PESQUISA AGROPECUÁRIA GAÚCHA
ISSN 0104-9070

Volume 5 | Número 2 | 1999

CONTEÚDO

SEÇÃO: AGRONOMIA

- Análise da interação genótipo x ambiente para o rendimento de grãos em feijão. JOBIM ,C.I.P. ; WESTPHALEN, S.L. ; FEDERIZZI, L.C. 161
- Utilização de variáveis ambientais na análise da interação genótipo x ambiente em feijão.JOBIM,C.I.P.; WESTPHALEN, S.L.; FEDERIZZI, L.C. 173
- Avaliação das deficiências hídricas de primavera-verão do solo Arroio dos Ratos na região de Eldorado do Sul, RS. JOBIM, C.I.P.; DORFMAN, R. 183
- Avaliação de cultivares de cenoura sob duas fontes de adubo orgânico animal na região da grande Porto Alegre, RS. SHUCH, S.M.L.; SOARES, M.H.G.; SCHUCK, E. 193
- Flutuação populacional do ácaro da leprose dos citros *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) Sayed, 1946 (*Acari,Tenuipalpidae*), em pomar comercial, Taquari, RS. MORAES, L.H. de; CRUZ, F.Z.da 201
- Produtividade e características do fruto de abacaxizeiro em função do preparo do solo e técnicas de plantio. MODEL, N.S.; SANDER, G.R. 209
- Rentabilidade da cultura do abacaxizeiro cultivado no RS sob diferentes níveis tecnológicos. MODEL, N.S. 217
- Água no solo e conveniência de irrigação do abacaxizeiro no litoral norte do RS. MODEL, N.S. 229
- Relações da evapotranspiração máxima do girassol (*Helianthus annuus* L.) com a evapotranspiração de referência e com a radiação solar global. MATZENAUER, R.; MALUF, J.R.T.; BUENO, A.C. 241
- Efeito do diferimento sobre a produção de forragem e composição química de *Panicum maximum* cv. Tobiatã. COSTA, N. de L.; OLIVEIRA, J.R. da C.; PAULINO, V.T 249
- Effect of insecticides on predators and parasitoids of soybean pests. GAZZONI, D.L.; CORSO, I.C.; MIGUEL, M. 255
- Avaliação de três cultivares de coentro (*Coriandrum sativum* L.) semeadas em duas épocas. MARQUES, F.C.; LORENCETTI, B.L. 265
- Análise da interação genótipo x ambiente na avaliação de cultivares de feijão em Santa Catarina. ELIAS, H.T.; HEMP,S.; CANTON, T. 271
- Efeito de formicidas em pó no controle da formiga de rodeio, *Acromyrmex striatus* (*Hymenoptera: Formicidae*). LINK, D.; LINK, F.M.; LINK, H.M. 277
- Linhagens de feijão do grupo preto com resistência conjunta à antracnose, ao crestamento bacteriano comum e com características agronômicas favoráveis. COSTA, J.G.C. da; RAVA, C.A.; SARTORATO, A.; ANDRADE, E.M. 283
- Avaliação da variabilidade de características agronômicas de uma população de *Trifolium pratense* L. . CRUSIUS, A.F.; PAIM, N.R.; DALL' AGNOL, M.; CASTRO, S.M. de J. 293
- Substâncias com efeito tóxico e repelente para *Sarasinula linguaeformis* (Semper,1885)(*Mollusca, Veronicellidae*). CHIARADIA , L.A.; MILANEZ, J.M. 303
- O manejo das culturas interfere no erro experimental LÚCIO, A. DAL' COL; STORCK, L. 311
- Eficiência da aplicação dos testes de comparação de médias em ensaios de aveia. CAIERÃO, E.; CARVALHO, F.I.F. de; FLOSS, E. L. 317
- Influência da idade da planta de feijoeiro comum na resistência à antracnose. RAVA, C.A.; COSTA, J.G.C. da; ANDRADE, E.M. 325
- Acúmulo de resíduos culturais na superfície do solo, nutrição e rendimentos do milho afetados por métodos de preparo e sistemas de cultura. BAYER, C.; MIELNICZUK, J. 331
- Método de melhoramento por descendência de semente única, para obtenção de linhagens de feijoeiro resistentes ao crestamento bacteriano comum. COSTA, J.G.C. da; RAVA, C.A.; ANDRADE, E. M. 341
- Dormência de sementes de *Paspalum notatum* Flügge var. *notatum*, ecotipo André da Rocha, sob distintas condições de armazenamento. HERINGER, I; JACQUES, A.V.Á. 345
- Eficiência de iscas à base de ácido bórico no controle de *Sarasinula linguaeformis* (Semper,1885) (*Mollusca, Veronicellidae*). MILANEZ, J.M.;CHIARADIA, L.A. 351
- Amostragem de *Dichopelmus notus* Keifer (*Acari, Eriophyidae*). NETO, J.V.; CHIARADIA, L.A 357

ARTIGO DE REVISÃO:

- Métodos para determinação de biomassa microbiana do solo: fundamentos, aplicabilidade e perspectivas futuras. SEGANFREDO, M.A. 363

SEÇÃO: VETERINÁRIA

- Avaliação da virulência em camundongo, de amostras de *Pasteurella multocida* isoladas de suínos. BOROWSKI, S.M.; BARCELLOS, D.E.S.N. de; CARDOSO, M. 375

