pressão com placa porosa para as tensões maiores que esse valor, determinando-se um total de nove pontos. Para possibilitar a transformação da umidade volumétrica [θ (m³/m³)] em potencial mátrico [ψ_m (mH₂O)], e vice-versa, ajustaram-se os resultados da curva de retenção à equação de VAN GENUCHTEN (1980):

$$\theta = \theta_r + \frac{\theta_s - \theta_r}{\left[1 + |\alpha\psi_m|^n\right]^m} \quad (1)$$

onde θ_r (m³/m³) é a umidade residual, θ_s (m³/m³) é a umidade de saturação, α (1/mH₂O), m e n são parâmetros empíricos.

A partir da curva de retenção de água, foi obtida a macroporosidade (diferença entre a porosidade total e a umidade volumétrica do solo na tensão de 0,60 mH₂O), a mesoporosidade (diferença entre a umidade volumétrica do solo na tensão de 0,60 mH₂O e -150 mH₂O) e a microporosidade (umidade volumétrica na tensão de 150 mH₂O).

Outra amostragem, seguindo a metodologia anteriormente citada, foi feita 30 dias após a semeadura do milho, na safra 1997/98, para a determinação da condutividade hidráulica saturada do solo, utilizando-se permeâmetro de carga constante (0,048 m), segundo procedimento proposto por KLUTE e DIRKSEN (1986). A condutividade hidráulica de solo não saturado foi determinada a partir da condutividade hidráulica saturada e a curva de retenção de água no solo, segundo procedimento apresentado por VAN GENUCHTEN

$$K(\theta) = K_o \omega^l \left[1 - (1 - \omega^{1/m})^m\right]^2$$

(1980), através da seguinte expressão:

onde $K(\theta)$ (m/dia) é a condutividade hidráulica do solo em função da umidade; K_o (m/dia) é a condutividade hidráulica saturada; l é um parâmetro empírico [$l = 0,5$, de acordo com MUALEM (1976)]; m é o parâmetro de ajuste da curva de retenção (equação 1); θ (m³/m³) é a umidade do solo; θ_r , θ_s (m³/m³) são as umidades volumétricas residual e de saturação, respectivamente. O parâmetro adimensional ω representa a umidade relativa e é calculado através da equação:

$$\omega = \frac{\theta - \theta_r}{\theta_s - \theta_r}$$

Para o acompanhamento da umidade, ao longo do ciclo da cultura, instalaram-se dois conjuntos de tensiômetros com manômetro de mercúrio em cada tratamento, nas profundidades de 0,10 - 0,20 - 0,30 - 0,50 e 0,70 m, sendo realizadas leituras pelo menos três vezes por semana. A partir do potencial mátrico obtido dos tensiômetros e os dados da curva de retenção de água, foi estimada a umidade no ciclo da cultura de aveia+ervilhaca. A 0,05 m de profundidade a umidade foi obtida pelo método gravimétrico, por meio de tradagens.

A drenagem interna no ciclo da cultura de aveia+ervilhaca foi obtida a partir da equação de Darcy-Buckingham, considerando-se apenas o fluxo vertical:

$$q = -K \frac{d\psi}{dz}$$

onde q (m/dia) é a densidade de fluxo; K (m/dia) é condutividade hidráulica do solo; $\frac{d\psi}{dz}$ mH₂O/m é o gradiente de potencial total da água do solo na direção vertical.

Para verificar o nível de significância de diferença entre médias das medições feitas utilizou-se o teste t nos níveis de significância de 0,05, 0,10 e 0,20.

No contexto de outro estudo na mesma área, coletaram-se, nas mesmas trincheiras, amostras deformadas para a análise granulométrica do solo. Verificaram-se diferenças significativas entre elas, que devem ser levadas em consideração na discussão do presente estudo. Os principais resultados dessa análise estão na Tabela 1.

TABELA 1 – Dados granulométricos do solo sob semeadura direta (SD) e preparo convencional (PC)

Profundidade m	Areia		Silte		Argila	
	SD	PC	SD	PC	SD	PC
	---- kg/kg ----		---- kg/kg ----		---- kg/kg ----	
0,05	0,588	0,498	0,253	0,301	0,159	0,201
0,10	0,600	0,498	0,241	0,302	0,159	0,200
0,20	0,582	0,493	0,233	0,299	0,185	0,208
0,30	0,561	0,484	0,239	0,240	0,200	0,276

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Densidade do solo, distribuição do diâmetro de poros e retenção da água

Na determinação da densidade do solo verificou-se menor valor deste parâmetro sob preparo convencional, a 0,05 m de profundidade

($P < 0,05$) e a 0,10 m ($P < 0,20$) (Tabela 2), e maior valor ($P < 0,20$) abaixo da camada preparada, quando comparado com o sistema de semeadura direta. Existe, portanto, evidência da formação de um gradiente na densidade do solo sob preparo convencional, permanecendo mais uniforme sob semeadura direta, na camada 0-0,30 m.

TABELA 2 – Densidade do solo e porosidade total sob semeadura direta (SD) e preparo convencional (PC)

Profund. m	Densidade do solo		Sig. ¹	Porosidade total		Sig. ¹
	SD	PC		SD	PC	
	---- kg/m ³ ----			---- m ³ /m ³ ----		
0,05	1547	1464	***	0,405	0,431	*
0,10	1568	1451	*	0,398	0,442	
0,20	1569	1652	*	0,391	0,358	
0,30	1533	1561	*	0,406	0,395	

¹ Diferença significativa pelo teste t: $P < 0,05$ (***), $P < 0,20$ (*).

A porosidade total foi superior no preparo convencional, apenas na profundidade de 0,05 m ($P < 0,20$). Macro, micro e mesoporosidade foram determinadas através das curvas de retenção, cujos parâmetros de ajuste encontram-se na Tabela 3. A macroporosidade foi superior sob semeadura direta ($P < 0,05$) a 0,20 e 0,30 m de profundidade

(Tabela 4). Esse comportamento também foi observado por outros autores (NEGI et al., 1981; DERPSCHE et al., 1986; BARBER et al., 1996). Para a mesoporosidade encontrou-se maior valor sob semeadura direta, nas profundidades de 0,05 m ($P < 0,05$) e de 0,30 m ($P < 0,10$). Isto indica uma tendência de maior retenção de água disponível

para as plantas sob semeadura direta na camada 0-0,30 m, corroborando resultados de HILL et al. (1985), DERPSCHE et al. (1986) e ZHAI et al. (1990). O volume de microporos foi superior sob preparo convencional ($P < 0,05$), na camada 0-0,30 m, representando 39 e 54% da porosidade total para as camadas 0-0,10 m e 0,20-0,30 m, respectivamente (Tabela 4). A

maior microporosidade sob preparo convencional, em comparação com a semeadura direta, pode dever-se, na camada preparada, à desestruturação do solo pela mobilização e ao teor de argila de 0,04 kg/kg mais alto para esta camada; abaixo da camada preparada, ao efeito do teor de argila, 0,07 kg/kg mais alto sob este tratamento nesta camada.

TABELA 3 – Parâmetros da equação (1) e condutividade hidráulica saturada (K_0) para o tratamento com preparo convencional (PC) e com semeadura direta (SD), em 4 profundidades

Profundidade	0,05 m		0,10 m		0,20 m		0,30 m	
	PC	SD	PC	SD	PC	SD	PC	SD
α ($1/m_{H_2O}$)	9,46	9,93	37,62	12,05	3,57	15,12	9,91	21,03
m	0,3382	0,2876	0,2043	0,2928	0,3257	0,2522	0,2866	0,2306
n	1,5111	1,4038	1,2568	1,4140	1,4831	1,3373	1,4018	1,2997
θ_r (m^3/m^3)	0,161	0,125	0,133	0,125	0,193	0,124	0,197	0,130
θ_s (m^3/m^3)	0,432	0,404	0,441	0,394	0,383	0,390	0,391	0,404
K_0 (m/dia)	1,899	0,569	0,395	1,839	0,031	0,985	1,023	0,460

TABELA 4 – Macroporosidade, mesoporosidade e microporosidade sob semeadura direta (SD) e preparo convencional (PC)

Prof.	Macroporosidade			Mesoporosidade			Microporosidade		
	SD	PC	Sig ¹	SD	PC	Sig ¹	SD	PC	Sig ¹
m	--- m^3/m^3 ---			--- m^3/m^3 ---			--- m^3/m^3 ---		
0,05	0,158	0,162		0,118	0,103	***	0,128	0,166	***
0,10	0,164	0,171		0,105	0,101		0,129	0,170	***
0,20	0,147	0,050	***	0,108	0,108		0,137	0,200	***
0,30	0,149	0,103	***	0,103	0,083	**	0,154	0,210	***

¹ Diferença significativa pelo teste t: $P < 0,05$ (***), $P < 0,10$ (**).

Condutividade hidráulica

Encontrou-se tendência de maior condutividade hidráulica sob semeadura direta, nas profundidades de 0,10 e 0,20 m, em toda a faixa de umidade avaliada (Figura 1), quando comparada com o preparo convencional. Isto está relacionado com a maior condutividade hidráulica saturada, a 0,20 m ($P < 0,05$) e a 0,10 m ($P < 0,20$), a uma continuidade maior da macroporosidade sob semeadura direta e à maior microporosidade sob preparo convencional. A 0,20 m encontrou-se o valor de condutividade hidráulica saturada de 0,985 m/dia para a semeadura direta, mais de 30 vezes superior aos 0,031 m/dia encontrados para o preparo convencional.

Nas profundidades de 0,05 e 0,30 m verificou-se maior condutividade hidráulica sob o preparo convencional na faixa mais úmida até, aproximadamente, 0,25 m^3/m^3 de umidade, correspondendo com a maior condutividade hidráulica saturada ($P < 0,10$) sob este sistema de preparo. Porém, observa-se que, em menor umidade, a condutividade

hidráulica é superior sob semeadura direta. Isto pode dever-se ao fato de a água encontrar-se já retida nos microporos, no preparo convencional, existindo maior força de atração entre as moléculas de água e sólidos, reduzindo a facilidade de transmissão de água no solo.

Umidade do solo

A 0,05 m de profundidade o teor de água, ao longo do ciclo da cultura, foi ligeiramente superior sob semeadura direta em relação ao preparo convencional (Figura 2). Este resultado deve-se à maior cobertura do solo em semeadura direta, que diminui a evaporação, considerando que as maiores diferenças de umidade ocorreram, quando o solo estava em processo de secagem (BOND e WILLIS, 1969; BRAGAGNOLO e MIELNICZUK, 1990; FORTIN, 1993; SAUER et al., 1996). Diferenciação mais clara não aconteceu pela baixa demanda evaporativa no ciclo (de inverno) avaliado.

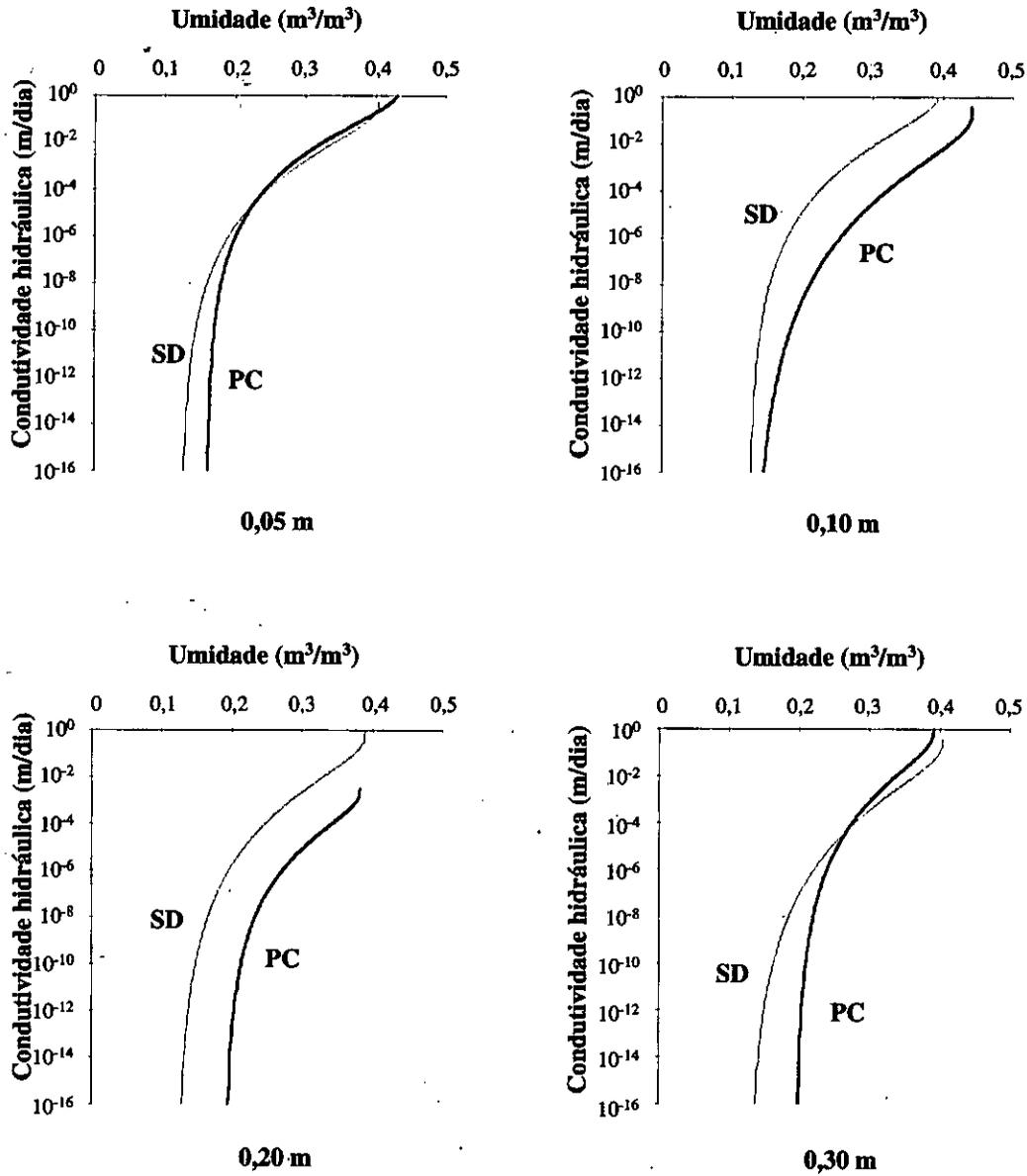


FIGURA 1 – Condutividade hidráulica do solo em função da umidade, para tratamentos sob semeadura direta (SD) e preparo convencional (PC), nas profundidades de 0,05, 0,10, 0,20 e 0,30 m

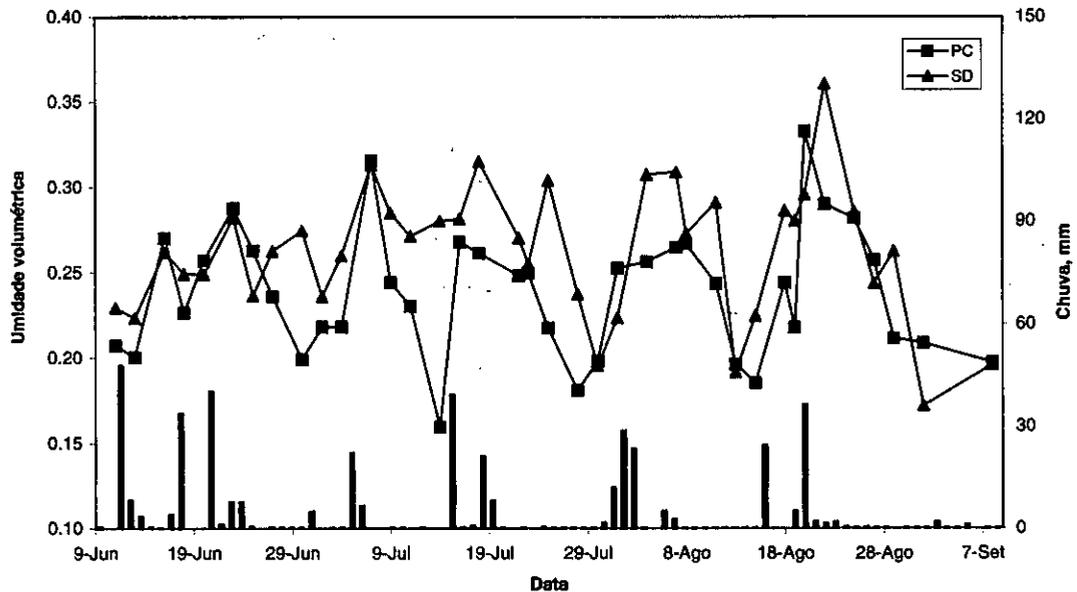


FIGURA 2 – Umidade volumétrica e chuva no ciclo de aveia+ervilhaca, sob semeadura direta (SD) e preparo convencional (PC), na profundidade de 0,05 m

Nas profundidades de 0,10, 0,20 e 0,30 m encontrou-se tendência de maior umidade do solo sob preparo convencional, no ciclo da aveia+ervilhaca, sendo mais clara a diferença a 0,20 m (Figuras 3 a 5). Analisando-se a curva de retenção de água (Figuras 6 a 9), verifica-se que esta também foi significativamente superior ($P < 0,05$) no preparo convencional, para os potenciais mátricos mais negativos que $-0,40$, $-0,20$ e $-1,00$ mH_2O , respectivamente para as profundidades 0,10, 0,20 e 0,30 m, coincidindo com os resultados a campo. Esta maior retenção de água, sob preparo convencional, dá-se, principalmente, pelo maior volume de microporos. FARIAS (1981) também encontrou maior retenção de água sob preparo convencional. Porém, maior retenção de água sob semeadura direta é a mais encontrada na literatura (BLEVINS et al., 1971; SIDIRAS et al., 1983; ZHAI et al., 1990; SALTON e MIELNICZUK, 1995).

A maior umidade, sob preparo convencional a campo, deve-se à baixa condutividade hidráulica, principalmente na profundidade de 0,20 m, o que causou acúmulo de água nas camadas superiores, considerando que as chuvas, durante a época avaliada, foram muito frequentes; também ao maior volume de microporos encontrado neste sistema de preparo. Durante o ciclo de aveia+ervilhaca a umidade manteve-se em torno da capacidade de campo, principalmente a 0,20 m, e longe do ponto de murcha permanente calculado em $0,137$ e $0,186$ m^3/m^3 , respectivamente, para semeadura direta e preparo convencional. Também pode ter influenciado a tendência de maior condutividade hidráulica não saturada sob semeadura direta, principalmente a 0,10 e 0,20 m de profundidade.

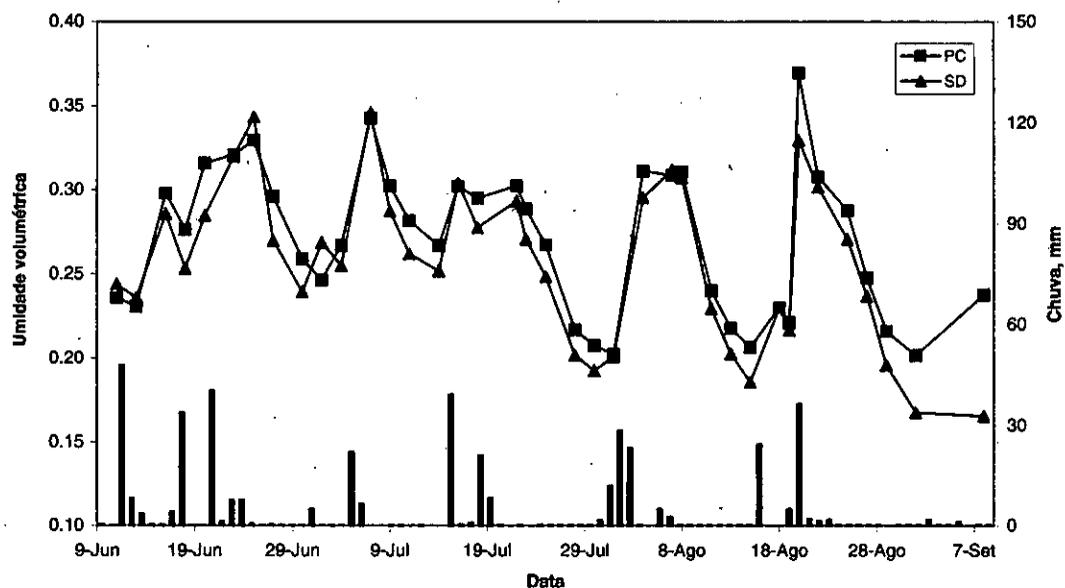


FIGURA 3 – Umidade volumétrica e chuva no ciclo de aveia+ervilhaca, sob semeadura direta (SD) e preparo convencional (PC), na profundidade de 0,10 m

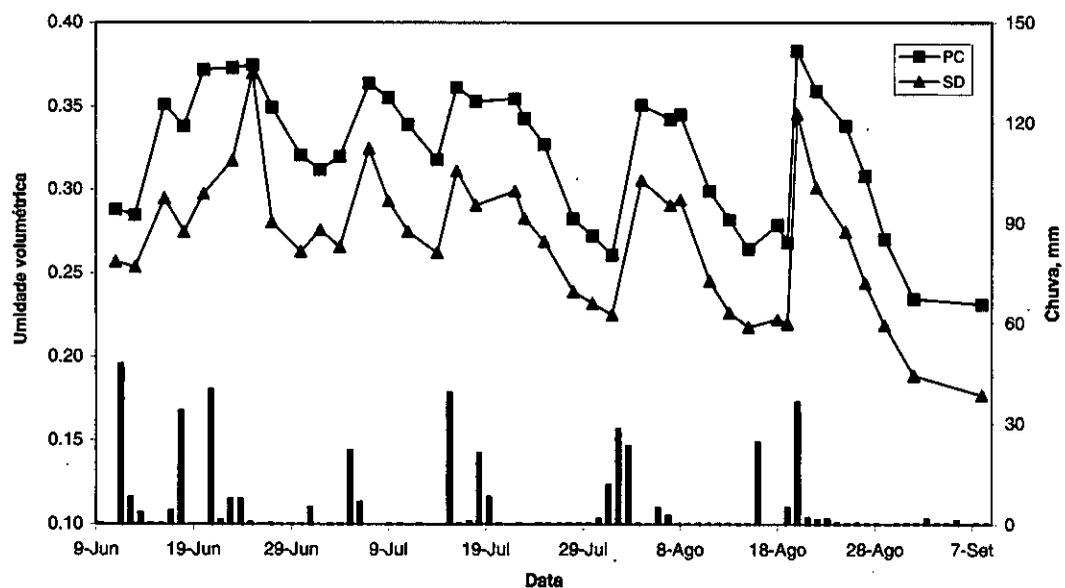


FIGURA 4 – Umidade volumétrica e chuva no ciclo de aveia+ervilhaca, sob semeadura direta (SD) e preparo convencional (PC), na profundidade de 0,20 m