PESQUISA AGROPECUÁRIA GAÚCHA
ISSN 0104-9070

Volume 5 | Number 2 | 1999

Contents

SECTION: AGRONOMY

- Genotype x environment interaction analysis for grain yield in common bean. JOBIM, C.I.P.; WESTPHALEN, S.L.; FEDERIZZI, L.C. 161
- Use of environmental variables and disease index for genotype x environment interaction in common bean. JOBIM, C.I.P.; WESTPHALEN, S.L.; FEDERIZZI, L.C. 173
- Evaluation of water deficit in Arroio dos Ratos soil, Eldorado do Sul, RS. JOBIM, C.I.P.; DORFMAN, R. 183
- Evaluation of carrot cultivars by using two sources of organic manure, in Porto Alegre county, RS, Brazil. SHUCH, S.M.L.; SOARES, M.H.G.; SCHUCK, E. 193
- Fluctuation of the citrus flat mite *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes,1939) Sayed, 1946 (*Acari,Tenuipalpidae*) population, in Taquari, RS. MORAES. L.H. de; CRUZ, F.Z. da. 201
- Pineapple yield, fruit characteristics as affected by soil management systems and planting techniques. MODEL, N.S.; SANDER, G.R. 209
- Profit of pineapple grown in Rio Grande do Sul under different levels of technology. MODEL, N.S. 217
- Water in soil and irrigation convenience in pineapple grown in northeastern coast of Rio Grande do Sul. MODEL, N.S. 229
- Evapotranspiration of sunflower (*Helianthus annuus* L.) and its relationship with the reference evapotranspiration and global solar radiation. MATZENAUER, R.; MALUF, J.R.T.; BUENO, A.C. 241
- Effects of pasture deferment on forage yield and chemical composition of *Panicum maximum* cv. tobiatã. COSTA, N. de L.; OLIVEIRA, J.R. da C.; PAULINO, V.T. 249
- Effect of insecticides on predators and parasitoids of soybean pests.GAZZONI, D.L.; CORSO, I.C.; MIGUEL, M. 255
- Evaluation of three coriander (*Coriandrum sativum* L.) cultivars in two sowing periods. MARQUES, F.C.; LORENCETTI, B.L.. 265
- Genotype x environment interaction analysis of common bean cultivars in Santa Catarina. ELIAS, H.T.; HEMP, S.; CANTON, T. 271
- Effects of powdered formicides in controlling the leaf cutting ant, *Acromyrmex striatus* (*Hymenoptera: Formicidae*). LINK, D.; LINK, F.M.; LINK, H.M. 277
- Black bean breeding lines resistant to anthracnose and common bacterial blight, with high agronomic characteristics. COSTA, J.G.C. da; RAVA, C.A.; SARTORATO, A.; ANDRADE, E.M. 283
- Variability evaluation of the agronomic characters in a red clover population of *Trifolium pratense* L. . CRUSIUS, A.F.; PAIM, N.R.; DALL'AGNOL, M.; CASTRO, S.M. de J. 293
- Toxic and repellent effect of different substances to *Sarasinula linguaeformis* (Semper, 1885) (*Mollusca, Veronicellidae*). CHIARADIA, L.A.; MILANEZ, J.M. 303
- Culture management interferes in the experimental error. LÚCIO, A. DAL'COL; STORCK, L. 311
- Efficiency of mean separation tests in oat trials. CAIERÃO, E.; CARVALHO, F.I.F. de; FLOSS, E.L. 317
- Influence of plant age on resistance of dry beans to anthracnose. RAVA, C.A.; COSTA, J.G.C. da; ANDRADE, E.M. 325
- Residues accumulation on the soil surface, corn nutrition and yield as affected by tillage and crop systems. BAYER, C.; MIELNICZUK, J. 331
- Single seed descent breeding method to obtain dry bean lines resistant to common bacterial blight. COSTA, J.G.C. da; RAVA, C.A.; ANDRADE, E.M. 341
- Seed dormancy of *Paspalum notatum* Flügge var. *notatum*, ecotype André da Rocha, under different storage conditions. HERINGER, I; JACQUES, A.V.Á. 345

  Efficiency of baits with boric acid to control *Sarasinula linguaeformis* (Semper, 1885) (*Mollusca, Veronicellidae*). MILANEZ, J.M.; CHIARADIA, L.A. 351
- Sampling of *Dichopelmus* Notus Keifer (*Acari: Eriophyidae*) in mate orchards. NETO, J.V.;

CHIARADIA, L.A. 357

REVIEW ARTICLE

- Methods for soil microbial biomass assessment: their principles, applicability and future trends. SEGANFREDO, M.A. 363

SECTION: VETERINARY

- Mice virulence assay of *Pasteurella multocida* strains isolated from pigs. BOROWSKI, S.M.; BARCELLOS, D.E.S.N.de; CARDOSO, M. 375

SEÇÃO: AGRONOMIA

ANÁLISE DA INTERAÇÃO GENÓTIPO X AMBIENTE PARA O RENDIMENTO DE GRÃOS EM FEIJÃO[1]

CARMEN ILSE PINHEIRO JOBIM[2], SERGIO LUIZ WESTPHALEN[3], LUIZ CARLOS FEDERIZZI[4]

RESUMO - A análise da interação genótipo x ambiente foi realizada para o rendimento de grãos em 22 genótipos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), testados em cinco locais diferentes do Rio Grande do Sul, em dois anos. Parâmetros de estabilidade foram estimados pelo modelo de regressão linear de EBERHART e RUSSEL (1966), pela ecovalência de WRICKE (1962) e pela variância da estabilidade de SHUKLA (1972). Os modelos utilizados foram eficientes na estimação da estabilidade, sendo o modelo de EBERHART e RUSSEL (1966) o mais eficiente, por informar o tipo de adaptação e discriminar mais os genótipos, facilitando a seleção. Por este método, foram classificados dois genótipos como superiores. Dos genótipos testados, quatro foram instáveis. Entre os estáveis, nove apresentaram adaptação geral, quatro, adaptação específica a bons ambientes e cinco, adaptação a ambientes ruins.