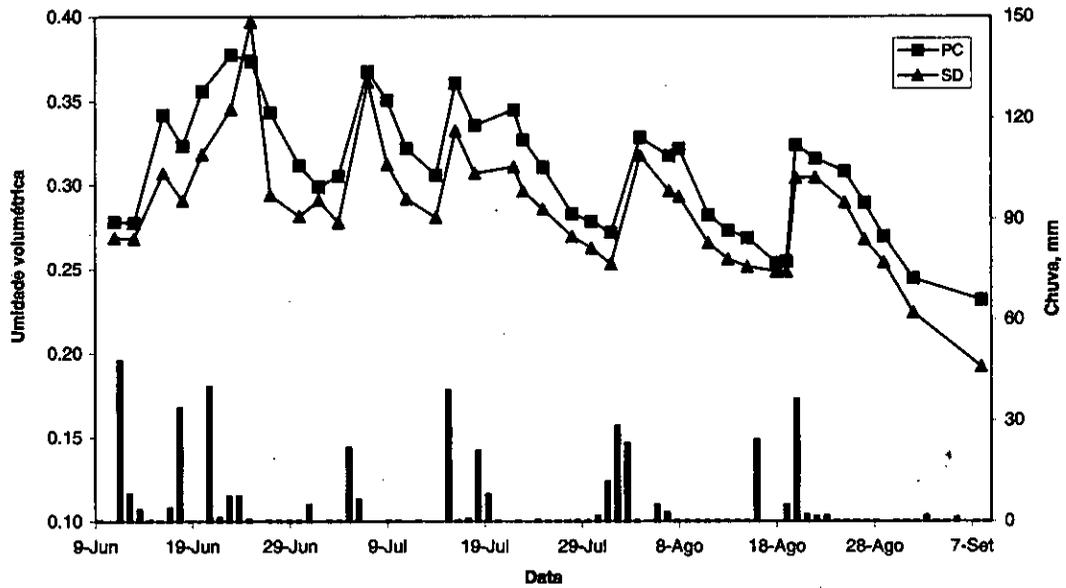
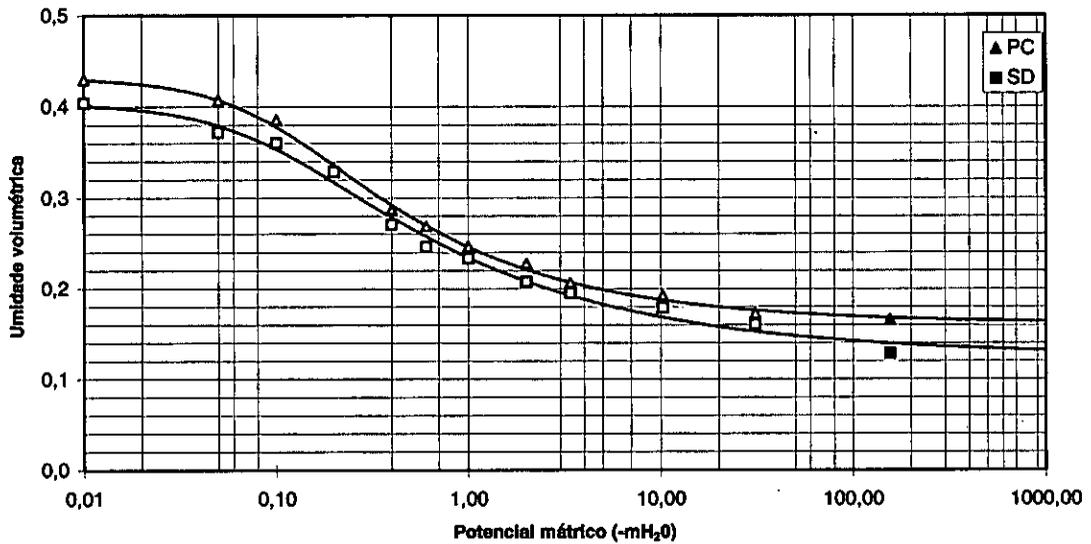


FIGURA 5 – Umidade volumétrica e chuva no ciclo de aveia+ervilhaca, sob semeadura direta (SD) e preparo convencional (PC), na profundidade de 0,30 m



Entre pontos cheios, no mesmo potencial mátrico, a diferença é significativa pelo teste t ($P < 0,05$)

FIGURA 6 – Curva de retenção de água no solo, em sistema de semeadura direta (SD) e preparo convencional (PC), na profundidade de 0,05 m

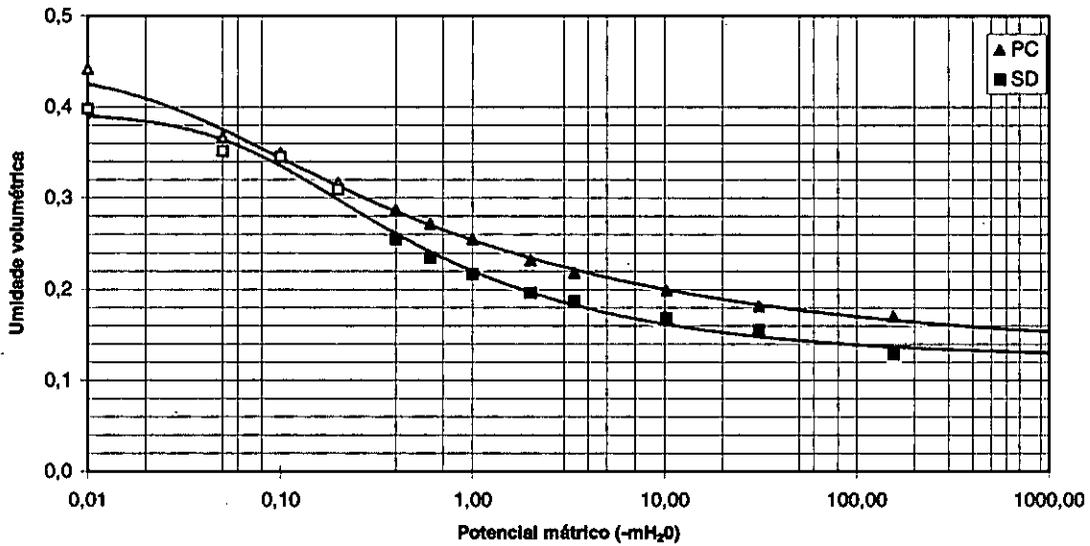
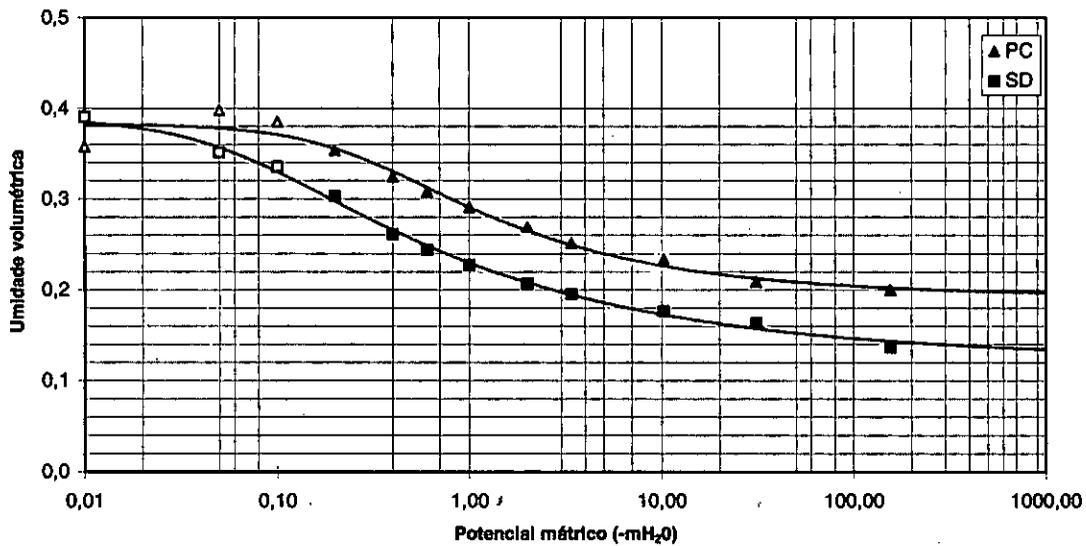
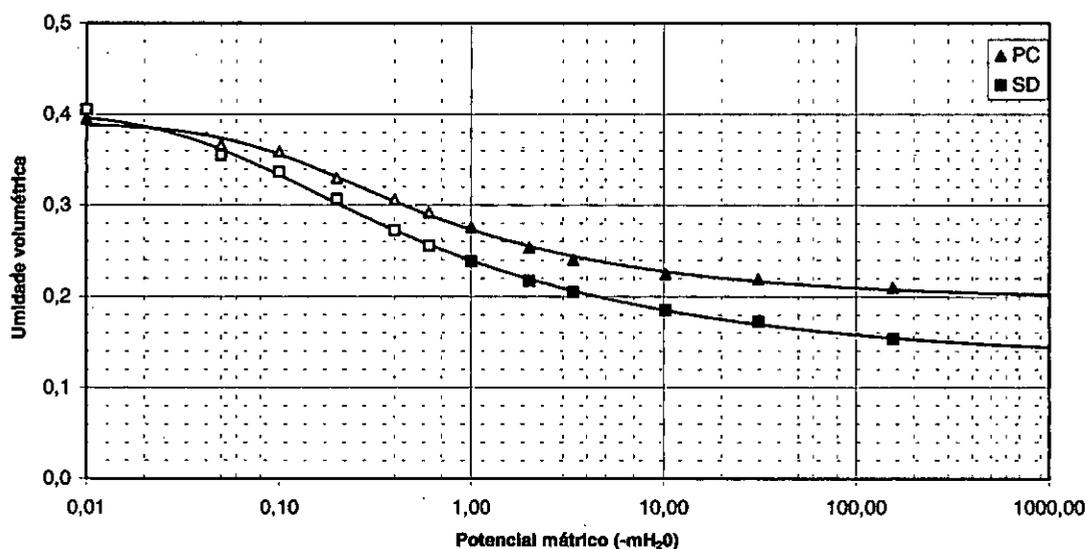


FIGURA 7 – Curva de retenção de água no solo, em sistema de semeadura direta (SD) e preparo convencional (PC), na profundidade de 0,10 m



Entre pontos cheios, no mesmo potencial mátrico, a diferença é significativa pelo teste t ($P < 0,05$)

FIGURA 8 – Curva de retenção de água no solo, em sistema de semeadura direta (SD) e preparo convencional (PC), na profundidade de 0,20 m



Entre pontos cheios, no mesmo potencial mátrico, a diferença é significativa pelo teste t ($P < 0,05$)

FIGURA 9 – Curva de retenção de água no solo, em sistema de semeadura direta (SD) e preparo convencional (PC), na profundidade de 0,30 m

Drenagem interna

A determinação da drenagem interna foi prejudicada no período 24-27/06 e 15-22/07 pelo alto teor de água, resultando em valores de condutividade hidráulica muito altos que, por sua vez, causaram fluxo de água grandes e mudanças rápidas de umidade, superando a frequência de observação de três vezes por semana, resultando em perda de informação. Desconsiderando este período, verificaram-se valores de drenagem interna de 157 e 206 mm a 0,60 m de profundidade, em perfis sob semeadura direta, e de 39,2 e 1,5 mm

em perfis sob preparo convencional no ciclo da cultura de aveia+ervilhaca (Tabela 5), constatando-se tendência de maior perda de água por drenagem sob semeadura direta. Este comportamento é coerente com as alterações nos atributos físico-hídricos encontrados sob os sistemas de preparo na camada de 0-0,30 m, sendo encontrada no preparo convencional menor macroporosidade e condutividade hidráulica, logo abaixo da camada preparada, e maior a microporosidade na camada 0-0,31 m, provocando diminuição da drenagem e aumento da armazenagem de água no solo, nas condições meteorológicas avaliadas.

TABELA 5 – Drenagem interna a 0,60 m, em dois perfis, sob semeadura direta e preparo convencional

Data	Semeadura direta		Preparo convencional	
	Perfil A	Perfil B	Perfil C	Perfil D
	----- mm -----			
11/06-23/06	33,69	116,22	21,76	0,63
28/06-14/07	98,23	37,74	10,30	0,43
23/07-07/08	9,79	33,12	6,23	0,30
08/08-22/08	13,11	14,39	0,92	0,10
23/08-08/09	2,22	4,53	0,03	0,03
Total parcial ¹	157	206	39,20	1,5

¹Valor de drenagem no ciclo da aveia+ervilhaca, excluindo os intervalos de leitura de 24-27/06 e 15-22/07.

CONCLUSÕES

Quando comparam-se os sistemas de semeadura direta e preparo convencional, com três anos de estabelecimento, encontram-se diferenças nos atributos físicos do solo, destacando-se, no preparo convencional: menor macroporosidade, logo abaixo da camada mobilizada; menor condutividade hidráulica saturada e não saturada a 0,20 m; maior microporosidade na camada 0-0,30 m; maior retenção de água nas profundidades 0,10, 0,20 e 0,30 m.

Estas alterações físicas produzem maior umidade no ciclo da cultura de inverno, principalmente a 0,20 m, sob o preparo convencional, e maior drenagem interna, sob semeadura direta, a 0,60 m de profundidade, nas condições meteorológicas encontradas.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- ADEOYE, K.B. Effect of tillage depth on physical properties of a tropical soil and on yield of maize, sorghum and cotton. *Soil and Tillage Research*, Amsterdam, v.2, p.225-231, 1982.
- AZOOZ, R.H.; ARSHAD, M.A.; FRANZLUEBBERS, A.J. Pore size distribution and hydraulic conductivity affected by tillage in Northwestern Canada. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v.60, p.1197-1201, 1996.
- BARBER, R.G.; ORELLAN, M.; NAVARRO, F.; DIAZ, O.; SORUCO, M.A. Effects of conservation and conventional tillage systems after land clearing on soil properties and crop yield in Santa Cruz, Bolivia. *Soil and Tillage Research*, Amsterdam, v.38, p.133-152, 1996.
- BARCELOS, A.A. *Infiltração de água em um latossolo, sob chuva de alta intensidade, em diferentes sistemas de manejo*. Porto Alegre: UFRGS, 1996. 111p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, UFRGS, 1997.
- BLAKE, G. R.; HARTGE, K. H. Bulk density In: KLUTE, A. (Ed.) *Methods of soil analysis: Part 1 - Physical and mineralogical methods*. Madison: SSSA, 1986. p.363-375. (Agronomy, Monogr. 9)
- BLEVINS, R.L.; COOK, D.; PHILLIPS, S.H.; PHILLIPS, R.E. Influence of no-tillage on soil moisture. *Agronomy Journal*, Madison, v.63, p.593-596, 1971.
- BOND, J.J.; WILLIS, W.O. Soil water evaporation: surface residue rate and placement effect. *Soil Science Society of America Proceedings*, Madison, v.33, p.445-448, 1969.
- BRAGAGNOLO, N.; MIELNICZUK, J. Cobertura do solo por resíduos de oito seqüências culturais e seu relacionamento com a temperatura e umidade do solo, germinação e crescimento inicial do milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.14, p.91-98, 1990.
- CARTER, M.R. Characterizing the soil physical condition in reduced tillage systems for winter wheat on a fine sandy loam using small cores. *Canadian Journal of Soil Science*, Ottawa, v.72, p.395-402, 1992.
- CAUDURO, F.A.; DORFMANN, R. Retenção de água pelo solo. In: *Manual de ensaios de laboratório e campo para irrigação e drenagem*. Brasília: PRONI/MA, 1988. 216p.
- DANIELSON, R. E.; SUTHERLAND, P. L. Porosity. In: KLUTE, A. (Ed.) *Methods of soil analysis: part 1 - Physical and mineralogical methods*. Madison: SSSA, 1986. p. 443-461. (Agronomy, Monogr. 9)
- DERPSCH, R.; SIDIRAS, N.; ROTH, C.H. Results of studies made from 1977 to 1984 to control erosion by cover crops and no-tillage techniques in Paraná Brazil. *Soil and Tillage Research*, Amsterdam, v.8, p.253-263, 1986.
- FARIAS, G.S. *Efeito de sistemas de cultivo sobre a porosidade e retenção de água de um solo laterítico bruno avermelhado distrófico*. Porto Alegre, 1981. 95p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, UFRGS, 1981.
- FORTIN, M.C. Soil temperature, soil water, and no-till corn development following in-row residue removal. *Agronomy Journal*, Madison, v.85, p.571-576, 1993.
- GANTZER, C.J.; BLAKE, G.R. Physical characteristics of Le secur Clay Loam Soil following no-till and conventional tillage. *Agronomy Journal*, Madison, v.70, p.853-857, 1978.
- HEARD, J.R.; KLADIVKO, E.J.; MANNERING, J.V. Soil macroporosity, hydraulic conductivity and air permeability of silty soils under long-term conservation tillage in Indiana. *Soil and Tillage Research*, Amsterdam, v.11, p.1-18, 1988.
- HILL, R.L. Long-term conventional and no-tillage effects on selected soil physical properties. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v.54, p.161-166, 1990.
- HILL, R.L.; HORTON, R.; CRUSE, R.M. Tillage effects on soil water retention and pore size distribution of two Mollisols. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v.49, p.1264-1270, 1985.
- KLUTE, A.; DIRKSEN, C. Hydraulic conductivity and diffusivity: laboratory methods In: KLUTE, A. (Ed.) *Methods of Soil Analysis: Part 1 - Physical and mineralogical methods*. Madison: SSSA, 1986. p. 687-734. (Agronomy, Monogr. 9)
- LOGSDON, S.D.; ALLMARAS, R.R.; WU, L.; RANDALL, J.B. Macroporosity and its relation to saturated hydraulic conductivity under different tillage practices. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v.54, p.1096-1101, 1990.
- MUALEM, Y. A new model for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated porous media. *Water Resources Research*, Washington, v.12, p.513-522, 1976.
- NEGI, S.C.; RAGHAVAN, G.S.V.; TAYLOR, F. Hydraulic characteristics of conventionally and zero-tilled field plots. *Soil and Tillage Research*, Amsterdam, v.2, p.281-292, 1981.
- SALTON, J.C.; MIELNICZUK, J. Relações entre sistemas de preparo, temperatura e umidade de um Podzólico vermelho-escuro de Eldorado do Sul (RS). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.19, p.313-319, 1995.
- SAUER, T.J.; HATFIELD, J.L.; PRUEGER, J.H. Corn residue and placement effects on evaporation and soil thermal regime. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v.60, p.1558-1564, 1996.
- SIDIRAS, N.; DERPSCH, R.; MONDARDO, A. Influência de diferentes sistemas de preparo do solo na variação da umidade e rendimento da soja, em Latossolo Roxo Distrófico (Oxisol). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.7, p.103-106, 1983.
- SILVA, A.P.; LIBARDI, P.L.; CAMARGO, O.A. Influência da compactação nas propriedades físicas de dois latossolos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.10, p.91-95, 1986.
- VAN GENUCHTEN, M.T. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v.44, p.892-898, 1980.
- VOORHEES, W.B.; LINDSTROM, M.J. Long-term effects of tillage method on soil tilt independent of wheel traffic compaction. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v.48, p.152-156, 1984.
- ZHAI, R.; KACHANOSKI, R.G.; VORONEY, R.P. Tillage effects on the spatial and temporal variations of soil water. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v.54, p.186-192, 1990.

ARTIGO DE REVISÃO

A PESQUISA COM SOJA, A SELEÇÃO DE RIZÓBIO E A PRODUÇÃO DE INOCULANTES NO BRASIL

JOÃO RUI JARDIM FREIRE¹, FRANCISCO DE JESUS VERNETTI²

RESUMO – O trabalho apresenta o histórico da introdução e da pesquisa com soja, seleção de estirpes e produção de inoculantes para essa leguminosa no Brasil. A mais antiga referência data de 1882. Os primeiros trabalhos experimentais e observações foram realizados no Instituto Agronômico de São Paulo, em Campinas, no final do século passado e início do atual. A cultura estabeleceu-se no noroeste do Rio Grande do Sul, na década de 30 e os trabalhos experimentais tiveram incremento na década de 40. Variedades americanas foram introduzidas, as quais já possuíam capacidade de resposta à fixação simbiótica. O melhoramento genético iniciou-se no Rio Grande do Sul e em São Paulo. Não havia aplicação de nitrogênio mineral nos trabalhos experimentais, mas sim inoculação das sementes. Os trabalhos em rizobiologia desenvolveram-se, principalmente, no Rio Grande do Sul e em São Paulo. No primeiro, desde 1950, os trabalhos basearam-se, especialmente, em seleção de estirpes da bactéria, pesquisa em fatores limitantes do solo e produção de inoculantes. As estirpes desenvolvidas no Rio Grande do Sul foram a base única, até 1992, da produção de inoculantes no País. Os fatores importantes para a expansão da cultura, produtividade e produção da soja no País foram: lançamento de estirpes eficientes de rizóbio, produção de inoculantes em larga escala, variedades de alta capacidade de resposta e correção dos fatores limitantes do solo.