Palavras-chave: Phaseolus vulgaris L.

GENOTYPE X ENVIRONMENT INTERACTION ANALYSIS FOR GRAIN YIELD IN COMMON BEAN

ABSTRACT - Genotype x environment interaction analysis was performed on grain yield of twenty-two common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes grown at five different locations in Rio Grande do Sul, during two growing

INTRODUÇÃO

A classificação relativa de genótipos de feijão em relação ao rendimento, geralmente, altera-se de um ambiente para outro. Este efeito diferencial que o ambiente exerce sobre os genótipos resulta numa interação, que pode ser medida estatisticamente. Quando positiva, esta interação deve ser considerada nos programas de melhoramento, porque seus efeitos reduzem a correlação entre os valores fenotípicos e genotípicos, restringindo o progresso de seleção (COMSTOCK e MOLL, 1963). Vários modelos têm sido propostos para a análise da interação genótipo x ambiente, sendo os mais usados e de maior eficiência os calculados através da regressão linear e pela partição do Quadrado Médio da análise da variância (KALTSIKES e LARTER, 1970; EASTON e CLEMENTS, 1973; CARVALHO et al., 1983; KANG et al. 1987; PHAM e KANG, 1988).

O procedimento da regressão linear foi proposto, inicialmente, por FINLAY e WILKINSON (1963), baseados no princípio (YATES e COCHRAN, 1938) de que o desdobramento da interação genótipo x ambiente em regressão do rendimento do genótipo, nos diferentes ambientes, sobre a média dos genótipos testados, avalia o comportamento individual. O modelo de EBERHART e RUSSEL (1966) ampliou o conceito inicial, propondo a determinação da estabilidade de um conjunto de genótipos através do rendimento médio (Y_i), coeficiente de regressão

1. Parte da tese de Mestrado do primeiro autor, apresentada à Faculdade de Agronomia, UFRGS (agosto de 1990).
2. Eng. Agr., M.Sc. - Equipe de Fitotecnia, FEPAGRO, Rua Gonçalves Dias 570, 90130-060 Porto Alegre, RS. Bolsista da CAPES.
3. Eng. Agr., M.Sc.- Falecido em março de 1990.
4. Eng. Agr., Ph.D. - Faculdade de Agronomia, UFRGS. Av. Bento Gonçalves 7712, 90001-970 Porto Alegre, RS. Bolsista do CNPq.
Recebido para publicação em 06/01/1997.

(b_i) e variância dos desvios da regressão (S^2d_i). Pelo modelo, a variável independente da regressão é obtida pela diferença entre a média dos genótipos em cada ambiente e a média geral. Segundo os autores, genótipo ideal é aquele com rendimento médio alto, coeficiente de regressão linear igual à unidade e desvios da regressão não significativos. No modelo, o coeficiente de regressão estima a adaptabilidade do genótipo, ou sua resposta à melhoria do ambiente e os desvios da regressão medem a sua estabilidade, ou seja reposta às flutuações ambientais (BONATO, 1978). Assim, genótipos com coeficientes de regressão próximos à unidade possuem estabilidade média; se associados a altos rendimentos, são de adaptabilidade geral; senão, são pobremente adaptados a todos os ambientes. Coeficientes de regressão acima da unidade indicam estabilidade abaixo da média e adaptabilidade específica aos bons ambientes. Coeficientes de regressão abaixo da unidade caracterizam genótipos de estabilidade acima da média e de adaptação específica a ambientes pobres. Coeficientes de regressão iguais ou próximos de zero definem a estabilidade absoluta.

Este grupo de definições enquadra-se na classificação proposta em BECKER e LEON (1988) para dois conceitos de estabilidade: o conceito estático de estabilidade, onde a resposta às variações ambientais é nula e igual para qualquer genótipo estável (b_i=0; S_i=0) e o conceito dinâmico de estabilidade, em que os desvios da resposta prevista são nulos, podendo, no entanto, a resposta diferir de um genótipo estável para outro (b_i=1; S^2d_i=0). Numerosas publicações são encontradas em que o modelo é usado, demonstrando a sua ampla aceitação entre os melhoristas. BREESE (1969) defende seu uso, por permitir a subdivisão da variabilidade de um genótipo em relação ao ambiente entre a parte previsível, correspondente à regressão, e à parte não previsível, correspondente aos desvios da regressão, características do modelo proveitosas como medidas da estabilidade. De acordo com EASTON e CLEMENTS (1973), os parâmetros deste modelo detectam comportamentos atípicos, porém recomendam cautela na definição de instabilidade frente a valores altos dos desvios da regressão. Os resultados obtidos com genótipos de feijão por DUARTE (1988) demonstram a possibilidade vantajosa da interpretação biológica do modelo.