Palavras-chave: inoculação, fixação de nitrogênio, leguminosa, microbiologia, *Glycine max* (L.) Merrill.

THE RESEARCH ON SOYBEANS, SELECTION OF RHIZOBIA AND PRODUCTION OF INOCULANTS IN BRAZIL

ABSTRACT – This paper presents the history of the introduction into Brazil of the soybean crop, the development of the research, genetic improvement and of rhizobia technology. The oldest reference dates from 1882, and the first field observations and trials were carried out in São Paulo around the turn of the century. However, the crop really became established, initially, in the northwest of the state of Rio Grande do Sul in the 1930s. Research on the soya, including genetic improvement, began in the south of Brazil, and in São Paulo. Introduced American varieties of soybean already had symbiotic capacity. There was no application of mineral nitrogen in the experimental fields, and the seeds were inoculated with rhizobia. The activities on rhizobia technology were developed mainly in the states of Rio Grande do Sul and São Paulo. In the first one, since 1950, the work was based mainly on selection of improved strains, production of inoculants and research on soil limiting factors. The strains developed and released in Rio Grande do Sul were, up to 1992, the only basis of the inoculants produced in the Country. Important factors for the expansion, productivity and production of the soybean crop were: efficient *Rhizobium* strains, large scale inoculant production, responsive plant varieties and correction of soil limiting factors.

Key words: inoculation, nitrogen fixation, legume crops, microbiology, *Glycine max* (L.) Merrill.

A PESQUISA COM SOJA

A mais antiga referência escrita sobre a espécie no Brasil data de 1882. Foi o artigo “Soja”, publicado por D’UTRA (1882), no Jornal da Agricultura do Rio de Janeiro, em que são relatadas as observações feitas numa parcela de soja semeada na Bahia.

No Relatório Anual do Instituto Agronômico do Estado de São Paulo, relativo ao ano de 1892, seu primeiro Diretor, DAFFERT (1893), descreve o experimento que instalara com o fim especial de “determinar a possibilidade da cultura mista de forrageiras da família das gramíneas com a das leguminosas”. Em 1899 D’UTRA apresentou observações sobre a cultura da soja, com base nos

primeiros ensaios semeados na Fazenda Santa Elisa, em novembro do ano anterior.

Essas referências são anteriores às introduções feitas por imigrantes japoneses, que chegaram a São Paulo em 1908. Foram esses, segundo LÖBBE (1935), que de fato difundiram a cultura no País, pois, até então, a soja não ultrapassara os limites dos estabelecimentos agrônômicos oficiais.

A partir de 1921, Henrique Löbbe realizou, em São Simão, São Paulo, uma série de estudos e de observações sobre o comportamento da espécie. Inicialmente, trabalhou com variedades introduzidas da Manchúria e, a partir de 1926, introduziu dos Estados Unidos as 48 variedades que ali mais se destacavam. Os resultados de suas pesquisas, levadas a efeito durante 10 anos, foram publica-

1. Eng. Agr. L.D. – Professor do Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia, UFRGS. Caixa Postal 776, 91501-970 Porto Alegre, RS. Bolsista do CNPq.

2. Eng. Agr. M.Sc. – Embrapa Clima Temperado. Caixa Postal 403, 96001-970 Pelotas, RS.
Recebido para publicação em 10/10/1997.

dos pelo Ministério da Agricultura (LÖBBE, 1935).

Trabalhos de pesquisa com soja foram realizados pelo Instituto Agronômico do Estado de São Paulo, desde 1926 até os nossos dias (SILVA, 1948, 1949; MIYASAKA, 1958). Nos relatórios da sua Seção de Agronomia, (INSTITUTO, 1926/27-1929/30) são mencionadas três variedades, que eram cultivadas na Fazenda Santa Elisa, com produções superiores a 4.000 kg por alqueire. De 1930 a 1935, a mesma Seção instalou ensaios comparativos de variedades, cujos resultados revelam elevados rendimentos. A partir de 1936, a Seção de Cereais e Leguminosas daquela instituição de pesquisa divulgou os resultados dos experimentos instalados por Neme Abdo Neme, uma das glórias da agronomia brasileira no setor de leguminosas. Neme relatou os resultados dos experimentos realizados até o ano agrícola 1951/52 e as variedades indicadas para S. Paulo (NEME, 1950/52, 1952, 1957).

Segundo MINNSEN (1901), a soja foi semeada em 1901, com sucesso, na fazenda de A. Wellhausen, localizada em Dom Pedrito, RS. Entretanto, segundo REIS (1956), a introdução teria ocorrido apenas em 1914. Nessa data, o norte-americano E.C. Craig, então Professor de Agricultura da Escola Superior de Agronomia e Veterinária da Universidade Técnica do Rio Grande do Sul, realizava experimentos, cujos resultados foram satisfatórios. Porém, não teria conseguido interessar autoridades ou agricultores na introdução da cultura. Em 1924, entretanto, a cultura estabeleceu-se no município de Santa Rosa, na região fisiográfica denominada Alto Uruguai (ASSIS BRASIL e SILVA, 1967; VERNETTI, 1975, 1983). Dali expandiu-se para a região das Missões, onde ficou circunscrita durante muitos anos.

Nada se sabe quanto à origem da semente então usada. Supõe-se que foi introduzida por imigrantes poloneses que se fixaram naquela região e cujos hábitos alimentares incluíam o consumo de subprodutos obtidos a partir do grão de soja. Em 1931, quatro colonos de nacionalidade polonesa adquiriram, no exterior, 30 kg de sementes e iniciaram a propagação da cultura. No ano seguinte, BIEZANKO (1958), de nacionalidade polonesa, introduziu, na região de Santa Rosa, sementes de diversas variedades (SILVA, 1959). A década de 30 marcou o início da fase de adoção pelos agricultores (ASSIS BRASIL e SILVA, 1967; SILVA, 1959) e em 1941 a soja figurava, pela primeira vez, nas estatísticas oficiais, com a área cultivada de 702 hectares (VERNETTI, 1975, 1983).

Introduzida na Estação Experimental Fitotécnica das Colônias, em Veranópolis, em 1930, somente em 1941 foi a soja objeto de pesquisa mais detalhada, pela primeira vez em solo gaúcho, tendo

sido instalado um experimento comparando diversos espaçamentos (ELIAS, 1959). Dessa Estação a pesquisa foi estendida a outros estabelecimentos daquela Secretaria de Estado, em Júlio de Castilhos, Encruzilhada do Sul e Osório (VERNETTI, 1975, 1983) e a Estação Experimental de Arroz, em Gravataí, que procurava encontrar uma leguminosa que pudesse ser utilizada em rotação com arroz. Para tanto, a EEA introduzira, dos Estados Unidos da América, numerosa coleção de variedades.

O Melhoramento Genético

No Rio Grande do Sul, o melhoramento genético da soja foi iniciado em 1948 na Estação Experimental de Veranópolis, da Divisão de Pesquisas Agrícolas da Secretaria da Agricultura (GASPERI, 1960). O Ministério da Agricultura, através do Instituto Agronômico do Sul (IAS), depois denominado Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Sul (IPEAS) e hoje parte integrante da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), também iniciou, em 1948, um programa de melhoramento genético da soja. A Federação das Cooperativas Brasileiras de Trigo e Soja (FECOTRIGO), por sua vez, passou a se dedicar ao melhoramento genético da soja em 1972, em seu Centro de Experimentação e Pesquisa, localizado em Cruz Alta, RS.

No IAS, os trabalhos foram iniciados em 1948, na Estação Experimental de Pelotas. Fazia-se, então, a semeadura de cultivares introduzidas e sua avaliação, quanto à produção de massa verde e de grãos. Em 1952 foi realizado o primeiro experimento de cultivares de soja, na sede do IAS em Pelotas, RS. Era ele constituído de genótipos introduzidos do Instituto Agronômico de Campinas, através de José Gomes da Silva e Shiro Miyasaka. Juntamente com as sementes, veio um inoculante americano que foi usado na semeadura (VERNETTI, 1956, 1961). Deve ser ressaltado, também, que, em todas as pesquisas coordenadas pelo IPEAS, não era utilizada adubação nitrogenada, mas sim a inoculação das sementes (VERNETTI e KALKMANN, 1961). Os cruzamentos eram feitos em Pelotas e Passo Fundo. As populações e as linhagens introduzidas eram selecionadas, primeiramente em Pelotas e, a partir do segundo ano, também em Passo Fundo (RS), Caçador ou Chapecó (SC), Ponta Grossa (PR), e, em menor escala, em Maringá (PR) (VERNETTI, 1981).

O material genético proveniente do sul dos Estados Unidos foi sempre o que melhor se adaptou às condições ecológicas do sul do Brasil e era, ainda, o que apresentava melhores características agrônomicas e de resistência às moléstias. Assim, enquanto o trabalho de hibridação e de seleção de

novas cultivares tinha andamento, os agricultores gaúchos usavam as melhores cultivares introduzidas, como a Hill, Hood, Majos, Bragg, Davis, Jew 45, Hamptom, Hardee, Bienville, para substituírem, pelo menos em parte, a área cultivada com a cultivar Amarela do Rio Grande, que chegou a ocupar 90% da área da leguminosa no Estado. Vale salientar, nessa época, a contribuição que as cultivares Santa Rosa e Industrial, criadas no Instituto Agronômico de Campinas, SP, e selecionadas pela Divisão de Pesquisas Agrícolas da Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, deram à sojicultura gaúcha. Lançadas em 1967, imediatamente passaram a ter a preferência dos agricultores, principalmente os da região de Santa Rosa (VERNETTI, 1975, 1981).

Cabe salientar, ainda, nesse período, as introduções de cultivares promovidas pela sede do IPEAS em 1963, 1964 e 1966, procedentes dos Estados Unidos (Mississippi e Beltsville, MD) e da Universidade Federal de Viçosa. Além do Ministério da Agricultura, outros órgãos oficiais, como Secretarias de Agricultura e Universidades, e não oficiais, como o International Research Institute-IBEC, conduziam trabalhos sobre diferentes aspectos da pesquisa com soja (VERNETTI, 1975, 1981, 1983).

Na Secretaria da Agricultura do Estado do Rio Grande do Sul, em 1957, com a criação da Comissão Técnica da Soja, encarregada de planejar a pesquisa com soja no Estado, teve início uma fase de obtenção de resultados de grande importância para a tecnificação e progresso da cultura (ELIAS, 1959). Em 1964 a Secretaria da Agricultura estabeleceu convênio com o Instituto Privado de Fomento à Cultura da Soja (INSTISOJA), formado por cooperação das indústrias, para a ampliação dos trabalhos em realização.

Em 1967 foi assinado convênio entre as entidades BNDE – ANDA – INSTISOJA para realização de pesquisa sobre nutrição da soja. O INSTISOJA delegou a execução dos trabalhos à Divisão de Pesquisas Agrícolas da Secretaria da Agricultura. Esse convênio proporcionou substancial soma de recursos, que contribuiu, consideravelmente, para o progresso das pesquisas realizadas sobre os vários aspectos da cultura: variedades, correção do solo e adubação, ecologia, inoculação, espaçamento, etc.

As pesquisas para a seleção e melhoramento passaram a desenvolver-se na década de 30, no Rio Grande do Sul e em São Paulo (MIYASAKA e MEDINA, 1981). Estes autores referem que o grande impulso nessa área ocorreu a partir de 1947, com a introdução de novas cultivares, procedentes dos Estados Unidos e de Viçosa/MG. Nessas introduções, entre as observações botânicas e agro-

nômicas já se incluía a avaliação da nodulação das raízes, feita pelo primeiro autor deste trabalho, no Rio Grande do Sul. Assim as variedades introduzidas (HARTWIG, E.E., comunicação pessoal) já trouxeram a capacidade de fixação simbiótica do nitrogênio. Portanto, é um equívoco afirmar que essa capacidade teria aqui sido desenvolvida pelo melhoramento dirigido. No Brasil, igualmente, os campos experimentais eram realizados também sem a aplicação de nitrogênio mineral e com inoculação das sementes no sul, em São Paulo ou em Minas Gerais (ROMEU KIIHL e TUNEO SEDIYAMA, comunicação pessoal).

Em São Paulo o melhoramento teve incremento na década de 50, com trabalhos no Instituto Agronômico de Campinas, realizados por SHIRO MIYASAKA, GOMES DA SILVA, ROMEU KIIHL e CIRO TEIXEIRA. Em Minas Gerais, nessa mesma época, o melhoramento era feito na Universidade Federal de Viçosa, por TUNEO SEDIYAMA.

No Sul, a contribuição ao melhoramento da soja e o lançamento de cultivares decorreram das atividades de ORLANDO MELO, JAMIL FERES, AUREO ELIAS, JOSÉ EDIL GOMES e do co-autor deste trabalho, bem como de EMÍDIO BONATTO, AMELIO DALL'AGNOL, MARIO GASTAL, IRINEU BAYS e FRANCISCO TERASAWA (VERNETTI, 1981). O primeiro lançamento de cultivar proveniente de cruzamento no Brasil, foi a cultivar Pioneira, em 1960, pela Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul. O programa de melhoramento genético de soja, na Universidade Federal de Viçosa, teve início em 1963, em convênio com a Universidade de Purdue, EUA, com destaque para os pesquisadores SYLVIO BRANDÃO, KIRK ATHOW e TUNEO SEDIYAMA, este último ainda em atividade, em 1997.

O Programa Nacional de Soja, com início em 1964, não ficou restrito ao estudo e adaptação de variedades às diversas regiões do País. Através do Ensaio Nacional de Soja, foi decidida a realização de pesquisa no sentido de determinar e selecionar melhores estirpes de *Bradyrhizobium japonicum*. Teve início, para esse fim, o Ensaio Nacional de Variedades x Inoculantes (HYMOWITZ, 1968), em diversas instituições, avaliando inoculantes produzidos pela Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, pelo IPEACS, pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Paraná e pelo laboratório privado Leivas Leite. Esse laboratório foi o primeiro, no Brasil, a produzir inoculantes para os agricultores, em 1956.

No centro do País, entretanto, as variedades do sul dos Estados Unidos não se adaptaram, devido à sensibilidade ao fotoperíodo, a maioria apresentando pequena estatura, o que impossibilitava a

colheita mecânica. O grande mérito dos programas conduzidos no IAC e em Viçosa e, posteriormente, no Paraná, no Centro Nacional de Pesquisa da Soja, da EMBRAPA, e pelo programa da empresa de Francisco Terasawa, foi a criação de variedades para o centro e norte do País. Essas variedades possibilitaram a expansão da cultura para a Bahia, Mato Grosso, Goiás e, mesmo, para a Amazônia.

Informações detalhadas sobre a história da produção da soja no Brasil são encontradas em MIYASAKA e MEDINA (1981), com importantes contribuições de muitos pesquisadores e técnicos.

Contribuíram significativamente, no passado, para a pesquisa com soja no País, as seguintes instituições:

1. Rio Grande do Sul

- Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Sul, do então Ministério da Agricultura.
- Divisão de Pesquisas Agrícolas da Secretaria da Agricultura, que manteve convênio com o INSTI-SOJA – Instituto Privado de Fomento à Cultura da Soja, em colaboração com a Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

2. Santa Catarina

- Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Sul, então do M.A., em colaboração com a Secretaria da Agricultura e com outros órgãos.

3. Paraná

- Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuária do Sul, do EPE, do então M.A. (até o ano agrícola 1967/68).
- Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias Meridional do então do M.A. (a partir do ano agrícola 1968/69).
- Divisão de Experimentação do Departamento de Produção Vegetal, da Secretaria da Agricultura.

4. São Paulo

- Instituto Agronômico do Estado de São Paulo, (que recebeu colaboração do IPEAME).
- Instituto de Pesquisas IRI (International Research Institute).

5. Rio de Janeiro

- Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Centro Sul, (em colaboração com a ACAR-RJ)

6. Minas Gerais

- Instituto de Pesquisas e Experimentação

Agropecuárias do Centro Oeste.

- Universidade Rural do Estado de Minas Gerais.

7. Goiás

- Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Centro-Oeste.
Instituto de Pesquisas IRI.

8. Mato Grosso

- Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Centro Oeste.

9. Bahia

- Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Leste.

10. Pernambuco

- Instituto de Pesquisas Agronômicas, da Secretaria da Agricultura.

A PESQUISA EM RIZÓBIO E A PRODUÇÃO DE INOCULANTES

As primeiras referências no Brasil, sobre a simbiose rizóbio/leguminosas, datam de 1930, em relatórios do Instituto Agronômico de Campinas, sobre a execução de experimentos de inoculação e distribuição de culturas da bactéria. Em 1948, é citada a realização de seleção de estirpes e teste de inoculantes importados (LOPES e GIARDINI, 1981). Em 1949, por um curto período, inoculante para soja e alfafa era produzido no Instituto Biológico de São Paulo (FREIRE, 1982).

Em 1950, na antiga Seção de Microbiologia Agrícola (SEMIA), da Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, hoje Centro de Fixação Biológica do Nitrogênio, da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO), foi iniciada a pesquisa para a seleção de estirpes e a produção de inoculantes, principalmente para soja, para atender à demanda motivada pelo início da expansão da cultura, estimulada por indústrias do setor agrícola, que visavam incentivar a indústria de produção de óleo.

Essa expansão, inicialmente no Rio Grande do Sul e, após, em São Paulo e no Paraná, motivou intensa aplicação de esforços em pesquisa, especialmente em melhoramento, seleção de estirpes do rizóbio e experimentos de controle de fatores limitantes, como acidez do solo, deficiência de fósforo, etc.

Em 1978, o grupo de Microbiologia do Solo da FEPAGRO integrou-se com o da UFRGS, para colocar em ação o Centro de Recursos Microbiológicos (MIRCEN), criado em função de convênio com a UNESCO, para pesquisar e difundir

tecnologia em rizobiologia no País e demais países da América Latina. O MIRCEN, promoveu, desde então, intenso programa de extensão e transferência de tecnologia na área de fixação de nitrogênio pela simbiose rizóbio/leguminosas.

As referências mais antigas sobre a inoculação em soja, e a pesquisa sobre a produção de inoculantes são também encontradas em FREIRE (1953, 1958, 1959a, 1959b, 1961, 1962a, 1962b, 1963, 1965), GALLI (1957), GARGANTINI (1956) e SILVA (1948, 1949).

Seleção de Estirpes de Rizóbio

A seleção de estirpes da bactéria tem derivado do trabalho de muitos pesquisadores em diversas instituições. Quando se iniciou o trabalho de seleção e produção de inoculantes no Rio Grande do Sul, foram usadas estirpes do Instituto Biológico de São Paulo e isolamentos locais. Em 1955, foram trazidas estirpes da "Coleção de Culturas" do Professor O. N. Allen, da Universidade de Wisconsin e do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos.

Para as leguminosas de interesse econômico no País, a seleção de estirpes de rizóbio no Rio Grande do Sul resultou no lançamento de 192 es-

tirpes, sendo 25 para soja (Tabela 1). De 1968 a 1996, a estirpe SEMIA 587, de alta eficiência e competitividade, isolada de soja da região de Santa Rosa, foi recomendada juntamente com as estirpes 532 e 543 (Tabelas 1 e 2) (FREIRE, 1977; FREIRE et al. 1983). Em 1979, a SEMIA 587 voltou a ser recomendada, juntamente com a SEMIA 5019 (=29W), isolada no Instituto de Pesquisa e Extensão Centro Sul (IPEACS), atual Centro Nacional de Pesquisa de Agrobiologia. A partir de 1992, foram recomendadas mais duas estirpes: SEMIA 5079 e SEMIA 5080, provenientes do Centro de Pesquisa Agropecuária do Cerrado (EMBRAPA). Essas estirpes são recomendadas em combinação de 2 a 2, em inoculação para soja em todo o Brasil.

A seleção de estirpes, especialmente para a soja, era igualmente realizada no Instituto Agronômico de São Paulo e no antigo IPEACS, do Ministério da Agricultura. No Sul, teve significância a seleção de rizóbio para soja e para leguminosas de clima temperado, como alfafa, trevos, cornichão e ervilha. No IAC e no IPEACS destacaram-se os trabalhos com soja e leguminosas tropicais. No Centro Nacional de Pesquisa do Cerrado estendeu-se para ervilha, soja e leguminosas tropicais.