Por outro lado LIN et al. (1986), analisando as estruturas básicas do modelo, consideram a estimação da estabilidade pela variância dos desvios da regressão puramente empírica. Consideram, ainda, que o estimador da estabilidade é inadequado, na medida em que a variável independente (índice ambiental), pressuposta no modelo, não pode ser obtida antes da execução do experimento. Logo, a pressuposição do modelo não é atendida, o que leva a invalidá-lo como estimador de estabilidade. No entanto, BECKER e LEON (1988) consideram a técnica da regressão linear como possuidora do mérito da simplicidade e relevância biológica, tendo-se mostrado, por isso, o método de maior preferência.

Segundo GORMAN et al. (1989), dois modelos semelhantes, que decompõem o quadrado médio da interação genótipo x ambiente entre os vários componentes determinados pelos genótipos individualmente, foram propostos por WRICKE (1962) e SHUKLA (1972). A ecovalência (W_i), proposta por WRICKE (1962), mede a contribuição de cada genótipo para a soma dos quadrados da interação total dos genótipos com ambientes e é a medida da estabilidade deste genótipo. KANG e MILLER (1984) propuseram uma maneira de testar a significância estatística de W_i. Da mesma forma, SHUKLA (1972) decompôs a soma dos quadrados da interação genótipo x ambiente entre os componentes de cada genótipo isoladamente. Considerou a variância da estabilidade (T_i^2) um estimador não viciado, propondo um critério aproximado para testar a significância das magnitudes de T_i^2. O autor complementou o modelo recomendando a remoção da heterogeneidade da interação genótipo x ambiente através da covariância. Deste modo, a variância da estabilidade residual pode ser determinada para cada genótipo (S_i^2) e testada sua significância como em T_i^2. Usando o modelo, GORMAN et al. (1989) consideram um genótipo bem adaptado aquele com baixa variância da estabilidade (preferentemente não significativo) e alto rendimento médio.

Os resultados obtidos por CARVALHO (1983), similares aos de JOWETT (1972), apontam o modelo de WRICKE (1962) produzindo resultados similares ao modelo de EBERHART e RUSSEL (1966), porém concluíram ser menos informativo, por utilizar apenas um parâmetro como estimador da estabilidade. Da mesma forma, DUARTE (1988) considerou os métodos baseados em um só

parâmetro, pouco informativos, oferecendo menor segurança à recomendação de genótipos.

Por outro lado, KANG e MILLER (1984) consideram os métodos que determinam o componente da estabilidade de cada genótipo mais proveitosos, na análise da estabilidade, que os métodos por regressão. PHAM e KANG (1988) demonstraram que a estatística de SHUKLA (1972), (S_i^2), é equivalente ao S^2d_i, de EBERHART e RUSSEL (1966). Neste caso, segundo os autores, o ajustamento da covariância da interação genótipo x ambiente proporciona uma proveitosa informação adicional sobre a heterogencidade dos genótipos.

O objetivo deste estudo foi classificar, quanto à estabilidade e à adaptabilidade, genótipos promissores de feijão testados pela pesquisa do Rio Grande do Sul, bem como comparar diferentes modelos de medida da estabilidade.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados neste estudo foram obtidos no Ensaio Estadual conduzido sob a coordenação da Comissão Estadual da Pesquisa de Feijão (CEPEF), nas safras de 1987/88 e 1988/89. Os experimentos foram executados em blocos completos casualizados, com quatro repetições e área útil de 3 m², de acordo com as recomendações técnicas (INSTITUTO, 1986). Foram avaliados 22 genótipos (Tabela 1), incluídos nos dois anos avaliados, em cinco locais representantes das principais zonas produtoras de feijão do estado do Rio Grande do Sul. As datas de semeadura, os tipos de solo e as características geográficas dos locais estão descritos na Tabela 2. Os experimentos de Erexim, Osório e Sobradinho foram conduzidos pela FEPAGRO (Secretaria de Ciência e Tecnologia); os experimentos de Iraí e Pelotas, pelo CPACT/ EMBRAPA.

TABELA 1 - Parentais dos genótipos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) testados em 10 ambientes, em 1987/88 e 1988/89, no Rio Grande do Sul

GENÓTIPOS	CRUZAMENTO
A 236	[IPA 7419 x G4000]
BAT 429	[22G4 x PI310797] x [Turrialba x Cornell 49-242]
CAPIXABA PRECOCE*	[Porrillo Sintético x Compuesto Negro Chimaltenango-2]
CARIOCA*	Desconhecido
CNF 3975	[ICA PIJAO x Puebla 152]
CNF 5483	A358 x [A176 x (G4326 x XAN40)]
CNF 5493**	G 3627 x EMP84
CNF 5494**	A358 x [A176 x (G4326 x XAN40)]
EMPASC 201*	[ICA TUI x S219 N-1]
FT 83-120 **	[NEP2 x ICA PIJAO] x Puebla 173
FT 84-86	[Rio Tibagi x Puebla 173] x MD450
FT 84-158	[Rio Tibagi x Puebla 173] x Sel. P511A
FT 84-398	[Rio Tibagi x Puebla 173] x H876
FT TARUMÃ	[NEP2 x ICA PIJAO] x F4[Rio Negro x Cornell 49- 242]
GUATEIAN 6662*	Desconhecido
IRAÍ*	Desconhecido
LM30063	[Jamapa X Roxão]
LM30074	[Jamapa x Canário 101]
MAQUINÉ*	Desconhecido
RIO NEGRO	[Turrialba 4 x Cornell 49 - 242] x [Rio Tibagi x Cornell 49 - 242]
RIO TIBAGI*	Desconhecido
TURRIALBA 4*	Desconhecido

* Indica cultivar já recomendado por ocasião da realização dos experimentos

** Indica as cultivares posteriormente recomendados para o RS, respectivamente: BR-IPAGRO 2 - PAMPA, BR-IPAGRO 1 - MACANUDO, FT - 120.

TABELA 2 - Localização, data de semeadura e caracterização edáfica e geográfica, dos cinco experimentos

Locais	Data de Semeadura		Unidade de Mapeamento de Solo	Latitude	Longitude	Altitude
	1987/88	1988/89				
Erexim	21/10	21/10	Erexim	27°37'46"	52°16'33"	760 m
Iraí	18-19/09	22/09	Ciríaco-Charrua	27°11'45"	53°14'01"	222 m
Osório	25/09	19/09	Vila	29°40'49"	50°13'56"	32 m
Pelotas	22/10	12/10	Camaquã (Ca_2)	31°45'00"	52°21'00"	13 m
Sobradinho	06/10	09/10	Ciríaco	29°26'00"	52°59'00"	460 m

A análise da variância dos rendimentos, dentro de genótipos, locais e anos e suas interações, considerando os efeitos aleatórios, foi realizada segundo o modelo de LYMAN (1977) (Tabela 3). Caracterizando ambiente como cada local e ano avaliado, segundo o mesmo autor, a análise da variância dos rendimentos foi recalculada, agora para genótipos e ambientes e sua interação, considerando, também, os efeitos aleatórios, segundo está exposto na Tabela 4.

As diferenças entre as médias dos genótipos foram testadas pelo teste "t"-DMS a 5% (STEEL e TORRIE, 1980).

TABELA 3 - Distribuição dos graus de liberdade, quadrado médio e quadrado médio esperado, e F-teste estimado para a análise da variância conjunta, considerando os efeitos de genótipos, anos e locais como aleatórios

Fonte de Variação	GL[1]	QM	QM Esperados[2]	F-teste
Repetições	(r-1)l			
Genótipos	(g-1)	QM1	$\sigma^2e + r\sigma^2gla + ra\sigma^2gl + rl\sigma^2ga + rla\sigma^2g$	QM1/QM6
Locais	(l-1)	QM2	$\sigma^2e + r\sigma^2gla + ra\sigma^2gl + rg\sigma^2al + rga\sigma^2l$	QM2/QM6
Anos	(a-1)	QM3	$\sigma^2e + r\sigma^2gla + rg\sigma^2al + rl\sigma^2ga + rgl\sigma^2a$	QM3/QM6
Locais x Anos	(l-1)(a-1)			
Genótipos x Locais	(g-1)(l-1)	QM4	$\sigma^2e + r\sigma^2gla + ra\sigma^2gl$	QM4/QM6
Genótipos x Anos	(g-1)(a-1)	QM5	$\sigma^2e + r\sigma^2gla + rl\sigma^2ga$	QM5/QM6
Genótipos x Locais x Anos	(g-1)(a-1)(l-1)	QM6	$\sigma^2e + r\sigma^2gla$	QM6/QME
Erro	(r-1)(gal-1)l	QME		
Total	(rgal-1)			

[1] g, a, l, r representam, respectivamente, número de genótipos, número de anos, número de locais e número de repetições testadas.

[2] σ^2e = variância do erro
σ^2g = variância dos genótipos
σ^2l = variância dos locais
σ^2a = variância dos anos
σ^2ga = variância da interação genótipo x ano
σ^2gl = variância da interação genótipo x local
σ^2gla = variância da interação genótipo x local x ano

TABELA 4 - Distribuição dos graus de liberdade, quadrado médio e quadrado médio esperado, e F-teste estimados para a análise da variância conjunta, considerando os efeitos de genótipos e ambientes como aleatórios

Fonte de Variação	GL[1]	QM	QM Esperados	F-teste
Repetições	(r-1)			
Genótipos	(g-1)	QM1	$\sigma^2e + r\sigma^2ga + ra\sigma^2g$	QM1/QM3
Ambientes	(a-1)	QM2	$\sigma^2e + r\sigma^2ga + rg\sigma^{2a}$	QM2/QM3
Genótipo x ambiente	(g-1)(a-1)	QM3	$\sigma^2e + r\sigma^2ga$	QM3/QME
Erro	(r-1)(ga-1)	QME	σ^2e	
Total	(rga–1)			

[1] g, a, r representam, respectivamente, número de genótipos, ambientes e repetições experimentados.

As estimativas dos parâmetros da estabilidade foram calculados por três modelos.