TABELA 1 – Estirpes de *Bradyrhizobium* usadas na produção de inoculantes para soja no Brasil, produzidos pela indústria privada no período de 1950 a 1998

ANOS	ESTIRPES – SEMIA*								
1950-1956	500	504	505	512	513	516	517	519	521
1957	504	505	509	512	513	516	519	521	525
1958	504	505	509	512	515	517	519	534	535
1961	519	521	526	531	534	535			
1962	504	510	513	519	527	531			
1964	504	513	527	531					
1965	504	513	519	532					
1966	532	543	566						
1968-1975	543	566	587						
1976	527	532	566						
1977	527	566	586						
1978	527	532	566						
1979-1991	587	5019							
1992-1998	587	5019	5079	5080					

* SEMIA – Sigla da Seção de Microbiologia Agrícola da Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, hoje Centro de Fixação Biológica do Nitrogênio da FEPAGRO, Secretaria da Ciência e Tecnologia. A sigla foi registrada no primeiro catálogo de Rhizóbio, do International Biological Program, editado pela FAO (SKINNER, 1973; SKERMAN, 1983)

TABELA 2 – Origem das estirpes de *Bradyrhizobium* usadas nos inoculantes para soja produzidos no Brasil, desde 1950

ESTIRPES	ORIGEM
SEMIA 500	UW 500, Univ de Wisconsin, USA
SEMIA 504	UW 504, Univ de Wisconsin, USA
SEMIA 505	UW 505, Univ de Wisconsin, USA
SEMIA 509	UW 509, Univ de Wisconsin, USA
SEMIA 511	UW 511, Univ de Wisconsin, USA
SEMIA 512	3I1b73, USDA, USA
SEMIA 513	3I1b06, USDA, USA
SEMIA 515	Isol. 56/1952, FEPAGRO, Brasil
SEMIA 516	Isol. 65/1952, FEPAGRO, Brasil
SEMIA 517	Isol. 66/1952, FEPAGRO, Brasil
SEMIA 519	Isol. 67/1952, FEPAGRO, Brasil
SEMIA 521	Isol. 70/1952, FEPAGRO, Brasil
SEMIA 525	Isol. 75/1953, FEPAGRO, Brasil
SEMIA 526	Isol. 79/1953, FEPAGRO, Brasil
SEMIA 527	Isol. 107/1953, FEPAGRO, Brasil
SEMIA 530	Isol. 14/1956 FEPAGRO, Brasil
SEMIA 531	Isol. 27/1956, FEPAGRO, Brasil
SEMIA 532	Isol. 38/1957, FEPAGRO, Brasil
SEMIA 534	Inst. Agronômico de Campinas, SP, Brasil
SEMIA 535	S 89, Inst. Agronômico de Campinas, SP, Brasil
SEMIA 543	Isol. R2, FEPAGRO, Brasil
SEMIA 566	Isol. 31/1966, FEPAGRO, de Inoculante Comercial americano
SEMIA 586	CB 1809 (USDA B 136), CSIRO, Austrália
SEMIA 587	Isol. 06/1967/ FEPAGRO, Brasil
SEMIA 5019	29 W. CNPAB/EMBRAPA, Rio de Janeiro, Brasil
SEMIA 5079	CPAC 15, CPAC/EMBRAPA, Planaltina, DF, Brasil
SEMIA 5080	CPAC 7, CPAC/EMBRAPA, Planaltina, DF, Brasil

* SEMIA = Setor de Microbiologia Agrícola (FEPAGRO).

Pela lei federal (Decreto 75583 de 9/04/75), os inoculantes devem ser elaborados com as estirpes recomendadas pelas instituições nacionais de pesquisa. Como a legislação não especificava a maneira de implementar essa recomendação, em 1985, o grupo FEPAGRO/UFRGS-MIRCEN promoveu a congregação de pesquisadores, produtores de inoculantes e representantes do Ministério da Agricultura. Esse grupo reúne-se, desde então, a cada dois anos, para analisar os resultados das pesquisas em seleção, recomendação de estirpes, controle de qualidade e outros temas relevantes para a rizobiologia. Em 1992 esse grupo foi reconhecido pelo Ministério da Agricultura, com o nome de Rede de Laboratórios para Recomendação de Estirpes de Rizóbio (RELARE).

A Produção de Inoculantes

A produção de inoculantes no Brasil iniciou-se em 1950 na Seção de Microbiologia Agrícola, da Secretaria de Agricultura do Rio Grande do Sul, com culturas líquidas e sobre ágar. Em 1954 foi adotado, pela primeira vez no País, o veículo turfoso e a produção alcançou 10 000 doses para soja, suficiente para cerca de 8000 hectares. Na ocasião, era o único inoculante disponível, além de pequena quantidade de inoculante importado dos Estados Unidos. Em 1956, a primeira indústria privada foi estabelecida no Rio Grande do Sul, com a assistência do grupo da FEPAGRO. Somente em 1970 foi estabelecida outra indústria, em Curitiba, quando a soja estava se expandindo para aquele Estado.

Já, em 1980, haviam seis indústrias, com produção de seis milhões de doses. Em 1989 foram atingidas 16 milhões de doses (3200 ton.), sendo 95% para soja (FREIRE, 1982), suficiente para inocular, aproximadamente, sete a oito milhões de hectares dessa leguminosa.

Do total de inoculantes usados em 1997, apenas uma parte era feita com turfa irradiada ou esterilizada em autoclave. A maioria era elaborada com turfa não esterilizada, apesar da bem conhecida e antiga recomendação no sentido de usar turfa esterilizada (BROCKWELL e BOTTOMLEY, 1985; ROUGHLEY e VINCENT, 1967; ROUGHLEY e PULSFORD, 1982; SOMASEGARAN e HOBEN, 1985, 1995) e do treinamento dos técnicos das indústrias nos laboratórios da FEPAGRO/UFRGS, ou em outros centros. A competição por preços, e não pela qualidade, resultou em atraso tecnológico nas indústrias em que grande parte dos produtos se situava abaixo do padrão exigido por lei, isto é, 10^8 células viáveis de rizóbio /grama na indústria e 10^7 células / grama no final de seis meses.

Com a criação do Mercado Comum do Extremo Sul (MERCOSUL), os produtores passaram a considerar, seriamente, a melhoria da qualidade, em vista da competição de produtos da Argentina e do Uruguai. Em 1997, o Ministério da Agricultura tornou mais rigorosa a fiscalização. Atualmente o padrão mínimo, no final do prazo de validade, é a concentração de rizóbio de 10^8 células/grama do produto ou, aproximadamente, 80.000 células do rizóbio por semente.

A melhoria de qualidade também está sendo buscada pelas indústrias através da introdução de outros tipos de inoculantes, com base de óleo, líquidos, liofilizados ou com veículos de polímeros. Essas inovações resultam, em parte, da demanda dos grandes produtores de soja por inoculantes em veículo não turfoso.

O controle de qualidade dos inoculantes deve, por lei, ser executado, inicialmente, nas indústrias. Após a abertura da primeira fábrica, o grupo da FEPAGRO passou a fazer um controle informal, a pedido de cooperativas e agricultores. A partir de 1975, devido à lei federal sobre comércio de inoculantes, o Centro de Pesquisa em Fixação Biológica do Nitrogênio da FEPAGRO, em convênio com o Ministério da Agricultura, foi credenciado para executar o controle legal. Outras instituições, como o Centro Nacional de Pesquisas da Soja, em Londrina e o Instituto Agrônômico, em Campinas, realizam, também, controle informal da qualidade dos inoculantes. A avaliação da concentração de células de rizóbio é realizada pelo método do número mais provável (MPN), empregando plântulas de soja em bolsas de plástico ou em vidro ou plântulas de siratro, em tubos. Para contagem de rizóbio em turfa esterilizada, usa-se o método de diluição do inoculante e semeadura em placas.

A indústria de inoculantes, no País, contou sempre com apoio das instituições de pesquisa, na forma de oportunidades de estágios, de treinamento e de cursos em que a tecnologia disponível a nível mundial era repassada. A partir de 1978 e até 1995, treze cursos de treinamento foram promovidos pelo grupo FEPAGRO/UFRGS/MIRCEN. Nesses cursos e estágios, mais de 300 técnicos foram treinados, sendo metade do Brasil. Dois cursos foram realizados, especialmente dedicados aos técnicos das indústrias.

Além do treinamento, o grupo promoveu, em 1976, a primeira reunião envolvendo pesquisadores e produtores de inoculantes. Em 1984, promoveu a vinda de especialista em fermentação e produção de inoculantes da Argentina, que visitou as indústrias e deu assistência aos técnicos que participaram do encontro. Em 1985, foi promovido um *Workshop* internacional, com a participação dos maiores especialistas mundiais, oriundos da Aus-

trália, Estados Unidos e de outros países. Em 1987, foi promovido um seminário com a participação de pesquisadores e técnicos do Brasil, Argentina, Uruguai e Chile. Nesses cursos e reuniões, os técnicos das indústrias nacionais tiveram a oportunidade de absorver tecnologia para melhorar a qualidade dos inoculantes produzidos no País (ZYLBERSZTAJN, 1985).

A disseminação de estirpes eficientes e a difusão da prática da inoculação teve significativa contribuição, principalmente para a produtividade média da soja no Brasil, que, no período de 1971-75, era de 1452 kg/ha e, de 1991 a 1995, saltou para 2034 kg/ha, sem aplicação de nitrogênio mineral.

A necessidade das leguminosas em nitrogênio é alta, devido ao seu alto teor de proteína. A soja, para um rendimento de 2000 kg/ha, necessita de cerca de 240 kg N/ha. Essa quantidade deverá ser suprida pelo solo e pela fixação simbiótica, dependendo, portanto, da fertilidade e da simbiose com o rizóbio e da nodulação. Estimando-se uma fixação média de 50 kg N/ha/ano, na área cultivada de 10 milhões de hectares, haveria uma economia de 500 mil toneladas de N, ou seja, aproximadamente, 300 milhões de dólares (FREIRE, 1984; FREIRE et al., 1988), devido à simbiose entre o rizóbio e a soja.

CONCLUSÕES

Os principais fatores responsáveis pelo aumento da produtividade, expansão e produção da soja no País foram:

1. emprego de variedades de alta capacidade de resposta à fertilidade e à fixação simbiótica do nitrogênio, originariamente procedentes dos Estados Unidos e depois produzidas pelos melhoristas nacionais;
2. emprego de estirpes eficientes do rizóbio específico;
3. produção e uso, em larga escala, do inoculante, com economia para o agricultor e menos poluição ambiental;
4. adoção, nas áreas de introdução da cultura, das práticas de correção dos fatores limitantes do solo, pela calagem e adequada adubação.

BIBLIOGRAFIA CITADA

ASSIS, BRASIL J.A.; SILVA, B.O. A soja. Porto Alegre: Departamento Estadual de Estatística do RS, 1967. 24p. (Circular)

BIEZANKO, C.M. Algumas noções sobre a soja e seu cultivo: utilidade da soja. Pelotas: [Ed. do autor], 1958. 24p. (Circular Divulgação)

BROCKWELL, J.; BOTTOMLEY, P.J. Recent advances in inoculant technology and prospects for the future. *Soil Biology Biochemistry*, Oxford, v.27, n.4/5, p.683-697, 1985.

DAFFERT, F.W. Relatório anual do Instituto Agrônômico do Estado de São Paulo. Campinas: IAESP, 1893. 26p.

D'UTRA, G. Soja. *Jornal do Agricultor*, Rio de Janeiro, v.7, p.185-188, 1882.

D'UTRA, G. Cultura do feijão chinês. *Boletim do Instituto Agrônômico do Estado de São Paulo*, Campinas, v.3, p.131-139, 1899.

ELIAS, A. M. Experiências com soja no Rio Grande do Sul. In: *Soja no Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, 1959. p.23-47.

FREIRE, J.R.J. A inoculação artificial das leguminosas com bactérias radicícolas. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, SIPA, 1953. (Circular, 5).

_____. A pústula bacteriana da soja. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, SIPA, 1958. (Circular, 72)

_____. Inoculação de sementes de soja. In: *Soja no Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, 1959. p.54-62.

_____. *Boletim Anual do Serviço de Fitopatologia*. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, 1959. p.22-24. (Boletim, 4)

_____. *Boletim Anual do Serviço de Fitopatologia*. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, 1961. p.13-18. (Boletim, 6)

_____. A inoculação da soja. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, 1962. 5p. (Informes e Comunicados, 15)

_____. *Boletim Anual do Serviço de Fitopatologia*. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, 1962. p.7-9. (Boletim, 7)

_____. *Boletim Anual do Serviço de Fitopatologia*. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, 1963. p.15-21. (Boletim, 8)

_____. Resultados de um experimento sobre o efeito da inoculação de *Rhizobium japonicum* em soja relacionado à incorporação de casca de arroz ao solo. *Actas de la 2ª reunión latinoamericana sobre inoculantes para leguminosas*. Argentina: INTA, 1965. p.33-38 (Suplemento, 15)

_____. Inoculation of soybeans. In: *EXPLOITING THE LEGUME/RHIZOBIUM TECHNOLOGY SYMBIOSIS IN TROPICAL AGRICULTURE*, 1976, Hawaii. *Proceedings...* Honolulu: University of Hawaii, 1977. p.335-379. (NifTAL Project, 145)

_____. Research into the Rhizobium/Leguminosae symbiosis in Latin America. In: *Plant and soil*. Dordrecht: Kluwer Acad. Press, 1982. v.67, p.227-239.

_____. Important limiting factors in soil for the *Rhizobium/legumes* symbiosis. In: ALEXANDER, M. (Ed.) *Biological nitrogen fixation*, New York: Plenum, 1984. p.51-74.

_____. Legume inoculant quality control. In: FREIRE, J.R.J.; FALCÃO, C.F.B. (Eds.), *Proceedings of the workshop on Rhizobium/legume inoculant*. Porto Alegre: UFRGS, 1985. p.139-144.

FREIRE, J.R.J.; KOLLING, J.; SCHOLLES, D. Legume nitrogen potential for maximizing agriculture production in developing countries. In: CHANG, C.; WOO, (Eds.) *Recent advances in biotechnology and applied biology*. Hong Kong: The Chinese Univ. of Hong Kong, 1988. p.667-681. (Proceedings of the Eighth International Conference in Global Impacts of Applied Microbiology)

FREIRE, J.R.J.; KOLLING, J.; VIDOR, C. Sobrevivência e competição por sítios de nodulação de estirpes de *Rhizobium japonicum* para soja. *Revista Brasileira da*

- Ciência do Solo**, Campinas, v.7, p.47-53, 1983.
- GALLI, F. **Contribuição ao estudo das bactérias dos nódulos de algumas leguminosas tropicais**. Piracicaba: ESALQ, 1957, 46p. (Tese de Concurso).
- GARGANTINI, H. A soja planta fixadora de nitrogênio do ar atmosférico. **O Agrônomo**, Campinas, v.8, n.5-6, p.7-11, 1956.
- GASPERI, A. J. de. Uma grave moléstia da soja. **Boletim do Campo**, São Paulo, v.16, p.29-31, 1960.
- HYMOWITZ, T., VERNETTI, F. de J.; SHANDS, J. The Brazilian National Soybean Program. **Soybean Digest**, Hudson, v.8, n.28, p.62-65, 1968.
- INSTITUTO AGRÔNOMICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Relatório 1926/27-1929/30**. Campinas: IAESP, 1930. 120p.
- LÖBBE, J.C. **A cultura da soja no Brasil**. Rio de Janeiro: Serviço de Fomento da Produção Vegetal, MA, 1935. 32p.
- LOPES, E.S.R.G.; GIARDINI, A.R. Estudos no Estado de São Paulo. In: MIYASAKA, S., MEDINA, J.C. (Eds.) **A soja no Brasil**. São Paulo: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1981. p.139-144.
- MINSEN, G. A soja. **Revista Agrícola do Rio Grande do Sul**, Pelotas, v.5, n.1, p.2-4, 1901.
- MIYASAKA, S. **Contribuição para o melhoramento da soja no Estado de São Paulo**. Piracicaba: ESALQ, 1958. 49p. (Tese de Doutorado)
- MIYASAKA, S.; MEDINA, J.D. (Eds.) **A soja no Brasil**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1981. 1062p.
- NEME, N.A. A soja. **O Agrônomo**, Campinas, v.9, n.3-4, p.6-7, 1957.
- _____. Relatório da Seção de Cereais e Leguminosas do Instituto Agrônomo, Campinas, 1952. (não publicado)
- NEME, N.A. Feijão soja. **Relatório**, Seção de Cereais e Leguminosas do Instituto Agrônomo. Campinas, 1950/52. 90p.
- PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. Decreto nº.75583 de 9 de abril de 1975.
- REIS, B.G. **O feijão soja, uma máquina de produzir utilidades**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, SIPA, 1956. 8p. (Circular Técnica, 41)
- ROUGHLEY, R.J.; VINCENT, J.M. Growth and survival of *Rhizobium* spp. in peat culture, **Journal of Applied Bacteriology**, Oxford, v.30, p.362-376, 1967.
- ROUGHLEY, R.J.; PULSFORD, D.J. Production and control of legume inoculants. In: VINCENT, J.M. (Ed.), **Nitrogen fixation in legumes**. Sidney: Academic Press, 1992. p.193-209.
- SECRETARIA DE AGRICULTURA, INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE MINAS GERAIS. **Inoculação com *Rhizobium* comercial**. Belo Horizonte: SAIC de Minas Gerais (11-12), 1954. p.91-95. (Boletim de Agricultura, 3)
- SILVA, B. **Guarani das Missões, novo município**. Porto Alegre: Departamento Estadual de Estatística do Rio Grande do Sul, 1959. 11p. (Circular)
- SILVA, J.G. da. Testes com um inoculante comercial para soja. **Relatório da Sociedade Agronomia**, São Paulo, v.11, n.1, p.39-44, 1949.
- _____. Estudos sobre a inoculação da soja. **Revista de Agricultura**, Campinas, v.23, n.11/12, p.365-378, 1948.
- SKERMAN, V.B.D. (Ed.) **World catalogue of *Rhizobium* collections**. 2.ed. , Australia: World Data Center of Microorganisms, Department of Microbiology, University of Queensland, 1983. 284p.
- SKINNER, F.A. (Ed.) **World catalogue of *Rhizobium* collections**. London: International Biological Programme, 1973. 270p.
- SOMASEGARAN, P.; HOBEN, H.J. **Methods in legume - *Rhizobium* technology**. Honolulu: University of Hawaii, 1985. 367p.
- _____. **Handbook for *Rhizobia*, Methods in Legume-Rhizobia Technology**. New York: Springer-Verlag, 1995, 450p.
- VERNETTI, F. de J. **A cultura da soja**. Pelotas: Instituto Agrônomo do Sul, 1956. 5p.
- _____. **Instruções práticas para a cultura da soja**. Pelotas: Instituto Agrônomo do Sul, 1961, 29p. (Circular, 19).
- _____. História e importância econômica da soja no Brasil. São Paulo: CIBA-GEYGY, 1975. v.2, p.4-10.
- _____. Origem da espécie, introdução e disseminação no Brasil. In: VERNETTI, F. de J. (Ed.) **Soja: planta, clima, pragas, moléstias e invasoras**. Campinas: Fundação Cargill, 1983. p.3-13.
- VERNETTI, F. de J.; KALKMANN, R.E. **Cultura e adubação da soja**. São Paulo: Instituto Brasileiro do Potássio, 1961. 31p.
- VERNETTI, F. de J.; BONATO, E.R.; GASTAL, M.F. da; DAL'AGNOL, A.; RAUPP, A.A.A.; VELLOSO, J.A. Melhoramento de cultivares no Brasil. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J. (Eds) **Soja no Brasil**, Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1981. p.283-292.
- ZYLBERSZTAJN, D. Market for agricultural inoculants in Brazil: some technical and economical problems. In: FREIRE, J.R.J.; FALCÃO, C.F.B. (Eds.), **Proceedings of the Workshop on *Rhizobium*/Legume inoculants**. Porto Alegre: UFRGS, 1985, p.255-262.

SEÇÃO: VETERINÁRIA

FATORES DE RISCO NO DESENCADEAMENTO DE DIARRÉIAS PRÉ-DESMAME EM GRANJAS SUÍNÍCOLAS DO SUDOESTE DO PARANÁ

BENITO GUIMARÃES DE BRITO¹, NELSON MORES², ARMANDO LOPES DO AMARAL³, KELLY CRISTINA TAGLIARI⁴

RESUMO – Durante o verão de 1991, foram avaliadas 22 granjas de suínos, sob sistema confinado, na região sudoeste do estado do Paraná. Em cada criação foram acompanhadas um mínimo seis porcas e suas respectivas leitegadas, do nascimento até o desmame. Foram estudadas quatro variáveis objetivas (presença de diarreia nos leitões, taxa de mortalidade, coeficiente de variação do peso ao desmame e ganho de peso médio diário até o desmame) e 16 variáveis explicativas: amplitude térmica diária na maternidade, vazio sanitário, condição nutricional das porcas, percentagem de abertura da maternidade, presença de forro na instalação, temperatura mínima interna, área da cela parideira, utilização do escamoteador, assistência ao parto, aleitamento coletivo, parasitismo intestinal, número de leitegada por sala, problemas de parto e puerpério nas reprodutoras, peso médio ao nascer, presença de onfalite e utilização de vacina contra colibacilose. As variáveis foram avaliadas através do programa ECOSUI, desenvolvido pela Embrapa Suínos e Aves. Os principais fatores de risco encontrados, presentes em mais de 95% das granjas, foram: problemas de parto e puerpério, alta variação térmica diária, não realização de vazio sanitário, ocorrência de parasitismo nas porcas e suas leitegadas e não utilização de vacina contra colibacilose. A maioria das granjas estudadas (mais de 80%) não atingiu os objetivos estabelecidos para os leitões na fase de maternidade. Esses resultados evidenciam a presença de vários fatores de risco nas criações estudadas, que interferem na produtividade dos leitões lactentes.

Palavras-chave: leitão, ecopatologia, desmame.

RISK FACTORS AFFECTING THE OCCURRENCE OF PREWEANING DIARRHEA IN PIG FARMS OF SOUTHWEST PARANA

ABSTRACT - Twenty two swine farms in Southwest of Paraná State, Brazil, were evaluated during the summer of 1991. In each herd, at least six sows and her litters were evaluated from the birth up to weaning by four objective variables (diarrhea in the suckling, mortality rate, weight variation coefficient at weaning and daily average weight gain in the period), and sixteen explanatory variables were studied (daily thermal amplitude, % area of the windows in the plant, pen's area, corporal status of the sow, creep presence, farrowing assistance, omphalitis presence, internal minimal temperature in the building, litter size at birth, colibacillosis vaccination, number of piglets per pen, collective suckling, roof presence in the building, intestinal parasites presence and sanitary break utilization. The variables were evaluated by ECOSUI program developed by Embrapa Suínos e Aves. The main risk factors observed, present in more than 95% of the farms were: high daily thermal amplitude, sanitary break absence, intestinal parasites presence in sows and her litters, colibacillosis vaccination absence. The results indicate the presence of risk factors in the farms studied which reduce the piglets performance.

Key words: piglets, ecopathology, weaning.