.1. Modelo de EBERHART e RUSSEL (1966)

Os parâmetros da estabilidade, média (Y_i), coeficiente de regressão linear (b_i) e quadrado médio dos desvios da regressão (S^2d_i), para todos os genótipos nos ambientes, foram estimados segundo EBERHART e RUSSEL (1966), considerando o índice ambiental (I_j) como estimador do valor do ambiente, conforme o modelo

$$Y_{ij} = \mu_i + \beta_i I_j + \sigma_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

onde:

Y_{ij} é a média do genótipo $_i$ no ambiente $_j$;
μ_i é a média do genótipo $_i$ em todos os ambientes;
β_i é o coeficiente de regressão genótipo $_i$ em todos os ambientes;
I_j é o índice ambiental, obtido pela diferença entre o rendimento médio de todos os genótipos no ambiente $_j$ (Y_j) e o rendimento médio geral dos genótipos nos ambientes ($Y..$):
$I_j = Y._j - Y..$
σ_{ij} é o desvio do genótipo $_i$ em relação à sua linha de regressão no ambiente $_j$;
ε_{ij} é o resíduo associado à média.

Foi aplicado o T-teste a 5% para testar a significância estatística de Ho: $b_i=0$ e Ho:$b_i=1$. A significância estatística para S^2d_i foi testada através do teste:

$$F = \frac{S^2d_i}{QME}$$

Após, foram calculados os coeficientes de determinação (r^2), visando quantificar os efeitos lineares da variação total (STEEL e TORRIE, 1980).

2. Ecovalência

A ecovalência (W_i) foi calculada para cada cultivar, segundo WRICKE (1962):

$$W_i = \Sigma_j [(\mu_{ij})^2 - 1/e\ (Y_{i.} - Y../g)^2]$$

onde:

$\mu_{ij} = Y_{ij} - Y_{.j}$
Y_{ij} = a média do genótipo $_i$ no ambiente $_j$;
$Y_{i.}$ = a soma do rendimento do genótipo $_i$ em todos os ambientes;
$Y..$ = a soma do rendimento de todos os genótipos em todos os ambientes;
$Y._j$ = a média de todos os genótipos no ambiente $_j$;
g = o número de genótipos;
e = o número de ambientes;

Os valores da ecovalência, obtidos para cada cultivar, foram divididos por [(g-1)(e-1)]/g para obter o quadrado médio e foi testada a sua significância pelo F-teste, de acordo com KANG e MILLER (1984):

$$F = \frac{QM\ W_i}{QME}$$

, com [e-1] e [g.e(r-1)] graus de liberdade.

3. Variância da estabilidade

O modelo desenvolvido por SHUKLA (1972) estima as estatísticas da variância da estabilidade antes (σ_i^2) e após o uso da covariância (S_i^2).

Primeiramente, determinou-se o parâmetro σ_i^2 para os 22 genótipos testados através da equação:

$$\sigma_i^2=[1/(e-1)(g-1)(g-2)]x[g(g-1)\Sigma_j(\mu_{ij}-\mu_{i.})^2- \Sigma_i \Sigma_j(\mu_{ij}-\mu_{i.})^2]$$

onde:

$\mu_{ij} = Y_{ij} - Y_{.j}$;
$\mu_{i.} = \Sigma_i \mu_{ij}/e$;
Y_{ij} = é a média do genótipo $_i$ no ambiente $_j$;
$Y._j$ = a média de todos os genótipos no ambiente $_j$;
e = o número de ambientes;
g = o número de genótipos.

A significância dos σ_i^2 foi testada segundo SHUKLA (1972) pelo F-teste, onde:

$$F = \frac{\sigma_i^2}{QME}$$, para (e-1) e [ge (r-1)] graus de liberdade

Após o cálculo dos σ_i^2, a covariável índice ambiental foi usada para calcular os S_i^2.

O parâmetro S_i^2 foi estimado pela equação:

$$S_i^2 = [g/(g-2)(e-2)][(S_i-\Sigma_i S_i)/g(g-1)]$$

onde:

$$S_i = \Sigma^s_{j=1}(\mu_{ij}-\mu_{i.}- b_iZ_j)^2$$

e:

$$b_i = \Sigma_i (\mu_{ij} - \mu_{i.})\ \Sigma Z_j / \Sigma_j Z_j^2$$

onde:

b_i é o coeficiente de regressão do genótipo $_i$ e:

Z_j é a medida da característica do ambiente $_j$ (índice ambiental)

A significância dos S_i^2 foi testada segundo SHUKLA (1972) pelo F-teste, onde:

$$F = \frac{S_i^2}{QME}$$

para (e-1), ge(r-1) graus de liberdade.

Os valores de σ_i^2 e S_i^2 foram estimados via programa STABGEN (KANG, 1988).

A soma dos quadrados relativa aos S_i^2 foi calculada para obter o resíduo ou balanço (SHUKLA, 1972). A diferença entre a soma dos quadrados da interação e aquelas obtidas dos S_i^2 determinou a heterogeneidade devida à covariância. A heterogeneidade foi expressa como uma porcentagem da soma dos quadrados da interação genótipo x ambiente. A significância estatística da heterogeneidade foi testada pelo F-teste, onde:

$$F = \frac{\text{QM heterogeneidade}}{QME}$$

, para (e-1) e [ge(r-1)] graus de liberdade

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da variância do rendimento de grãos dos genótipos testados nos cinco locais, em ambos os anos (Tabela 5) revela que o efeito isolado de genótipo foi significativo ao nível de 5%, e de local e ano, ao nível de 1%. Estes resultados evidenciaram a variabilidade genética para o caráter rendimento de grãos dos genótipos testados. Da mesma forma, as diferenças altamente significativas encontradas entre os locais confirmam as divergências ecológicas existentes e a necessidade da realização de testes em diferentes locais. Por outro lado, as diferenças significativas entre os anos demonstram a necessidade da avaliação dos genótipos em mais de um ano.