1. Méd. Vet., MSc. – Pesquisador do Departamento de Medicina Veterinária Preventiva, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Londrina, Caixa Postal 6001, 86.051-970, Londrina – PR, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: bgbrito@zipmail.com.br

2. Méd. Vet., MSc – Pesquisador do Centro Nacional de Pesquisas em Suínos e Aves/EMBRAPA, Caixa Postal 21, 89700-000, Concórdia – SC, Brasil.

3. Biólogo, MSc – Pesquisador do Centro Nacional de Pesquisas em Suínos e Aves/EMBRAPA, Caixa Postal 21, 89700-000, Concórdia – SC, Brasil.

4. Bióloga, MSc – Doutoranda do Curso de Zoologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Av. Ipiranga, 6681, prédio 12C, 90619-900, Porto Alegre – RS, Brasil.

INTRODUÇÃO

A diarreia é uma das principais enfermidades que afeta leitões lactentes (MORES et al., 1989 e BARCELLOS e STEPAN, 1991). BARCELLOS et al. (1980), ao examinarem 133 granjas no Rio Grande do Sul verificaram que, em 48% destas, existia problemas diarreicos. No Paraná, por meio de um levantamento epidemiológico realizado pela EMBRAPA-SEAB (1986), constatou-se que, em torno de 25% das granjas de suínos do Estado apresentavam problemas semelhantes.

A importância econômica da diarreia deve-se não somente à morte de leitões, mas, principalmente, pela redução no desenvolvimento destes, 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 entre 15 a 20%, destacando-se o esmagamento, a inanição e a diarreia como principais causas (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 percentual. No Rio Grande do Sul, BARCELLOS (1989) fez um levantamento das causas de refugagem em granjas industriais, constatando que 25,19% dos animais refugos tinham histórico de diarreia.

A diarreia pré-desmame é uma doença multifatorial com o envolvimento de vários microrganismos, merecendo destaque, dentre outros: *Escherichia coli*, rotavírus, *Isospora suis*, picobirnavírus, *Cryptosporidium sp*, *Campylobacter sp*, *Balantidium coli* e suas associações (FITZGERALD et al., 1988 e BRITO et al., 1995). Estudos ecopatológicos realizados na França, Portugal e Brasil demonstraram claramente o efeito dos fatores ambientais, alimentares e de manejo como fatores predisponentes de diarreia em leitões lactentes (MADEC et al., 1982; VIEIRA e VIEIRA, 1988; MORES et al., 1989; SILVA et al., 1998).

A falta de higiene, a desinfecção inadequada, a ausência de vazão sanitário, a não realização do sistema "all in all out" (NIGRELLI e ZAVANELLA, 1983) e a lotação de animais por área (NICKS e DECHAMPS, 1987), são causas de aumento do número de microrganismos nas instalações. SANTOS (1988) cita a qualidade da água como uma causa de diarreia em leitões e BRITO et al. (1998) demonstraram que amostras de *E. coli* presentes na água podem apresentar os mesmos fatores de virulência encontrados em amostras de *E. coli*, que provocam diarreia em leitões. Além disto, a temperatura e a umidade são importantes

na sobrevivência da *E. coli* no ambiente (WATHES et al., 1986). Estes fatores e a ventilação deficiente são causas de estresse; portanto, com grande potencial para imunodeprimir os animais (NIGRELLI e ZAVANELLA, 1983).

As medidas de controle de diarreia, à base de medicamentos, determinam resultados irregulares e só temporariamente satisfatórios. Este fato justifica o estudo das condições de manejo e de meio ambiente, visando a adoção de medidas preventivas gerais de controle.

O objetivo deste trabalho foi identificar os fatores de risco associados à diarreia dos leitões lactentes, à taxa de mortalidade e à baixa performance dos leitões, em granjas do sudoeste do Paraná.

MATERIAL E MÉTODOS

No período de verão do ano de 1991, foram avaliadas 22 granjas com população mínima de 30 matrizes em sistema confinado, localizadas no sudoeste do Paraná, Brasil. Em cada granja foram acompanhadas, no mínimo, seis porcas e suas respectivas leitegadas, do momento do parto até a desmama. Foram estudadas 4 variáveis objetivas e 16 variáveis explicativas, através da aplicação do protocolo desenvolvido por MORES et al. (1991). As variáveis objetivas estudadas foram: presença de diarreia em leitões lactentes (DIAR), taxa de mortalidade em leitões no período de aleitamento (TM), coeficiente de variação de peso dos leitões ao desmame (CV) e o ganho de peso médio diário dos leitões lactentes (GMD). As observações, quanto à ocorrência de diarreia e as causas de mortalidade, foram realizadas, diariamente, a partir do primeiro dia de vida dos leitões. Considerou-se a leitegada com diarreia, quando mais de dois leitões eram afetados. Após, tomando-se como base a leitegada, classificou-se a diarreia em três categorias de ocorrência: **1 – ausente**: quando não houve diarreia em nenhum dia na leitegada; **2 – pouca**: quando a leitegada apresentou diarreia durante 1 a 5 dias; **3 – muita**: quando a leitegada apresentou diarreia por mais de 5 dias. Quanto às pesagens dos leitões, estas foram realizadas em grupo, ao nascimento, e individualmente, por ocasião desmame, a fim de se avaliar o ganho de peso médio diário no período e a uniformidade das leitegadas no desmame.

As variáveis explicativas avaliadas foram: amplitude térmica diária na maternidade durante trinta dias (AMP), vazão sanitário (VAS), qualidade da ventilação (VEN), condição corporal das porcas (NUT), problemas de parto e puerpério nas matrizes (PPP), percentagem de abertura da maternidade (ABE), presença de forro na maternida-

de (FOR), temperatura mínima interna (TMI), área da cela parideira (APA), utilização de escamoteador (ESC), assistência ao parto (ASA), aleitamento coletivo (ALG), parasitismo intestinal (PAR), número de leitegadas por sala (NLG), problemas de parto e puerpério (PPP), peso médio ao nascer (PMN), presença de onfalite (ONF) e utilização de vacina contra colibacilose (VAC). A classificação do estado nutricional das matrizes foi realizada por ocasião do parto, utilizado-se uma graduação baseada no estado corporal, de acordo com uma escala de 1 a 5, sendo 1 para muito magra e 5 para adequada (MORES et al., 1989). Para avaliação clínica dos leitões, quanto à presença ou não de onfalite, examinaram-se 30 leitões entre 10 e 15 dias de idade. Os exames coproparasitológicos das porcas e dos leitões no dia do desmame foram conduzidos pela metodologia de WILLIS-MOLLAY modificada por FORTES e HOFFMAN (1980).

As variáveis objetivas e explicativas, medidas nas granjas, foram avaliadas e classificadas através do software "ECOSUI", desen-

volvido pelo CNPSA/EMBRAPA, para identificação dos fatores de risco (MORES et al., 1989).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas tabelas 1 e 2 são apresentados os dados de frequência de granjas quanto as variáveis objetivas e explicativas estudadas. A frequência de granjas que atingiram os objetivos propostos, tais como: ocorrência de diarreia (4/22), taxa de mortalidade de leitões (2/22), coeficiente de variação do peso ao desmame (1/22) e ganho de peso diário dos leitões (1/22), foi muito baixa (Tabela 1). Estes dados indicam que os fatores de risco presentes nesta fase da criação devem ser corrigidos para maximizar a produtividade dos leitões durante o aleitamento. Resultados positivos, usando os mesmos princípios metodológicos através da identificação e correção dos fatores de risco, foram obtidos por MADEC et al. (1986) e VIEIRA et al. (1989), na França e Portugal, respectivamente.

TABELA 1 – Variáveis objetivas, classificação e frequência por classes em 22 granjas estudadas no sudoeste do Paraná

VARIÁVEIS	CLASSES*	Nº DE GRANJAS (%)
Diarreia dos leitões em aleitamento	Insignificante	04 (18%)
	Pouco	16 (73%)
	Muita	02 (09%)
Taxa de mortalidade em leitões em amamentação	Até 6%	02 (09%)
	De 6,1 a 12%	08 (36%)
	Superior a 12%	12 (55%)
Coeficiente de variação do peso dos leitões ao desmame (desvio padrão/média)	Inferior a 15%	01 (05%)
	De 15 a 20%	08 (36%)
	Superior a 20%	13 (59%)
Ganho de peso médio diário dos leitões no aleitamento	Inferior a 160g	10 (45%)
	De 161 a 200g	11 (50%)
	Superior a 200g	01 (05%)

* Classes em **negrito** representam os objetivos a serem atingidos com os leitões na fase de maternidade.

Com relação às variáveis explicativas, os principais fatores de risco observados, presentes em mais de 59% das granjas estudadas, foram: ausência de forro, amplas variações térmicas diárias no interior das salas de maternidade, uso do sistema de manejo contínuo sem vazio sanitário entre lotes, falta de assistência ao parto, presença de parasitismo intestinal, número excessivo de leitegadas por sala, presença de onfalite, problemas com as porcas no puerpério e a não utilização de vacina contra a colibacilose neonatal nas porcas (Tabela 2). A alta frequência de fatores de risco nas granjas estudadas pode explicar o baixo desempenho dos leitões

e a alta ocorrência de diarreia na fase de amamentação, fazendo com que a maioria das granjas não atingissem os objetivos estabelecidos para essa fase de criação (Tabela 1).

Ao analisar-se, isoladamente, as variáveis explicativas e seus limites, encontrou-se situações bastante variadas (Tabela 2). Considerando o parâmetro percentual de aberturas laterais, observou-se que 59% das granjas apresentavam aberturas laterais com valores inferiores a 20%, e 41% das granjas tinham percentagem de aberturas consideradas adequadas. Quanto à existência de forro no teto, apenas 23% das granjas adotaram este

recurso técnico de controle de temperatura. Possivelmente, como consequência destas duas variáveis, a amplitude térmica diária na maternidade, com valores superiores a 6°C, foi observada pelo menos por 10 dias em todas as granjas avaliadas. Quanto à área das celas parideiras, 50% das granjas apresentavam celas com área superior a 3,6 m², considerada ideal. A existência de escamoteador para leitões foi encontrada em apenas 36% das instalações e o vazio sanitário foi utilizado em somente 5% das granjas. Certamente, este é um do fator de risco muito importante, devendo ser corrigido com o objetivo de melhorar as condições de higiene das maternidades. O uso inexpressivo do vazio sanitário provavelmente se constitua numa das explicações para a alta frequência de diarreia e onfalite observada em 86% das granjas. Uma situação desfavorável para a viabilidade dos leitões recém-nascidos decorreu do fato de que somente 32% dos criadores assistiam ao parto regu-

larmente. AUMAITRE (1985) relata que as causas de mortalidade de leitões lactentes estão intrinsecamente relacionadas com os cuidados dispensados ao leitão no momento do nascimento, sendo pouco influenciadas por causas patológicas diretas.

Quanto ao estado nutricional das matrizes, as observações foram bastante satisfatórias, uma vez que 92% das granjas apresentaram os animais em boa condição corporal, o que é coerente com o peso médio dos leitões ao nascimento que, em 91% das granjas, foi igual ou superior a 1,3 kg. Entretanto, a variável parasitismo das reprodutoras e dos leitões foram desfavoráveis, sendo que 95% das granjas apresentaram animais com presença de ovos de endoparasitas no exame coproparasitológico. Quanto ao número de leitegadas por sala, observou-se que 23% das granjas dispunham de alojamento para até 10 leitegadas, 18%, para 11 a 15 leitegadas e 59%, para mais de 15 leitegadas.

TABELA 2 – Variáveis explicativas, classificação e frequência por classes em 22 granjas estudadas na região sudoeste do Paraná

VARIÁVEIS	CLASSES*	Nº DE GRANJAS (%)
Percentagem de abertura na maternidade em relação às paredes laterais	Até 5%	01 (05%)
	De 5,1 a 20%	12 (54%)
	<i>Superior a 20%</i>	09 (41%)
Forro no teto	<i>Presente</i>	05 (23%)
	Ausente	17 (77%)
Temperatura média mínima na maternidade, em 30 dias (°C)	Inferior a 16°C	00 (00%)
	<i>Superior a 16°C</i>	22 (100%)
Número de dias com amplitude térmica maior que 6°C na maternidade, em 30 dias	<i>De 1 a 6 dias</i>	00 (00%)
	De 7 a 10 dias	00 (00%)
	Superior a 10 dias	22 (100%)
Área da cela parideira	Até 3 m²	03 (14%)
	De 3,1 a 3,6 m ²	08 (36%)
	<i>Superior a 3,6 m²</i>	11 (50%)
Escamoteador para leitões	<i>Presente</i>	08 (36%)
	Ausente	14 (64%)
Manejo sanitário da maternidade entre lotes	Manejo contínuo	21 (95%)
	Vazio até 5 dias	00 (00%)
	<i>Vazio superior a 5 dias</i>	01 (05%)
Assistência ao parto	<i>Faz</i>	07 (32%)
	Não faz	15 (68%)
Aleitamento em grupo	Faz	07 (32%)
	<i>Não faz</i>	15 (68%)
Condição corporal das porcas antes do parto, nota de 1 (muito magra) a 5 (condição ótima)	Até 3,0	00 (00%)
	De 3,1 a 4,0	04 (18%)
	<i>Superior a 4,0</i>	18 (92%)
Parasitismo nas porcas e nos leitões (exame coprológico)	<i>Negativo</i>	01 (05%)
	Positivo	21 (95%)
Número de leitegadas por sala	<i>Até 10</i>	05 (23%)
	De 11 a 15	04 (18%)
	Superior a 15	13 (59%)
Peso médio dos leitões ao nascer	Inferior a 1,3 kg	02 (09%)
	De 1,3 a 1,5 kg	13 (59%)
	<i>Superior a 1,5 kg</i>	07 (32%)
Inflamação do umbigo dos leitões (exame entre 10 a 15 dias de idade):	Presente	19 (86%)
	Ausente	03 (14%)
Problemas de parto e puerpério nas porcas	Presente	19 (100%)**
	<i>Ausente</i>	00 (00%)
Uso de vacina contra colibacilose nas porcas	<i>Sim</i>	01 (05%)
	Não	21 (95%)

*Classes em **negrito** representam fatores de risco para os problemas dos leitões na maternidade, os quais devem ser evitados ou corrigidos para atingir as classes em *itálico*.

**Dados perdidos em 3 granjas.

A presença de onfalite nos leitões, até o décimo dia de vida, foi observada em 86% das criações e isto pode ser conseqüência da falta de vazio sanitário e do não acompanhamento dos partos, observados em 95% e 68% das granjas, respectivamente. Segundo SVENDSEN e BILLIE (1981), as taxas de mortalidade decorrentes de problemas do corte e de desinfecção do umbigo podem atingir

valores de até 2%. Ademais, apenas 5% das granjas utilizavam a vacina contra colibacilose neonatal como prática sanitária preventiva contra a diarreia.

A ocorrência de diarreia significativa identificou-se com o ganho de peso e a uniformidade das leitegadas ao desmame, cujos valores se apresentaram próximos de seus limites mínimos. SVENSMARK et al. (1989) observaram que leitegadas com diar-

réia pré-desmame tinham menor uniformidade e pesavam, em média, 400 g a menos aos 30 dias, em comparação com leitegadas sem diarreia.

CONCLUSÕES

Nas granjas estudadas da região sudoeste do Paraná existem vários fatores de risco que favorecem a ocorrência de problemas sanitários diversos nos leitões, na fase de maternidade. Os principais fatores identificados foram: problemas com as porcas no parto e puerpério, amplitudes térmicas diárias elevadas, ausência de vazão sanitário, excesso número de leitegadas por sala, parasitismo intestinal, falta de assistência ao parto, presença de leitões com onfalite e a não utilização de vacina contra colibacilose neonatal. Conseqüentemente, a maioria das granjas não atingiam as metas estabelecidas para a fase de aleitamento dos leitões, quanto ao ganho de peso diário, homogeneidade do peso ao desmame, taxa de mortalidade e ocorrência de diarreia. Neste sentido, ações devem ser implementadas para corrigir os fatores de risco existentes em cada criação para melhorar o desempenho dos leitões e reduzir a taxa de mortalidade.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- AUMAITRE, A. Algumas informações básicas sobre a biologia dos leitões recém-nascidos objetivando o aumento da taxa de sobrevivência. *A Hora Veterinária*, Porto Alegre, v.5, n.28, p.21-28, 1985.
- 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: ABRAVES*, 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: ABRAVES*, 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.
- BRITO, B.G.; PINTO, A.L.S.; TAGLIARI, K.C.; CATARINO, L.M.G.M.; BARCELLOS, D.E.S.N. Virulence factors in *Escherichia coli* strains isolated from water sources in pig farms in the state of Rio Grande do Sul, Brazil. In: INTERNATIONAL PIG VETERINARY SOCIETY CONGRESS, UK., 1998. *Anais... Birmingham:IPVS*, 1998, p.16.
- EMBRAPA-SEAB. *Característica da produção de suínos no Estado do Paraná*. Concórdia, 1986. 38p. (Circular Técnica, 1986)
- FITZGERALD, G.R.; BARKER, T.; WELTER, C.J. Diarrhea in young pigs: comparing the incidence of the five most common infectious agents. *Veterinary Medicine*, Denville, v.83, n.1, p. 80-86, 1988.
- FORTES, E.; HOFFMAN, R.P. *Parasitologia Veterinária*. 3. ed. Porto Alegre:Sulina, 1980. p.254.
- 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.
- MADEC, F.; JOSSE, J.; JESTIN, A. Les diarrhéées blanches du porcelet sous la mère. I - Étude écopathologique dans les élevages de Bretagne. *Recueil de Médecine Veterinaire*, Paris, v.162, p.1087-1093, 1986.
- MORES, N.; SOBESTIANSKY, J.; CIACCI, J.R. et al. **Fatores de risco na maternidade associados a diarreia, mortalidade e baixo desempenho dos leitões**. Concórdia: EMBRAPA/CNPSA, 1991. 5p. (Comunicado Técnico, 178)
- 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: ABRAVES*, 1989. p.85.
- NICKS, B.; DECHAMPS, P. Condizioni ambientali e patologia infettiva. *Selezione Veterinaria*, v.28, p.1071-1077, 1987.
- NIGRELLI, D.; ZAVANELLA, M. Le infezioni sostenute da *Escherichia coli* nel suinetto prima e dopo lo svezzamento. *Selezione Veterinaria*, v.24, p.383-411, 1983.
- SANTOS, J.L. Diarreias de suínos em nível de granja. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.13, n.156, p.18-25, 1988.
- SILVA, C.A.; BRITO, B.G.; MORES, N.; AMARAL, A.L. Fatores de risco relacionados com o desempenho de leitões lactentes em granjas de suínos da região norte do Paraná. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.28, n.4, p.677-681, 1998.
- SVENDSEN, J.; BILLIE, N. Reducing baby pig mortality. In: LEMAN, A.D. et al. *Diseases of swine*. 5. ed. Ames:Iowa State University Press, 1981. p.729-736.
- SVENSMARK, B.; JORSAL, S.E.; NIELSEN, K. et al. Epidemiological studies of piglet diarrhea in intensively managed Danish sow herds. I Pre-weaning diarrhoea. *Acta Veterinaria Scandinavica*, Vanlose, v.30, p.43-53, 1989.
- VIEIRA, R.P.; VIEIRA, H.P. Contribuição para o estudo da patologia urinária das porcas exploradas intensivamente em Portugal. *Revista Portuguesa Ciências Veterinárias*, Lisboa, v.83, n.488, p.353-367, 1988.
- VIEIRA, R.P.; VIEIRA, H.P.; MADEC, F. Aplicação da análise multidimensional na prevenção da patologia digestiva do desmame em suinocultura intensiva. *Revista Portuguesa Ciências Veterinária*, Lisboa, v.84, n.492, p.229-241, 1989.
- WATHES, C.M.; HOWARD, K.; WEBSTER, A.J.F. The survival of *Escherichia coli* in an aerosol at air temperatures of 15 and 30°C and a range of humidities. *The Journal of Hygiene*, Cambridge, v.97, n.3, p.489-496, 1986.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos produtores que participaram do estudo, pelo auxílio na coleta dos dados, e ao Instituto Agrônomo do Paraná, pelo financiamento do projeto.

EFETOS DO DESMAME PRECOCE E ALEITAMENTO INTERROMPIDO SOBRE A REPRODUÇÃO DE VACAS E O DESENVOLVIMENTO DE TERNEIROS DE CORTE¹

CARLOS SANTOS GOTTSCHALL², RONALD ERTL PETRY³

RESUMO – Foram avaliados os efeitos do desmame precoce (DP) e aleitamento interrompido (AI) em vacas e terneiros de corte da raça Santa Gertrudis. Para as vacas, foram avaliados: peso ao início do acasalamento (PIAv), peso ao início do desmame precoce (PDPv), peso ao final do acasalamento (PFAv), peso final (PFv), ganho médio diário (GMDv) e taxa de repetição de prenhez (TP). Para os terneiros, foram avaliados: peso ao desmame precoce (PDPT), peso ao final do experimento (PFt) e ganho médio diário (GMDt) de terneiros submetidos aos tratamentos DP e AI. A estação de acasalamento foi de 01/12/97 a 28/02/98, o DP foi realizado em 03/01/98 e o AI, em 02/12/97, 03/01/98 e 03/02/98. Os dados de PDPv, PFAv, GMDv, PDPT, PFt e GMDt, foram obtidos através de análise de variância e avaliados pelo teste-F. A TP foi analisada pelo Qui-quadrado. O PIAv, PDPv, PFAv e PFv foram de 427,0 e de 446,9 kg, 432,9 e 343,9 kg, 464,0 e 452,4 kg, e 472,5 e 435,5 kg, para as vacas do grupo DP e AI, respectivamente, sem diferença significativa ($P>0,05$). Entretanto, o GMDv, no período de 01/12/97 a 28/02/98, foi de 0,421 e 0,059 kg/dia, para DP e AI, respectivamente ($P<0,01$). A TP foi de 90%, para DP, e 23,8 %, para AI ($P<0,01$). O PFt foi de 143,1 kg, para DP, e 172,1 kg, para AI ($P<0,01$), e o GmDp-Pf foi de 0,237 e 0,532 kg/dia ($P<0,01$), para terneiros DP e AI, respectivamente. As vacas submetidas ao DP apresentaram maior TP e maior GMD, entre janeiro e maio, enquanto os terneiros do grupo AI apresentaram maior PFt e GMD.