Os valores de F-teste mostram variações altamente significativas, apenas para a interação genótipo x ano x local, enquanto que as interações genótipo x local e genótipo x ano não foram significativas. A estimativa da variância da interação tríplice correspondeu, aproximadamente, à soma daquelas obtidas para as duas interações simples.

A não significância das interações de genótipos com anos e de genótipos com locais (Tabela 5) pode ser explicada pela grandeza do quadrado médio da interação tríplice usada para o F-teste exigido pelo modelo aleatório. Já o efeito da interação de genótipos com locais e anos (G x L x A) foi altamente significativo, evidenciando os comportamentos específicos dos genótipos frente a certas condições de locais e anos. Segundo SANTOS (1980) esta é uma tendência geral verificada em diversos trabalhos, indicando que a interação tríplice seja o principal componente da interação genótipo x ambiente. Resultados similares encontrados por BECKER e LEON (1988) levaram os autores a defender o uso de locais e anos como ambientes, melhor representando as diversidades dos fatores ambientais. De acordo com os autores, regressão sobre ambientes é mais poderosa para avaliar a estabilidade dinâmica ou agronômica (S^2d_i). Por este motivo, foi executada a análise da variância para genótipos e ambientes (Tabela 6), cujos resultados, semelhantes aos publicados por BECKER e LEON (1988), confirmam os efeitos altamente significativos de genótipos, ambientes e da interação genótipo x ambiente.

Os índices ambientais, calculados a partir dos rendimentos dos genótipos nos 10 ambientes (Tabela 7), apresentaram variações de –381,8 a +253,7. Pelos índices, 1987 foi mais favorável ao feijão; as variações ocorreram de –124,4 em Sobradinho, colocando-o como pior ambiente, a +253,7 em Osório, classificando-o como melhor ambiente. Em 1988, os índices variaram de +178,3 para Erexim, considerado o melhor ambiente, a –381,8 para Sobradinho, considerado o pior ambiente. Considerando os dois anos, Erexim e Osório foram os melhores ambientes; Sobradinho e Pelotas foram os piores e Iraí representou um ambiente médio.

Os resultados demonstraram que os ambientes apresentaram amplo espectro de variação dos índices ambientais, desde –381,8 (ambiente ruim) a +253,7 (ambiente bom). Esta variação evidencia a divergência ecológica entre os locais. Segundo ALLARD e BRADSHAW (1964) ambientes distintos são imprescindíveis num programa de melhoramento, para a detecção e seleção de genótipos estáveis e adaptados. Logo, os valores dos índices de ambiente comprovam a adequação dos locais utilizados pelo programa estadual de pesquisa de feijão.

Os parâmetros da estabilidade estimados pelo modelo de EBERHART e RUSSEL (1966) estão na Tabela 8.

TABELA 5 - Análise da variância do rendimento de grãos (kg/ha) de 22 genótipos de feijão testados em cinco locais e dois anos: 1987/88 e 1988/89, no Rio Grande do Sul

Fonte de Variação	GL[1]	SQ	QM	F-teste
Repetições	3			
Genótipos	21	25253594,17	1202552,10	2,19 *
Locais	4	257366883,70	64341720,91	117,22 **
Anos	1	28063784,90	28063784,90	51,13 **
Locais x anos	4			
Genótipos x locais	84	22753632,27	270876,57	0,49
Genótipos x anos	21	5261221,97	250534,37	0,46
Genótipos x locais x anos	84	46104053,29	548857,77	3,55 **
Erro	657	101713672,90	154815,33	
Total	879	493758946,60		
MÉDIA	1708 kg/ha			
CV %	23,06			

** indica significância ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 6 - Análise da variância do rendimento de grãos (kg/ha) de 22 genótipos de feijão testados em 10 ambientes, em 1987/88 e 1988/89, RS

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F-teste
Repetições	3			
Ambiente	9	311037101,8	34559678	134,64 **
Genótipo	21	25253594,17	1202552	4,69 **
Ambiente x genótipo	189	48512474,43	256679,8	1,66 **
Resíduo	657	101713672,9	154815,3	
TOTAL	879	493758946,6		

** indica significância a 1% de probabilidade.

TABELA 7 - Rendimento médio de grãos (kg/ha) dos genótipos (Y_j), índice ambiental (I_j) e índice ambiental médio de dois anos (Im), obtidos em 1987/88 e 1988/89, em 10 ambientes, RS

LOCAL	ANO	Y.j	Ij[1]	Im
Erexim	1987	2378	201	
	1988	2302	178,3	189,65
Iraí	1987	1739	9,6	
	1988	1706	-0,5	4,55
Osório	1987	2553	253,7	
	1988	1876	50,5	152,10
Pelotas	1987	1469	-71,7	
	1988	1325	-114,8	-93,25
Sobradinho	1987	1293	-124,4	
	1988	435	-381,8	-253,10
Média		1708		

[1] $I_i = Y_j - Y..$ onde Y_j é o rendimento médio dos genótipos no ambiente $_i$ e Y..é o rendimento médio de todos os genótipos.