Palavras-chave: desempenho reprodutivo, ganho de peso, vacas de corte.

EFFECTS OF EARLY WEANING AND TEMPORARY CALF REMOVAL ON BEEF COW REPRODUCTION AND CALF GROWTH

ABSTRACT – The effects of early weaning (EW) and temporary calf removal (TCR) on beef cattle cows and their calves were evaluated. Also were assessed: the weight at beginning of the breeding season (WBBS_c), the weight at beginning of the early weaning (WEW_c), the weight at the end of breeding season (WEBS_c), the final weight (FW_c), the average daily gain (ADG_c), and the pregnancy rate (PR), for the cows. It was evaluated the early weaning weight (EWW_{calf}), the weight at the end of the trial (Ew_{calf}), and the average daily gain (ADG_{calf}), for the calves submitted to EW or TCR. The breeding season started at 12/01/97 and finished at 02/28/98. The EW was measured at 01/03/98, and the TCR at 12/02/97, 01/03/98, and 02/03/98. WBBS_c, WEW_c, WEBS_c, and FW_c were 427.0 and 446.9 kg, 432.9 and 343.9 kg, 464.0 and 452.4 kg, 472.5 and 435.5 kg, for the cows submitted to EW and TCR, respectively, with no significance ($P>0.05$). However, the ADG_c, from 12/01/97 to 02/28/98, was 0.421 and 0.059 kg/day to the EW and TCR, respectively ($P<0.01$). The PR was 90%, for the EW group, and 23.8 %, for the TCR group ($P<0.01$). The Ew_{calf} was 143.1 and 172.1 kg, for the EW and TCR groups, respectively, ($P<0.01$). The ADG_{calf} was 0.237 and 0.532 kg/day ($P<0.01$), respectively, for calves submitted to EW or TCR group. The cows submitted to EW showed a higher PR and ADG_c. However, the calves in the TCR group showed higher Ew_{calf} and AVDC_{calf} than the EW calves.

Key words: reproductive performance, average daily gain, beef calf.

INTRODUÇÃO

A eficiência reprodutiva dos rebanhos de cria do Rio Grande do Sul apresenta índices muito abaixo dos desejados. Segundo CACHAPUZ (1984), a taxa de natalidade média do rebanho gaúcho é inferior a 50%, sendo a taxa de repetição de prenhez de vacas com cria ao pé, muitas vezes inferiores a 20% (JACONDINO, 1984; GOTTSCHALL e LOBATO, 1996; GOTTSCHALL e JUNQUEIRA, 1997). São descritos, como os principais fatores responsáveis pelos baixos índices reprodutivos, a deficiência nutricional dos campos naturais durante o período hibernal e a insuficiente utilização de práticas de manejo (LOBATO, 1985; GOTTSCHALL e JUNQUEIRA, 1997).

Vacas com cria ao pé apresentam exigências nutricionais 40% a 50% superiores às de vacas em

gestação e estas, maiores que as de vacas secas (CHURCH, 1988). A deficiente produção de matéria seca dos campos naturais durante a época fria do ano leva a uma perda de peso, diminuição da condição corporal e, conseqüentemente, parada da atividade sexual do ventre. Segundo SHORT et al. (1990), os nutrientes são divididos por ordem de prioridade, primeiro para manter a vida do animal e, depois, para perpetuar a espécie. Vacas que passam o inverno em campo natural com perda de peso, parem em péssimas condições corporais, devendo recuperar o peso perdido durante o inverno, para, então, retornar à atividade sexual.

A utilização de pastagens implantadas durante o período de inverno, visando suprir os requerimentos nutricionais e manter o peso e a condição corporal da vaca, pode ser utilizada para elevar os índices de produção da bovinocultura gaúcha. Se-

1. Projeto financiado pela UNIVERSIDADE LUTERANA DO BRASIL – ULBRA.

2. Médico Veterinário, M.Sc. – Prof. Adjunto, Curso de Medicina Veterinária da ULBRA. Av. Miguel Tostes, 101 Bairro São Lufs, 92420-280 Canoas, RS. E-mail: gots@fundatec.iche.br

3. Aluno de graduação – Curso de Medicina Veterinária da ULBRA.

gundo LOBATO e BARCELLOS (1992), a utilização de pastagens implantadas durante um período de 60 dias pós-parto, elevou a taxa de repetição de prenhez, em vacas com cria ao pé, para 66,7%. Porém, os custos com a implantação de pastagens limitam o seu uso.

Práticas de desmame podem ser utilizadas como ferramenta para o aumento da eficiência reprodutiva dos rebanhos, favorecendo a repetição de prenhez da vaca, sem prejuízo ao terneiro. O desmame deve favorecer a vaca, sem prejudicar o terneiro (ROVIRA, 1996). Práticas de desmame, como o desmame precoce (DP) e o aleitamento interrompido (AI) (SIMEONE, 1995), podem ser utilizadas com o objetivo de aumentar os índices reprodutivos do rebanho de cria. O desmame precoce ocasiona uma diminuição nas exigências nutricionais do ventre (SIMEONE, 1995), enquanto o AI ocasiona alterações do perfil hormonal através das interrupções da lactação (SHORT et al., 1990), havendo interações entre o nível nutricional e reservas corporais dos ventres (HOLNESS e HOPLEY, 1978). Segundo GOTTSCHALL et al. (1997a), vacas submetidas ao desmame precoce (em média 83 dias de lactação), apresentaram um aumento de 50 pontos percentuais em relação às vacas submetidas ao sistema tradicional (7-8 meses de lactação). LOBATO e BARCELLOS (1992) encontraram índices de 68% de repetição de prenhez em vacas com desmame dos terneiros aos três meses em campo natural. Sobre o aleitamento interrompido, LEAL et al. (1982) e MAKARECHIAN e ARTHUR (1990) não encontraram diferenças entre os tratamentos desmame temporário e grupo testemunha (desmame convencional) para ganho de peso no período e, conseqüentemente, para taxa de prenhez.

Os objetivos deste trabalho foram avaliar as técnicas de desmame precoce e aleitamento interrompido sobre a reprodução de vacas de corte e o desenvolvimento de seus terneiros.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no município de Pantano Grande, Depressão Central do estado do Rio Grande do Sul, entre setembro de 1997 e maio de 1998. Foram utilizados 61 animais da raça Santa Gertrudis definida, sendo 31 vacas de diferentes idades e 30 terneiros nascidos na primavera.

Os tratamentos avaliados foram o desmame precoce (DP) e aleitamento interrompido (AI). As vacas foram mantidas em potreiro único de campo nativo, composto, basicamente, de grama forquilha (*Paspalum notatum*), na lotação usual da propriedade, de aproximadamente 0,8 vaca/cria/ha. Os terneiros do grupo desmame precoce (DP) per-

maneceram com as vacas até 03 de janeiro de 1998, ocasião do desmame, sendo a idade média dos terneiros de 82 dias. Após o aparte, os terneiros ficaram confinados em mangueira, recebendo água e volumoso à vontade, e ração concentrada com 18% de proteína bruta, na base de 1,2% do peso vivo, conforme descrito por ECHAZARRETA (1993), até atingirem o peso de 120 kg, sendo então conduzidos a campo cultivado com milheto (*Pennisetum americanum*) e papuã (*Bachiaria plantaginea*). Os terneiros do grupo aleitamento interrompido (AI) permaneceram com as vacas até o desmame convencional, em maio de 1998. Durante o período de acasalamento, os terneiros do grupo AI foram separados das vacas em três ocasiões, por um período de três dias, em cada ocasião. Durante o aparte, os terneiros do grupo AI foram mantidos em mangueira, com água à vontade, por três dias, e, após este período, retornando para o campo com suas mães. O primeiro AI foi realizado ao início da estação de acasalamento e os seguintes a cada 30 dias, aproximadamente.

A estação de acasalamento foi de 01/12/1997 a 28/02/1998, com o uso de 3% de touros com aptidão reprodutiva, certificada por exame andrológico.

A primeira pesagem foi realizada ao início do experimento, e as seguintes, a cada 28 dias, aproximadamente, coincidentes com práticas de manejo tais como: desmame precoce, aleitamento interrompido, final do acasalamento e desmame convencional. Todas as pesagens foram realizadas pela manhã, sem jejum prévio.

A taxa de repetição de prenhez (TP) foi realizada através de palpação retal, 70 dias após a retirada dos touros.

As variáveis analisadas para as vacas foram:

- peso ao início do acasalamento (PIAv);
- peso ao desmame precoce (PDPv);
- peso ao final do acasalamento (PFAv);
- peso ao final do experimento, em maio (PFv);
- escore de condição corporal ao final do experimento (CCf);
- ganho médio diário do início do acasalamento ao final do acasalamento (GmI-Fa);
- ganho médio diário do desmame precoce ao final do acasalamento (GmDp-Fa);
- ganho médio diário do desmame precoce ao final do experimento, (GmDp-Pf);
- taxa de repetição de prenhez (TP).

As variáveis para os terneiros foram:

- peso ao desmame precoce (PDPT);
- peso ao final do experimento, em maio (PFT);
- ganho médio diário do nascimento ao peso final, em maio, (GmN-F);
- ganho médio diário do desmame precoce ao peso final, em maio, (GmDp-Pf).

A TP foi analisada pelo teste χ^2 (Qui-quadrado), segundo GOMES (1990). A análise dos dados de variação contínua (PIAv; PDPv; PFAv; PFv; GmI-Fa; GmDp-Fa; GmDp-Pf; PDpt; PFA; PFt; GMDn-dp e GmN-F) foi realizada pelo sistema GIVENS de análises estatísticas para dados desbalanceados e modelos fixos (FRIES, 1987). O delineamento utilizado foi completamente casualizado (DCC). As diferenças entre as médias foram testadas pelo teste-F.

O PDpt, o PFA e o PFt foram analisados contendo os efeitos do tratamento (DP e AI) e, como covariável, a data de parto da mãe. O GMDn-dp e GmN-F foram analisados contendo os efeitos do tratamento (DP e AI) e, como covariável, a idade em dias para o PFt. Inicialmente foram realizadas análises para PFt e GmN-F, contendo os efeitos do sexo e a idade da vaca. Os resultados apontaram ausência de significância, sendo o sexo do terneiro e a idade da vaca retirados do modelo. A Tabela 1 apresenta a distribuição de vacas e terneiros conforme o tratamento.

TABELA 1 – Distribuição dos animais conforme tipo e tratamento (DP e AI)

Tipo de animal	Tratamento	
	DP	AI
Vacas	10	21
Terneiros	11	19

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análises de desempenho das vacas

A análise dos pesos das vacas, conforme o tratamento DP ou AI, durante o início do acasalamento (PIAv), por ocasião do desmame precoce (PDPv), ao final do período de acasalamento (PFAv) e ao final do experimento, em maio, (PFv), podem ser visualizados nas Tabela 2.

Não houve diferença significativa entre os grupos DP e AI em relação aos pesos das vacas durante o experimento. Resultados semelhantes foram observados por GOTTSCHALL et al. (1997a) com vacas Santa Gertrudis submetidas ao desmame precoce e desmame convencional (DC). BARCELLOS et al. (1996), com vacas Santa Gertrudis, também não encontraram diferenças nos grupos de vacas DP e DC para PIAv e PDPv. Entretanto, o PFAv diferiu significativamente ($P < 0,05$), sendo superior para as vacas do grupo DP.

A Tabela 3 demonstra as variações no GMD das vacas, durante o período experimental, e o es-

core de condição corporal das vacas, ao final do experimento, conforme o tratamento DP ou AI.

TABELA 2 – Peso das vacas (kg) ao início do acasalamento (PIAv), ao desmame precoce (PDPv), ao final do acasalamento (PFAv) e ao final do experimento, em maio (PFv), conforme o tratamento (DP e AI)

Característica avaliada	Tratamento	
	DP	AI
PIAv (kg)	427,0	446,9
PDPv (kg)	432,9	434,9
PFAv (kg)	464,0	452,4
PFv (kg)	472,5	435,5

TABELA 3 – Ganho médio diário das vacas do início ao final do acasalamento (GmI-Fa), do desmame precoce ao final do acasalamento (GmDp-Fa), do desmame precoce ao final do experimento (GmDp-Pf), e escore de condição corporal (CCf) ao final do experimento, conforme o tratamento (DP e AI)

Característica avaliada	Tratamento	
	DP	AI
GmI-Fa (kg)	0,421 ^A	0,059 ^B
GmDp-Fa (kg)	0,539 ^a	0,305 ^b
GmDp-Pf (kg)	0,306 ^A	0,002 ^B
CCf (escala 1 a 5 pontos)	3,28 ^A	2,20 ^B

A-B, Médias, na mesma linha, seguidas por letras diferentes, diferem significativamente entre si pelo teste-F ($P < 0,01$). a-b, Médias, na mesma linha, seguidas de letras diferentes, diferem significativamente entre si pelo teste-F ($P < 0,05$).

As diferenças significativas, demonstradas na Tabela 3, em GMD e CCf para as vacas submetidas ao DP, comparadas ao AI, são resultados da supressão da lactação das vacas desterнейradas precocemente e conseqüente diminuição das exigências nutricionais da vaca. Estes fatores propiciam condições para recuperação da condição corporal, expressa pelo aumento no GMD e maior CCf ao final do experimento. BARCELLOS et al. (1996) encontraram GMD e CCf de 0,653 e 0,343 kg/dia e 3,50 e 2,91 ($P < 0,05$) para vacas que desterнейraram precocemente e pelo sistema tradicional, respectivamente.

A taxa de repetição de prenhez (TP) foi altamente significativa ($P < 0,01$), a favor do grupo DP, quando comparada ao AI, 90,0 % e 23,8 %, respectivamente.

Os resultados de TP e GMD foram superiores para o grupo DP, sendo possível associar maiores valores de GMD durante o período de acasalamento com um maior desempenho reprodutivo das vacas. MOOJEN et al. (1994a) encontraram uma incidência de cio pós-parto de 41,7 %, com um GMD de 0,455 kg/dia, e de 14,3 %, com um GMD de 0,242 kg/dia, para vacas que tiveram seus terneiros desmamados aos 101 e 213 dias, respectivamente. Entretanto, a análise isolada do GMD nem sempre pode ser usada para explicar resultados superiores de TP. Medidas de peso vivo absoluto ou mudanças de peso em determinadas épocas do ano, também podem ser associadas ao desempenho reprodutivo de vacas de corte (ROVIRA, 1974; GOTTSCHALL e LOBATO, 1996). GOTTSCHALL e LOBATO (1996) relatam um GMD, durante a estação de acasalamento, de 0,366 kg/dia e uma TP de apenas 7,9 %. Segundo os autores, devido ao baixo peso e condição corporal em que as vacas se encontravam ao iní-

cio do acasalamento, mesmo apresentando um GMD razoável, o peso ficou abaixo do mínimo compatível com um desempenho reprodutivo satisfatório.

O resultado do grupo AI, para TP, ficou próximo a TP de 20% descrita por GOTTSCHALL et al. (1997a) para o desmame convencional, realizado aos 7-8 meses. Segundo HOLNESS e HOPLEY (1978), há uma interação entre o plano nutricional e o resultado sobre o desempenho reprodutivo de vacas submetidas ao AI. Para estes autores o AI afetou, significativamente, de forma positiva, o desempenho reprodutivo de vacas submetidas a um alto nível nutricional, mas não em vacas submetidas a um baixo nível nutricional. Esta interação também é descrita por SIMEONE (1995).

A Figura 1 mostra a evolução dos pesos vivos, em kg, para as vacas conforme o tratamento (DP e AI). Através da visualização deste gráfico percebe-se, a partir do desmame precoce (03/01/98), uma tendência superior no peso das vacas do grupo DP, sem, no entanto, alcançar diferenças significativas ($P > 0,05$) (Tabela 2). Os fatores responsáveis por este ganho já foram discutidos anteriormente.

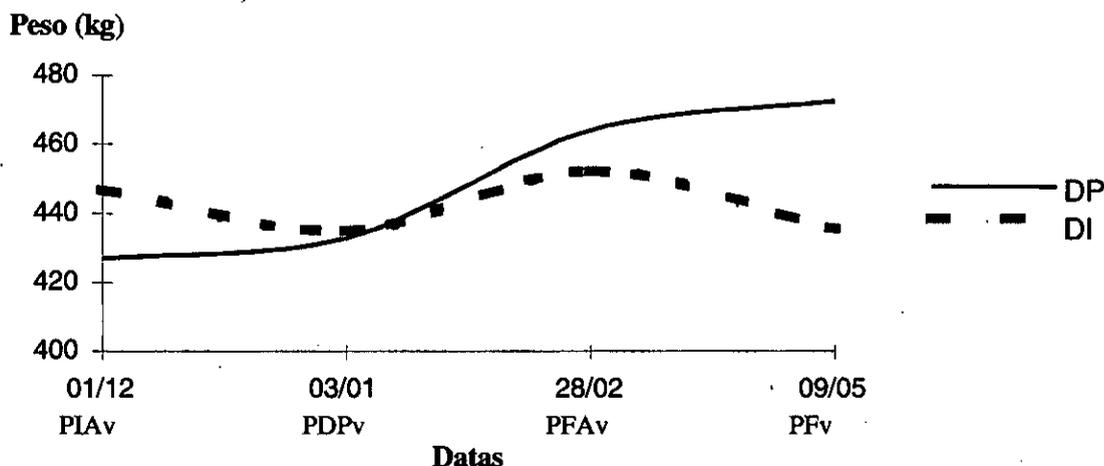


FIGURA 1 - Evolução gráfica do peso vivo, em kg, conforme o tratamento (DP e AI)

Análise do desempenho dos terneiros

A Tabela 4 apresenta os pesos médios dos terneiros por ocasião do desmame precoce (PDPt) e ao final do experimento (PFt), conforme o tratamento (DP e AI).

O PDPt não apresentou diferença significativa entre os tratamentos (DP e AI), sendo a idade média ao DP de 82 dias. LEAL et al. (1977) encontraram pesos de terneiros Charolês aos 110 dias de idade, aproximadamente, 116 kg.

Para o PFt houve uma diferença significativa ($P < 0,01$) entre os tratamentos (DP e AI), sendo

os terneiros do AI, que permaneceram ao pé da vaca, muito mais pesados por ocasião do desmame convencional, quando comparados ao grupo de terneiros DP. Estes resultados concordam com os de MOOJEN et al. (1994b) que também encontraram maiores pesos para terneiros que permaneceram ao pé da vaca, quando comparados ao desmame precoce. Entretanto, LEAL et al. (1982) e POLI et al. (1982) não encontraram diferenças em pesos de terneiros desmamados aos 90 dias de idade, quando comparados ao desmame convencional (205 dias). Convém ressaltar que interações entre fatores, como composição racial, idade e condição

corporal das vacas, sexo, época de nascimento vão afetar o desenvolvimento dos terneiros pré e pós-desmama (ROVIRA, 1974).

TABELA 4 – Pesos médios dos terneiros ao início do desmame precoce (PDpt) e ao final do experimento (PFt), conforme o tratamento

Parâmetro avaliado	Tratamento	
	DP	AI
PDpt (kg)	112,5 ^a	105,9 ^a
PFt (kg)	143,1 ^a	172,1 ^b

^{a-b} Médias na mesma linha, seguidas por letras diferentes, diferem significativamente entre si pelo teste-F (P<0,01)

A Tabela 5 revela as análises de GMD do nascimento ao peso ao final do experimento (GmN-F), e do desmame precoce ao peso ao final do experimento (GmDp-Pf), de acordo com os tratamentos (DP e AI). Os GMDs ajustados para as idades médias de 82 dias, para DP, e 208 dias, para o final do experimento.

Os terneiros do tratamento AI apresentaram uma diferença significativa (P<0,05), para GmN-F, e uma diferença altamente significativa (P<0,01), para GmDp-Pf, em relação aos do tratamento DP. LEAL et al. (1982), POLI et al. (1982) e MOOJEN et al. (1994b) encontraram GMDs semelhantes para terneiros desmamados precocemente, quando comparados aos terneiros que permaneceram com as vacas. Entretanto, GOTTSCHALL et al. (1997b) relatam diferenças em uma das propriedades avaliadas, para terneiros desmamados precocemente, quando comparados aos terneiros que permaneceram com as vacas. Segundo RICHARDSON et al. (1975), quando terneiros desmamados antecipadamente apresentam um desempenho menor do que os que permanecem com as vacas, é porque a alimentação oferecida foi insuficiente para substituir o leite. Desta forma, de acordo com ROVIRA (1974) e RICHARDSON et al. (1975), os terneiros do AI encontraram condições nutricionais mais favoráveis ao seu desenvolvimento que os terneiros do tratamento DP.

TABELA 5 – Ganho médio diário do nascimento ao peso ao final do acasalamento (GmN-F), e do desmame precoce ao peso ao final do experimento (GmDp-Pf)

Parâmetros avaliados	Tratamento	
	DP	AI
GmN-F (kg/dia)	0,520 ^a	0,638 ^b
GmDp-Pf (kg/dia)	0,237 ^A	0,532 ^B

^{a-b} Médias na mesma linha, seguidas de letras diferentes, diferem significativamente entre si pelo teste-F (P<0,05)

^{A-B} Médias na mesma linha, seguidas de letras diferentes, diferem significativamente entre si pelo teste-F (P<0,01)

CONCLUSÕES

– Vacas submetidas ao desmame precoce apresentaram maiores índices de repetição de prenhez que vacas submetidas ao aleitamento interrompido;

– vacas submetidas ao desmame precoce apresentaram maior ganho médio diário, maior peso ao final do acasalamento e maior peso, por ocasião do desmame convencional, do que vacas submetidas ao aleitamento interrompido;

– terneiros submetidos ao aleitamento interrompido (AI) apresentaram superioridade para ganho médio diário e peso final, quando comparados a terneiros do tratamento desmame precoce (DP).

BIBLIOGRAFIA CITADA

- BARCELLOS, J. O. J.; SILVA, M. D. da; SILVA, J. L. C. da. Efeitos do desmame precoce na taxa de prenhez de vacas Santa Gertrudis. *Arquivos da Faculdade de Medicina Veterinária da UFRGS*, Porto Alegre, v.24, n.2, p.30-44, 1996.
- CACHAPUZ, J. M. da S. *Caracterização da bovinocultura de corte no Rio Grande do Sul*. In: ENCONTRO REGIONAL DE PECUÁRIA, 1984, Bagé. *Anais... Bagé: EMBRAPA/CNPO*, 1984. 22p.
- CHURCH, D. C. *The Ruminant Animal: digestive physiology and nutrition*. New Jersey: Prentice Hall O&B Books Inc, 1988. 564p.
- ECHAZARRETA, G. Un ejemplo de la aplicación del destete precoz en la integración cria-invernada. In: JORNADA DE DIFUSIÓN TÉCNICA DEL DESTETE PRECOZ. 1993, Entre Rios. *Anais... Entre Rios: INTAEEA del Uruguay*, 1993. 59p.
- FRIES, L. A. 1987. GIVENS, um sistema de análises estatísticas de dados não balanceados por microcomputador. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 24. 1987, Brasília. *Anais... Viçosa: SBZ*. 1987. p.278.
- GOMES, F. P. *Curso de estatística experimental*, 13. ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 468p.
- GOTTSCHALL C. S. e LOBATO, J. F. P. Comportamento reprodutivo de vacas de corte primíparas submetidas a três lotações em campo nativo. *Revista da Sociedade*

- Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.25, n.1, p.46-57, 1996.
- GOTTSCHALL, C. S. e JUNQUEIRA, C. R. **Coleta e análise sistemática de dados para a avaliação e produtividade de um rebanho de gado de corte**. Canoas: ULBRA, 1997. 47p. (Relatório de Pesquisa)
- GOTTSCHALL, C. S.; DAL-FARRA, R.; SCHIMIDT, F.; PETRY, R. Efeitos da técnica de desmame precoce sobre as variações de peso e a taxa de prenhez de vacas de corte. In: II CONGRESSO DE MEDICINA VETERINÁRIA DO CONE SUL; XIII CONGRESSO ESTADUAL DE MEDICINA VETERINÁRIA E XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 1997, Gramado. **Anais...** Gramado: CONBRAVET-SOVERGS, 1997a. p.258.
- GOTTSCHALL, C. S.; DAL-FARRA, R.; SCHIMIDT, F.; PETRY, R. Efeitos da técnica de desmame precoce sobre o desenvolvimento ponderal de terneiros de corte. In: II CONGRESSO DE MEDICINA VETERINÁRIA DO CONE SUL; XIII CONGRESSO ESTADUAL DE MEDICINA VETERINÁRIA E XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 1997, Gramado. **Anais...** Gramado: CONBRAVET-SOVERGS, 1997b. p.258.
- HOLNESS, D. H.; HOPLEY, J. D. H. The effects of plane of nutrition, live weight, temporary weaning and breed on the occurrence of oestrus in beef cows during the postpartum period. **Animal Production**, Edinburgh, v.26, p.47-54, 1978.
- JACONDINO, L. A. R. **Efeito da idade ao primeiro parto e do nível nutricional no desempenho reprodutivo e na concentração plasmática de glicose, albumina e proteínas totais de vacas de corte**. Porto Alegre: UFRGS, 1984. 115p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Zootecnia, Faculdade de Agronomia, UFRGS, 1984.
- LEAL, T.C.; FREITAS, J.E. de; GOMES, D. B. Desmame de terneiras Charolês aos 110 e 205 dias de idade. **Anuário Técnico do Instituto de Pesquisas Zootécnicas Francisco Osório (IPZFO)**, Porto Alegre. v.9, p.127-134, 1977.
- LEAL, T.C.; SILVA, J. D. F. da; FREITAS, J. E. de. Manejo de vacas da raça Charoleesa visando o aumento da eficiência reprodutiva. **Anuário Técnico do Instituto de Pesquisas Zootécnicas Francisco Osório (IPZFO)**, Porto Alegre. v.9, p.127-134, 1982.
- LOBATO, J. F. P. **Gado de cria: tópicos**. Porto Alegre: Adubos Trevo, 1985. 32p.
- LOBATO, J. F. P.; BARCELLOS, J. O. J. Efeitos da utilização de pastagem melhorada no pós-parto e do desmame aos 100 ou 180 dias de idade no desempenho reprodutivo de vacas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.21, n.3, p.365-395, 1992.
- MAKARECHIAN, M.; ARTHUR, P. F. Effects of body composition and temporary calf removal on reproduction performance of range cows. **Theriogenology**, Davis. v.34 n.3, p.435-443, 1990.
- MOOJEN, J. G.; RESTLE, J.; MOOJEN, E. L. Efeito da época de desmama e da pastagem no desempenho de vacas e terneiros de corte: 1. Desempenho das vacas. **Ciência Rural**, Santa Maria. v.24, n.2, p.393-397, 1994a.
- MOOJEN, J. G.; RESTLE, J.; MOOJEN, E. L.; SILVA, J. H. S. da; SANTOS, G. L. dos. Efeito da época de desmama e da pastagem no desempenho de vacas e terneiros de corte: 2. Desempenho dos terneiros. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.24, n.2, p.399-403, 1994b.
- POLI, J. L. E. H.; PRADIER, G. R.; MUNHOZ, G.M.M.; PERES, P.S.; ZBOROWSKI, A.C. Desmame antecipado de terneiros nascidos no outono. **Anuário Técnico do Instituto de Pesquisas Zootécnicas Francisco Osório (IPZFO)**, Porto Alegre. v.9, p.103-107, 1982.
- RICHARDSON, F. D.; OLIVER, J.; CLARKE, G. P. Y. Analyses of some factors which affect productivity of beef cows and their calves in a marginal rainfall area of Rhodesia. **Animal Production**, Edinburgh, v.21, p.41-49, 1975.
- ROVIRA, J. **Reproducción y manejo de los rodeos de cria**. Montevideo: Hemisferio Sur, 1974. 293p.
- ROVIRA, J. **Manejo nutritivo de los rodeos de cria en pastoreo**. Montevideo: Hemisferio Sur, 1996. 288p.
- SIMEONE, A. J. O. **Efeitos da lotação animal em campo nativo e do controle da amamentação no comportamento reprodutivo de vacas de corte primíparas e no desenvolvimento dos seus terneiros**. Porto Alegre: UFRGS, 1994. 131p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Zootecnia, Faculdade de Agronomia, UFRGS, 1995.
- SHORT, R. E.; BELLOWS, R. A.; STAIGMILLER, R. B.; BERARDINELLI, J. G.; CUSTER, E. E. Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.68, p.799-816, 1990.

LEUCOSE ENZOÓTICA BOVINA EM BOVINOS PRODUTORES DE LEITE IMPORTADOS DO URUGUAI

CARLOS WILLI VAN DER LAAN¹, TELMO VIDOR², FÁTIMA MARTINS BRAGA³, DANIZA HALFEN³, SILVIA DE OLIVEIRA HÜBNER⁴

RESUMO – Durante o período de 1992 a 1997 foram analisadas 19 774 amostras de soro provenientes de bovinos importadas do Uruguai, pelo estado do Rio Grande do Sul, Brasil, através da prova de imunodifusão em ágar gel para detecção de anticorpos contra o vírus da leucose bovina (BLV). Das 19 774 amostras, 3225 (16,30%) foram identificadas como positivas. Os resultados indicam a necessidade de assegurar a importação somente de bovinos negativos para o BLV e da implementação de medidas de controle no Brasil.

Palavras-chave: vírus, gado leiteiro, controle, anticorpo, EBL.

ENZOOTIC BOVINE LEUKOSIS IN DAIRY CATTLE IMPORTED FROM URUGUAY

ABSTRACT – Antibodies to Bovine Leukemia Virus (BLV) were determined by the agar gel immunodiffusion test in serum samples from dairy cattle imported from Uruguay to Brazil. From 19,774 samples tested during 1992-1997, 3,225 (16.30 %) had antibodies. These results suggest the necessity to import only negative cattle to BLV and to implant control measures in Brazil.

Key words: virus, dairy herds, control, antibody, EBL.

INTRODUÇÃO

A leucose enzoótica bovina (EBL) é uma enfermidade causada por um retrovírus oncogênico, conhecido como vírus da leucose bovina (BLV), e afeta, principalmente o gado leiteiro (MILLER et al., 1969). Na sua forma clínica, caracteriza-se por uma linfocitose persistente, de caráter benigno, ou pelo desenvolvimento de linfossarcoma, a neoplasia mais comum no gado leiteiro (FERRER et al., 1979). A maioria dos animais infectados não demonstram qualquer manifestação clínica evidente, mas tornam-se fontes permanentes de infecção.

A transmissão viral resulta da transferência de linfócitos infectados para animais suscetíveis, o que ocorre de forma horizontal e, ocasionalmente, via transplacentária (HÜBNER et al., 1997). Como o BLV infecta exclusivamente linfócitos, procedimentos tais como vacinações, terapêuticas parenterais massais, descornes, cirurgias, palpções retais e tatuagens, podem resultar na transmissão do vírus devido ao uso de materiais contaminados com sangue infectado. A premunição contra *Anaplasma* e *Babesia* sp. também desempenha um importante papel na difusão da infecção pelo BLV, quando animais soropositivos para o BLV são utilizados como doadores (FLORES et al., 1992). Além disso, os insetos hematófagos podem atuar como veículos mecânicos, principalmente em regiões de alta infestação (BUXTON et al., 1985).

A importância econômica da EBL tem aumentado muito nos últimos anos. As perdas econômicas estão associadas às manifestações clínicas da enfermidade (GOMES e FALLAVENA 1988; EMANUELSON et al., 1992), à queda na produção, ao maior risco de incidência de outras doenças (FETROW e FERRER 1982; EMANUELSON et al., 1992) e, principalmente, às restrições de comercialização de animais e seus produtos no mercado internacional (JOHNSON e KANEENE 1991). Muitos países europeus já obtiveram o controle ou erradicação da EBL e não importam animais positivos sorologicamente (JOHNSON e KANEENE 1991). Contudo, deve ser considerado que a tendência mundial é de erradicação da EBL.

A infecção pelo BLV está distribuída mundialmente. No Brasil, vários estudos soro-epidemiológicos comprovam a existência da EBL em todos os estados pesquisados (BIRGEL JR et al., 1995). A EBL está presente em todas as bacias leiteiras do estado do Rio Grande do Sul (MORAES et al., 1996), tendo o primeiro relato sido realizado em animais importados (MERKT et al., 1959). Desde então, a importação de animais infectados tem sido incriminada como um dos fatores responsáveis pela crescente disseminação da infecção pelo BLV no Rio Grande do Sul (KANTEK-NAVARRO et al., 1982; VAN DER LAAN, C.W. et al., 1985; BARROS e FLORES., 1989). Tam-

1. Méd. Vet., MSc. – Professor do Departamento de Veterinária Preventiva, Faculdade de Veterinária, UFPel, 96010-900, Pelotas, RS. Fax (0532) 759159. E-mail willi@ufpel.tche.br (Autor para correspondência).

2. Méd. Vet., PhD. Professor do Departamento de Veterinária Preventiva, Faculdade de Veterinária, UFPel, UFPel, Pelotas, RS

3. Méd. Vet., MSc. Pelotas, RS

4. Méd. Vet., MSc. Professor do Departamento de Veterinária Preventiva, Faculdade de Veterinária, UFPel, Pelotas, RS

Recebido para publicação em 18/01/99.

bém, feiras e exposições contribuem para o livre comércio de reprodutores positivos para o BLV, os quais são utilizados para melhoramento genético de muitos rebanhos e podem disseminar o BLV.

A prova de imunodifusão em ágar gel (IDGA) tem sido adotada pelos órgãos de defesa sanitária animal de diversos países como teste oficial para diagnóstico de infecção pelo BLV. Esta prova detecta a presença de anticorpos contra as principais glicoproteínas do vírus, o que é indicativo de infecção.

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de se obter informações a respeito do índice de portadores do BLV em bovinos produtores de leite importados do Uruguai pelo Rio Grande do Sul, visando com isto contribuir para o melhor conhecimento desta via como potencial de disseminação do BLV no rebanho leiteiro deste Estado.

MATERIAL E MÉTODOS

Durante o período de 1992 a 1997 foram enviadas para o Laboratório Regional de Diagnóstico da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), localizada no estado do Rio Grande do Sul, 19 774 amostras de soro de bovinos provenientes do Uruguai, da raça Holandesa, de idades desconhecidas, visando a detecção de anticorpos contra o BLV.

A pesquisa de anticorpos séricos foi feita pela prova de imunodifusão em ágar gel com antígeno glicoproteico do envelope viral (gp 51) e antígeno estrutural (p24) contidos no kit LEUCOSE BOVINE AGID (Rhone-Mérieux Diagnostics®). Foi utilizado ágar noble a 0,9%, em solução tampão de TRIS, com pH 7,2. A leitura foi feita após 72 horas de incubação a 37° C. Foram consideradas como positivas as amostras em que houve a formação de uma linha de precipitação idêntica àquela formada entre o soro controle positivo e o antígeno.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Das 19 774 amostras de soro analisadas para a presença de anticorpos contra antígenos do BLV, foram identificadas como positivas 3225 (16,30%). O índice de positividade deste estudo é semelhante aos resultados relatados por KANTEK-NAVARRO et al., (1982), MODENA et al., (1983) e FLORES et al., (1992) ao estudarem animais importados do Uruguai. Este índice é considerado significativo, pois há de se considerar que estes animais são portadores do BLV por toda a vida, representando contínua fonte de infecção para os animais dos rebanhos onde serão incorporados. A aquisição de animais importados é realizada por proprietários de estabelecimentos distribuídos em diversos locais do

Estado. Além disso, o fato de estes animais serem introduzidos em rebanhos onde se aplica manejo com tecnologias mais avançadas, proporciona uma maior probabilidade de transmissão do BLV. Isto determina um aumento gradativo da prevalência, dificultando quaisquer medidas de controle da enfermidade. A taxa de infecção nos rebanhos de origem destes bovinos provavelmente deva ser bem maior, pois a maioria das exportações envolve animais jovens, e os inquéritos sorológicos têm indicado que os níveis de positividade aumentam com a idade (FLORES et al., 1992; BIRGEL et al., 1995). Embora o teste de IDGA seja amplamente utilizado para diagnóstico de infecção pelo BLV, há de se considerar, também, que possui limitada sensibilidade, o que resulta no aparecimento ocasional de reações falsamente negativas ou de reações fracas, devido a infecções recentes ou baixos títulos de anticorpos. Assim, alguns bovinos do presente estudo poderiam estar infectados pelo BLV e não terem sido detectados.

O resultado do presente estudo indica que no Rio Grande do Sul há uma contínua importação de bovinos positivos para o BLV, o que pode resultar em muitas perdas econômicas para os produtores leiteiros. As conseqüências econômicas causadas pela enfermidade justificam a implementação de medidas de controle. No Brasil, alguns bovinocultores combatem a leucose bovina voluntariamente, porém, faltam diretrizes dos órgãos competentes de Defesa Sanitária Animal, para que estas realmente tragam os benefícios esperados.

CONCLUSÕES

A falta de um programa sanitário para a EBL, por parte do Brasil, impossibilita a exigência de exames negativos para o BLV em bovinos importados dos países do Mercosul. Frente a esta situação, e com base nos resultados do presente estudo, sugere-se que as autoridades sanitárias implementem um programa de controle da EBL. Desta forma as autoridades sanitárias poderão exigir e fiscalizar a realização de testes sorológicos em bovinos importados, além daqueles de feiras e exposições, para assegurar a negatividade contra a leucose bovina. É claro que a implementação de programas de controle exige um grande esforço das autoridades sanitárias e a participação de produtores e veterinários, mas somente assim serão minimizados os prejuízos causados pela EBL.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- BARROS, C. S. L.; FLORES, E. F. Leucosis bovina. In: XVII JORNADAS URUGUAJAS DE BUIATRIA, 1989, Paysandú, R. O. U. Anais ...Paysandú: [s.n.], 1989.p.1-8.

- BIRGEL JUNIOR, E.H.; D'ANGELINO, J.; BENESI, F.J.; BIRGEL, E.H. Prevalência da infecção pelo vírus da leucose dos bovinos, em animais da raça Jersey, criados no estado de São Paulo. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, Brasília, v.15, n.4, p.93-99, 1995.
- BUXTON, B.A.; HILKLE, N.C.; SCHULTZ, R.D. Role of insects in the transmission of bovine leukosis virus: potential for transmission by stable flies, horn flies and tabanids. *American Journal of Veterinary Research*, Chicago, v.46, n.3, p.123-126, 1985.
- EMANUELSON, V.; SCHERLING, K.; PETTERSON, H. Relationship between herd bovine leukemia virus infection status and reproduction, disease incidence, and productivity in Swedish dairy herds. *Preventive Veterinary Medicine*, Amsterdam, v.12, p.121-131, 1992.
- FERRER, J.F.; MARSHAK, R.R.; ABT, D.S.; KENYON, S.J. Relationship between lymphosarcoma and persistent lymphocytosis in cattle. A review. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, Schaumburg, v.175, n.7, p.705-708, 1979.
- FETROW, J.; FERRER, J.F. Bovine Leukemia Virus Infection and Mastitis. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.65, p.881-882, 1982.
- FLORES, E.F.; WEIBLEN, R.; OLIVEIRA, C.; KREUTZ, L.C. Anticorpos contra o vírus da leucose bovina (VLB) em soro de bovinos provenientes da República Oriental do Uruguai. *A Hora Veterinária*, Porto Alegre, v.12, n.68, p.5-8, 1992.
- GOMES, M.J.P.; FALLAVENA, L.C.B. Leucose enzoótica bovina em reprodutor bovino e a infecção em centrais de inseminação artificial no Rio Grande do Sul. Guaíba: IPVDF., 1988. p.29-35. (BOLETIM TÉCNICO, 130)
- HÜBNER, S.O.; WEIBLEN, R.; MORAES, M.P.; SILVA, A.M.; CARDOSO, M.J.L.; PEREIRA, N.M.; ZANINI, M. Infecção intra-uterina pelo vírus da leucose bovina. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, Belo Horizonte, v.21, n.4, p.08-11, 1997.
- JOHNSON, R.; KANEENE, J. B. Bovine Leukemia Virus. Part IV: Economic impact and control measures. *Compendium on Continuing Education for Practicing Veterinarian*, Trenton, v.13, n.11, p.1727 - 1737, 1991.
- KANTEK-NAVARRO, C.E.; KRUGER, E.R.; WELTE, V.R. Infecção com o vírus da leucose enzoótica bovina em um lote de vacas produtoras de leite importadas do Uruguai. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, Brasília, v.2, n.3, p.125-126, 1982.
- MERKT, H.; GIUDICE, J.C.O.; MULLER, J.A. Leucose bovina: concepção moderna e primeira verificação da doença no Rio Grande do Sul. *Revista Escola de Agronomia e Veterinária do Rio Grande do Sul*, Porto Alegre, v.2, p.7-19, 1959.
- MILLER, J.M.; MILLER, L.D.; OLSON, C.; GILLETE, K.G. Virus-like particles in phytoheagglutinin stimulated lymphocyte culture with reference to bovine lymphosarcoma. *Journal of the National Cancer Institute*, Londres, v.43, p.1297-1305, 1969.
- MODENA, C.M.; ABREU, V.L.V.; SILVA, J.A.; MOREIRA, E.L.; AZEVEDO, N.C.; REHFELD, A.A.M. Ocorrência da infecção pelo vírus da leucose enzoótica bovina em animais importados. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v.35, n. 4, p.565-573, 1983.
- MORAES, M.P.; WEIBLEN, R.; FLORES, E.F.; OLIVEIRA, J.C.D.; REBELATTO, M.C.; ZANINI, M.; RABUSKE, M.; HÜBNER, S.O.; PEREIRA, N.M. Levantamento sorológico da infecção pelo vírus da leucose bovina nos rebanhos leiteiros do estado do Rio Grande do Sul. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.26, n.2, p.257-262, 1996.
- VAN DER LAAN, C.W.; SCARSI, R.M.; ARRIADA, I.N.; RODRIGUES, I.O.R.; RIBEIRO, C.L.G. Leucosis bovina en la región sur de Rio Grande do Sul. In: X CONGRESO ARGENTINO DE VETERINARIA E ZOOTECNIA, 1985, Buenos Aires, Argentina. *Anais...* Buenos Aires: [s.n.], 1985. p.1-4.

SEÇÃO: ZOOTECNIA

SUBSTITUIÇÃO DO GRÃO DE MILHO POR CASCA DO GRÃO DE SOJA NO DESEMPENHO DE NOVILHAS DE CORTE CONFINADAS¹

VIVIAN FISCHER², PAULO ROBERTO FRENZEL MÜHLBACH³

RESUMO – Foi avaliado o efeito da substituição, em quatro níveis (0, 25, 50 e 75 %), de grãos de milho por iguais quantidades de casca não moída do grão de soja sobre o ganho de peso e a conversão alimentar de novilhas de corte em terminação. Adotou-se um delineamento em blocos completos casualizados, com quatro tratamentos, três repetições com nove animais por baia, num total de 108 animais. Os animais receberam dietas à base de silagem de milho, grão de soja, suplemento mineral e quantidades variáveis de grão de milho e de casca do grão de soja, distribuídas duas vezes ao dia. Não foram constatadas diferenças entre os níveis de substituição do grão de milho por casca do grão de soja sobre o peso final, o ganho de peso médio diário e conversão alimentar.

Palavras-chave: consumo alimentar, rendimento, gado.

REPLACEMENT OF GROUND CORN GRAIN BY SOYBEAN HULLS ON THE PERFORMANCE OF CONFINED BEEF CATTLE HEIFERS

ABSTRACT – This trial was conducted to determine the value of soybean hulls as a replacement for corn grain in finishing beef heifers diets. Dietary treatments consisted of four substitution levels (0, 25, 50 and 75 %) of corn grain by whole soybean hulls. Hundred and eight beef cattle heifers were used in a randomized complete block design, with four treatments, three replications, with nine animals in each pen. Animals were fed twice a day with a corn silage based diet, plus whole soybeans, mineral supplement and a variable amount of ground corn grain and soybean hulls. No differences were detected among levels of soybean hulls substituting corn grain upon final weight, daily weight gain or feed conversion.

Key words: diet, weight gain, ruminant.

INTRODUÇÃO

Devido à sua suposta baixa digestibilidade, as cascas dos grãos são consideradas como resíduos. No entanto, a casca do grão de soja tem sido considerada como um suplemento energético, pois o seu fornecimento aos ruminantes permite ganhos de peso e/ou produção de leite muitas vezes comparável ao do milho, devido à boa digestibilidade de sua parede celular, constituída basicamente por celulose (QUICKE et al., 1959; HSU et al., 1987).

A taxa de digestão *in situ* da fibra em detergente neutro (FDN) da casca de soja é elevada, em média de 6 %/hora, e não é afetada por sua forma física (inteira ou moída) (ANDERSON et

al., 1988b). Como a extensão da digestão da FDN é alta, variando de 93 a 95 %, a digestibilidade da fibra da casca do grão de soja pode ser aumentada pela sua maior permanência no rúmen. A casca do grão de soja inteira, comparada com a moída, apresentou menor taxa de passagem através do rúmen (2,8±0,2 vs 4,5±0,3 %/hora). Todavia, em experimentos *in vivo*, utilizando cordeiros alimentados com dietas à base de feno de cevadilha, o fornecimento da casca do grão de soja moída em até 50 % da dieta (peneiras de 3,2, 4,8 e 9,5 mm) não reduziu a digestibilidade da matéria seca da dieta (ANDERSON et al., 1988b).

Entretanto, a maneira como a casca de soja é utilizada na formulação de rações influencia o seu

1. Pesquisa parcialmente financiada pela SAMRIG-SAMBRA

2. Eng. Agr., Ph.D. – Professora do Departamento de Zootecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, UFPel. Campus Universitário, UFPel, 96010-900 Pelotas, RS.

3. Professor – Departamento de Zootecnia, Faculdade de Agronomia, UFRGS, Porto Alegre, RS. Bolsista do CNPq.

Recebido para publicação em 04/06/1998.

valor energético (KLOPFENSTEIN e OWEN, 1987). Seu fornecimento como único volumoso não é recomendado, pois pode ocasionar distúrbios digestivos, produção de fezes moles e diminuição da digestibilidade da fibra (QUICKE et al., 1959), fenômeno parcialmente revertido pelo fornecimento de feno (WAGNER et al., 1965).

O fornecimento de grãos aos ruminantes aumenta a ingestão de energia, porém o seu consumo excessivo pode acarretar problemas digestivos, como a acidose e a queda do teor de gordura do leite (KLOPFENSTEIN E OWEN, 1987). Animais, recebendo dietas contendo casca do grão de soja, em comparação com o milho, apresentaram menor redução do pH do líquido ruminal (ANDERSON et al., 1988b). A manutenção de um ambiente ruminal mais adequado ao desenvolvimento das bactérias fibrolíticas, quando os animais são arraçoados com casca do grão de soja, parece estar relacionado com um menor efeito associativo negativo deste suplemento sobre a digestibilidade da parede celular das forragens da dieta. Esta seria a principal razão pela qual não se detectaram diferenças no desempenho de animais consumindo dietas contendo grande proporção de volumosos e suplementadas com grão de milho ou casca do grão de soja (HIGHFILL et al., 1987; GRIGSBY et al., 1993; FAULKNER et al., 1994).

A casca do grão de soja apresenta um grande potencial de uso, pois se trata de um suplemento de médio a alto valor energético, obtido seco e em pequenas partículas junto às unidades beneficiadoras de soja, facilitando as operações de armazenagem e fornecimento aos animais. A composição química média deste material apresenta valores para proteína bruta normalmente entre 9 e 12 % (NUTRITIONAL..., 1984), embora seja possível encontrar valores mais elevados, devido à presença de grãos de soja quebrados, podendo chegar a 17 % (FISCHER et al., 1990). O produto não oferece riscos de provocar acidose, já que se trata de uma fonte rica em glicídios estruturais, porém com boa digestibilidade. Todavia, devido às suas características físicas e químicas (pequeno tamanho de partícula, boa digestibilidade), não parece ser aconselhável o seu uso como único volumoso ou como volumoso majoritário da dieta. O seu uso, como substituto dos suplementos energéticos à base de glicídios não estruturais, é aconselhável em die-

tas de gado de corte e de leite, desde que não seja fornecido como único volumoso.

MATERIAL E MÉTODOS

Este experimento foi conduzido durante 60 dias (15 dias de adaptação e 45 dias de período experimental), em uma propriedade rural situada no município de Bom Jesus, RS, durante os meses de setembro e outubro de 1989.

Os tratamentos consistiram em quatro níveis de substituição (0, 25, 50 e 75 %) do grão de milho moído da dieta inicial por iguais quantidades de casca integral do grão de soja.

Foram utilizadas 108 novilhas de corte sem raça definida, com peso médio inicial de 241,4 kg, confinadas em galpão, distribuídas em 12 baias de 13,50 m², com piso ripado. Os animais foram pesados nos dias 1, 16, 41 e 60, após um período mínimo de 12 horas de jejum absoluto.

Foi adotado o delineamento experimental de blocos completos casualizados, com três repetições, quatro tratamentos distribuídos aleatoriamente dentro dos blocos e três baias de nove animais cada uma, por tratamento. As unidades experimentais foram as baias.

As dietas foram fornecidas duas vezes ao dia de forma controlada, nas quantidades especificadas nas Tabelas 2 e 3, e constaram de uma mistura completa à base de silagem de milho, grão de soja, sal, calcário dolomítico e quantidades variáveis de grão de milho moído e casca do grão de soja não moída. A análise bromatológica dos alimentos usados na formulação das dietas é apresentada na Tabela 1. As dietas foram calculadas para permitir um ganho de peso de, aproximadamente, 1,15 kg/dia (NUTRITIONAL..., 1984) e foram ajustadas de acordo com o peso vivo dos animais no 26º dia após o início do período experimental. A composição química das misturas concentradas foi calculada com base na análise bromatológica dos seus ingredientes (Tabelas 2 e 3).

O consumo foi calculado como a diferença entre as quantidades de alimento oferecida e sobras, e a conversão alimentar foi calculada como a quantidade de alimento na base da matéria seca necessária para manter o animal e produzir 1 kg de peso vivo/dia.

TABELA 1 – Composição químico-bromatológica dos alimentos utilizados na formulação das rações. Valores de matéria mineral, proteína bruta, gordura bruta, fibra bruta e extrativos não nitrogenados (ENN) estão expressos como porcentagem da matéria seca

Composição química	Ingredientes (%)			
	Grão de milho	Grão de soja	Casca grão soja	Silagem milho
Matéria seca	85,80	88,56	88,59	27,20
Matéria mineral	1,94	5,38	6,82	4,56
Proteína bruta	9,52	39,21	17,61	5,82
Gordura bruta	3,80	21,12	1,10	2,55
Fibra bruta	2,82	6,78	34,56	26,38
ENN	81,92	27,51	39,91	60,69

TABELA 2 – Quantidades dos alimentos oferecidos aos animais (kg matéria seca/animal/dia) e composição das dietas experimentais fornecidas nos primeiros 25 dias (valores como % da matéria seca)

Parâmetros	% de substituição do grão de milho por casca do grão de soja			
	0	25	50	75
Ingredientes				
Silagem de milho	4,448	4,448	4,448	4,448
Grão de milho	2,831	2,124	1,416	0,708
Grão de soja	0,735	0,735	0,735	0,735
Casca do grão de soja	0	0,731	1,462	2,193
Calcário dolomítico	0,060	0,060	0,060	0,060
Sal	0,025	0,025	0,025	0,025
Composição químico-bromatológica das misturas concentradas				
Matéria seca	86,62	87,17	87,73	88,26
Proteína bruta	15,34	16,83	18,66	20,11
Fibra bruta	3,56	10,05	15,95	22,26
Extrato etéreo	7,40	6,79	6,22	5,63
Matéria mineral	4,79	5,84	6,90	7,64

TABELA 3 – Quantidades dos alimentos oferecidos aos animais (kg matéria seca/animal/dia) e composição das dietas experimentais fornecidas nos primeiros 20 dias (valores como % da matéria seca)

Parâmetros	% de substituição do grão de milho por casca do grão de soja			
	0	25	50	75
Ingredientes				
Silagem de milho	5,304	5,304	5,304	5,304
Grão de milho	3,046	2,284	1,527	0,764
Grão de soja	0,930	0,930	0,930	0,930
Casca do grão de soja	0	0,788	1,577	2,365
Calcário dolomítico	0,075	0,075	0,075	0,075
Sal	0,025	0,025	0,025	0,025
Composição químico-bromatológica das misturas concentradas				
Matéria seca	86,72	87,26	87,96	88,30
Proteína bruta	15,95	17,56	19,11	20,24
Fibra bruta	3,68	9,75	15,72	21,45
Extrato etéreo	7,85	7,32	6,77	6,27
Matéria mineral	5,15	5,85	7,01	7,47

Os dados de ganho de peso, consumo e conversão alimentar médios e peso final foram submetidos à análise estatística, considerando os efeitos de blocos e tratamentos e à análise da regressão para verificar o efeito dos níveis de inclusão da casca do grão de soja em substituição ao grão de milho sobre o desempenho dos animais. Somente serão apresentados os resultados da análise da regressão para mostrar os efeitos dos tratamentos sobre o desempenho animal.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A substituição do grão de milho por casca do grão de soja nos níveis de 25, 50 e 75 % não afetou ($P > 0,05$) o peso final, o ganho de peso médio diário nem a conversão alimentar apresentados pelos animais (Tabelas 4 e 5).

Os resultados do presente trabalho foram semelhantes aos de McDONNELL et al. (1982), que compararam a casca do grão de soja moída e o grão de milho como fonte de energia em dietas de novilhos em crescimento. Os referidos autores não observaram diferenças significativas, quanto ao ganho de peso diário e eficiência alimentar, entre as fontes de energia. Em outro estudo, novilhos mantidos em pastagem de cevadilha ou resteva de milho não apresentaram diferenças significativas de ganho de peso, quando suplementados com grão de milho moído ou casca do grão de soja moída ou inteira (ANDERSON et al., 1988a).

CALDWELL et al. (1988) incluíram casca do grão de soja em até 40 % da matéria seca da dieta constituída à base de silagem de milho e fornecida a novilhos. Não verificaram diferenças de ganho de peso e de conversão alimentar em relação às dietas contendo igual proporção de grão de milho. No presente estudo, o nível máximo de inclusão de casca do grão de soja foi, aproximadamente, de 30 % da matéria seca total da dieta, e a equivalência do desempenho dos animais, recebendo diferentes proporções de casca do grão de soja e grão de milho, está em acordo com o trabalho previamente citado.

A equivalência do valor energético da casca do grão de soja e do grão de milho, quando fornecidos aos animais consumindo dietas com mais de 50 % de alimentos volumosos, parece estar relacionada com o menor efeito associativo negativo sobre a digestibilidade da parede celular das forragens promovido pela casca do grão de soja em relação ao grão de milho (KLOPFENSTEIN e OWEN, 1987; ANDERSON et al., 1988b). A dieta usada no presente estudo continha, aproximadamente, 55% da matéria seca na forma de silagem de milho. O uso de casca do grão de soja pode ter contribuído para reduzir os referidos efeitos associativos negativos, aumentando a digestibilidade da parede celular da dieta.

A substituição do grão de milho por casca do grão de soja, nos níveis de 25, 50 e 75 %, aumentou linearmente ($P < 0,05$) o consumo total de matéria seca (Tabela 5).

TABELA 4 – Peso vivo no início e final (kg) e ganho de peso médio diário (kg/dia) de novilhas de corte confinadas, consumindo dietas com quatro níveis de substituição do grão de milho por casca do grão de soja

Parâmetros	% de substituição do grão de milho por casca do grão de soja				Regressão	CV (%)	r^2
	0	25	50	75			
Peso inicial							
Média	249,19	237,33	245,65	233,52	$Y = 247,23 - 0,0155 X$	6,95	0,074
Peso final							
Média	292,83	294,39	297,19	285,93	$Y = 295,27 - 0,0716 X$	8,42	0,008
Ganho de peso/dia							
Média	1,11	1,27	1,14	1,16	$Y = 1,17 + 0,000107 X$	27,27	0,0001

* Efeito linear significativo ($P < 0,05$), segundo o teste t; análise de regressão.

TABELA 5 – Consumo médio de alimento (kg matéria seca/animal/dia) e conversão alimentar média (kg de matéria seca/kg de ganho de peso vivo) de novilhas de corte confinadas, consumindo dietas com quatro níveis de substituição do grão de milho por casca do grão de soja

Parâmetros	% de substituição do grão de milho por casca do grão de soja				Regressão	CV (%)	r ²
	0	25	50	75			
Consumo							
Média	8,29	8,33	8,45	8,49	Y = 8,283 + 0,00292 X *	0,25	0,95
Conversão alimentar							
Média	7,96	7,48	8,22	7,31	Y = 7,858 – 0,00761 X	24,50	0,02

* Efeito linear significativo (P < 0,05), segundo o teste t; análise de regressão.

O efeito das dietas sobre o consumo pode ser parcialmente explicado pelo fato de o milho ter sido substituído por igual quantidade de casca do grão de soja em base do alimento seco ao ar. Quando se comparou as quantidades fornecidas em base da matéria seca dos ingredientes, verificou-se que as rações, contendo quantidades crescentes de casca do grão de soja, possuíam mais matéria seca, em virtude do maior teor de matéria seca deste ingrediente comparado com o grão de milho. Entretanto, a diferença das quantidades oferecidas entre a ração contendo 0 % e aquela contendo 75 % da casca do grão de soja foi de 0,08 kg/animal/dia enquanto a diferença de consumo entre estas rações foi 0,2 kg/animal/dia. Neste caso, pode-se supor que a diferença de consumo possa ser atribuída, em grande parte, à menor densidade energética da casca do grão de soja, o que levaria os animais a incrementar o seu consumo para compensar um menor nível de ingestão de energia. Por outro lado, a menor ocorrência de efeitos negativos sobre o pH ruminal e, portanto, digestibilidade da fibra, quando os animais consomem a casca do grão de soja em relação ao milho, pode ter exercido algum efeito positivo sobre o consumo. Diversos autores observaram os efeitos negativos do grão de milho sobre a digestibilidade da fibra e maior declínio do pH ruminal, quando comparado com a casca do grão de soja (KLOPFENSTEIN e OWEN, 1987; ANDERSON et al., 1988b).

CONCLUSÕES

A casca não moída do grão de soja pode substituir o grão de milho em até 75 % de sua quantidade inicial, participando em até 30 % da matéria seca de uma dieta contendo 54,6 a 56,6 % de forragem, sem alterar significativamente o ganho médio de peso diário e a conversão alimentar de novilhas de corte em terminação.

A ausência de diferenças significativas, quanto a ganho de peso e conversão alimentar, entre as novilhas alimentadas com níveis crescentes de casca do grão de soja em substituição ao milho, permite que a escolha entre estes ingredientes seja realizada através de uma análise econômica. Sugere-se que a casca do grão de soja possa ser utilizada enquanto o seu valor for inferior ou igual ao do grão de milho, substituindo 75 % do milho presente na dieta. Normalmente, tem-se verificado que os preços da casca do grão de soja se mantêm abaixo do preço do grão de milho, viabilizando economicamente o seu uso.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- ANDERSON, S.W.; MERRIL, J.K.; KLOPFENSTEIN, T.J. Soybean hulls as an energy supplement for the grazing ruminant. *Journal of Animal Science*, Champaign, v.66, n.11, p.2959-2964, 1988a.
- ANDERSON, S.W.; MERRIL, J.K.; McDONNELL, M.L. et al. Digestibility and utilization of mechanically processed soybean hulls by lambs and steers. *Journal of Animal Science*, Champaign, v.66, n.11, p.2965-2978, 1988b.
- CALDWELL, L.A.; WALLER, J.C.; FORCHERIO, J.C. Effects of adding soybean hulls to corn silage based growing diets on the performance of steers calves. *Journal of Animal Science*, Champaign, v.66, Suppl. 1, p.453, 1988.
- FAULKNER, D.B.; HUMMEL, D.F.; BUSKIRK, D.D. et al. Performance and nutrient metabolism by nursing calves supplemented with limited or unlimited corn or soybean hulls. *Journal of Animal Science*, Champaign, v.72, n.2, p.470-477, 1994.
- FISCHER, V.; MÜHLBACH, P.R.F.; VELHO, I.P. et al. Efeito da substituição do grão de milho por casca do grão de soja no desempenho de bovinos confinados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27., 1990, Campinas. *Anais ...* Campinas: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1990. p.26.
- GRIGSBY, K.N.; KERLEY, M.S.; PATERSON, J.A. et al. Combinations of starch and digestible fiber in supplements for steers consuming a low quality brome grass hay diet. *Journal of Animal Science*, Champaign, v.71, n.4, p.1057-1064, 1993.

- HIGHFILL, B.D.; BOGGS; D.L.; AMOS; H.E.; CRICKMAN, J.G. Effects of high fiber energy supplements on fermentation characteristics and *in vivo* and *in situ* digestibilities of low quality festuca hay. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.65, n.1, p.224-234, 1987.
- HSU, J.T.; FAULKNER, D.B.; GARLEB, K.A. et al. Evaluation of corn fiber, cottonseed hulls and soybean hulls as roughage sources for ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.65, n.1, p.244-255, 1987.
- KLOPFENSTEIN, T.J.; OWEN, F. Soybean hulls - an energy supplement for ruminants. **Animal Health and Nutrition**, Kosposvar, v.10, n.1, p.28-32, 1987.
- McDONNELL, M.L.; KLOPFENSTEIN, T.J.; MERRIL, J.K. Soybean hulls as energy source for ruminants. **Nebraska Beef Cattle Report**, Lincoln, v.43, p.54, 1982.
- NUTRITIONAL REQUIREMENTS COMITEE. **Nutrient requirements for beef cattle**. Washington, DC:National Academy Press, 1984. 90 p.
- QUICKE, G.V.; BENTLEY, O.G.; SCOTT, H.W. et al. Digestibility of soybean hulls and flakes, and the *in vitro* digestibility of the cellulose in various milling by-products. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.42, n.1, p.185-186, 1959.
- WAGNER, D.G.; LOOSLI, J.K.; HINTZ, H.F. et al. Value of soybean flakes for milk production. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.48, n.3, p.553-555, 1965.

AGRADECIMENTOS

A SAMRIG-SAMBRA, pela cessão do ingrediente casca do grão da soja, e ao Sr. Ivo Pacheco Velho, pela cessão de suas instalações de confinamento, novilhas de corte e mão-de-obra para alimentar e manejar os animais.

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

A revista **PESQUISA AGROPECUÁRIA GAÚCHA** aceita, para publicação, artigos técnico-científicos, revisões e relatos de caso de interesse agropecuário, inéditos, ainda 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 à Comissão Editorial da FEPAGRO em três vias (original e duas cópias), acompanhado de ofício assinado pelos autores. As páginas do original devem ser numeradas e rubricadas por todos os autores (margem inferior direita). **Nas cópias, omitir o nome dos autores e notas de rodapé, para serem enviadas aos assessores.** O artigo deverá ser redigido em fonte **Times New Roman, 12**, numa só face de papel tamanho A4 (21,0 x 29,7 cm), com espaço duplo, margem direita e esquerda de 3,0 cm, para permitir anotações.

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 e Corel.

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 para comunicação mais rápida.

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 no 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, com espaço de uma linha, indicar palavras adicionais para indexação – não utilizar palavras já contidas no título. 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.

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 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. Os títulos serão centrados.

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); mais de dois, (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 no texto ao(s) autor(es), ou iniciar a frase mencionando-o(s), somente o ano ficará entre parênteses. Ex: “SILVA (1993) estudou ...”.

Evitar o uso de CORREA (1975) citado por SILVA (1995).

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 tanto no título como nos dados da tabela**. 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 preparadas, em ordem de preferência, por impressora de computador a laser ou jato de tinta; em papel branco com tinta preta; ou 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), segundo orçamento da gráfica.

Para a impressão, as figuras ou fotos, apresentadas em separado do texto, poderão ser reduzidas à metade ou um terço de seu tamanho original, sendo necessário observar este aspecto para não perder a visibilidade dos detalhes.

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 subseqüentes iniciarão sob a terceira letra.

Exemplos quanto ao tipo de material a ser referenciado:

Periódicos:

RUBIN, S. de A.L.; SANTOS, O.S. dos. Progresso do melhoramento genético da soja no estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.2, n.2, p.139-147, 1990.-

(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 aos oito grupos comerciais**. Porto Alegre:IPAGRO, 1979. 72p. (Boletim Técnico, 4)

IPRNR. 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 canavieira. 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 evoluir o assunto ou que o fariam evoluir. Deverá conter: Título, Resumo, Palavras-chave, Título em inglês, Abstract, Key words, uma Introdução, seguida de texto com a abordagem 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.