TABELA 8 - Rendimento médio de grãos (RMG), coeficiente de regressão (b_i), coeficiente de determinação (r^2) e variância dos desvios da regressão(S^2d_i) de 22 genótipos de feijão testados em 10 ambientes, em 1987/88 e 1988/89, RS

Genótipos	RMG (kg/ha)		b_i[1]	r^2	S^2d_i (%)
A236	1563	M	0,77*[2]	69,4	8666
BAT 429	1555	I	0,86 NS	73,6	8902
CAPIXABA PRECOCE	1585	M	0,78 *	61,5	2849
CARIOCA	1765	M	1,09 NS	74,7	13639
CNF3975	1873	S	1,18 NS	73,0	17238
CNF5483	1993	S	1,31 *	79,7	14616
CNF5493	1883	S	1,39 *	87,5	9326
CNF5494	2044	S	1,28 *	79,0	14686
EMPASC 201	1711	M	0,97 NS	63,8	17723
FT83-120	1968	S	1,15 NS	68,0	20983
FT 84-86	1692	M	1,01 NS	63,6	19686
FT 84-158	1701	M	0,98 NS	59,1	22114
FT84-398	1556	I	1,03 NS	57,8	25760
FT Tarumã	1599	M	0,96 NS	72,5	11671
GUATEIAN 6662	1619	M	1,02 NS	68,9	15725
IRAÍ	1539	I	0,65 *	28,5	35112
LM30063	1884	S	1,22 *	88,3	10013
LM30074	1863	S	1,00 NS	67,2	16533
MAQUINÉ	1590	M	0,78 *	56,3	15978
RIO NEGRO	1501	I	0,95 NS	71,2	12333
RIO TIBAGI	1611	M	0,82 *	66,7	11348
TURRIALBA 4	1469	I	0,79 *	64,9	11363
MÉDIA	1708				
DMS (.05)	145				

* indica, significância ao nível de 5% de probabilidade.
S, M e I indicam genótipo superior médio e inferior, respectivamente, a 5% de probabilidade (DMS).
[1] todos b_i ' 0 a 1% de probabilidade
[2] significância para $b_i = 1$

Quanto à média de rendimentos de grãos, primeiro parâmetro considerado no modelo, foram superiores os genótipos CNF 5494, CNF 3975, CNF 5483, CNF 5493, FT 83-120, LM 30063 e LM 30074. Foram inferiores os genótipos BAT 429, FT 84-398, Iraí, Rio Negro e Turrialba 4, enquanto que A236, Capixaba Precoce, Carioca, EMPASC 201, FT 84-86, FT 84-158, FT-Tarumã, Guateian 6662, Maquiné e Rio Tibagi apresentaram comportamento intermediário.

Quanto ao coeficiente de regressão (b_i), segundo parâmetro estimado no modelo, todos os genótipos apresentaram os valores diferentes de zero; no entanto, alguns genótipos apresentaram comportamento para b_i diferenciado estatisticamente da unidade. Tiveram valores de b_i igual à unidade, os genótipos BAT 429, Carioca, CNF 3975, EMPASC 201, FT 83-120, FT 84-86, FT 84-158, FT 84-398, FT-Tarumã, Guateian 6662, LM 30074 e Rio Negro. Os genótipos com b_i superiores à unidade foram CNF 5483, CNF 5493, CNF 5494, LM 30063. Os genótipos com coeficientes de regressão inferior à unidade foram: A 236, Capixaba Precoce, Iraí, Maquiné, Rio Tibagi e Turrialba 4.

Quanto aos desvios da regressão (S^2d_i), terceiro parâmetro estimado pelo modelo, a maioria dos genótipos não apresentou valores significativos. Somente os genótipos FT 83-120, FT 84-158, FT 84-398 e Iraí revelaram desvios significativamente diferentes de zero.

Estes resultados discriminaram a variação nas respostas dos genótipos às condições ambientais, anteriormente detectada pela alta significância da interação genótipo x ambiente (Tabelas 5 e 6). O modelo detectou 82% dos genótipos como estáveis e 18% como instáveis. Os genótipos estáveis apresentaram variações quanto ao desempenho produtivo e adaptabilidade.

Definindo-se os níveis de adaptabilidade a partir dos valores dos coeficientes de regressão (b_i) e sua significância estatística, os genótipos estáveis foram agrupados em três categorias. O primeiro grupo, de adaptabilidade ampla, ou com capacidade de aproveitar vantajosamente o estímulo ambiental (MARIOTTI et al., 1976), ou com estabilidade dinâmica ($b_i=1, S^2d_i=0$) (BECKER e LEON, 1988) incluiu o maior número de genótipos, sete. Dentre estes, dois genótipos apresentaram rendimentos superiores, CNF 3975 e LM 30074; cinco, rendimentos médios, Carioca, EMPASC 201, FT 84-86, FT-Tarumã, e Guateian 6662); e dois, inferiores, BAT 429 e Rio Negro.

O segundo grupo incluiu genótipos estáveis com adaptação específica a ambientes de alto rendimento ($b_i>1$, $S^2d_i=0$), todos com rendimentos superiores, CNF 5483, CNF 5494 e LM 30063.

A terceira categoria incluiu genótipos estáveis, com adaptação específica a ambientes de baixo rendimento ($b_i<1$ e $S^2d_i=0$), onde A 236, Capixaba Precoce, Maquiné e Rio Tibagi apresentaram rendimentos médios e Turrialba 4, inferior. Estes genótipos evidenciaram sua baixa capacidade de responder à melhoria das condições de cultivo.

Por outro lado, os resultados do modelo demonstraram a superioridade produtiva dos genótipos introduzidos CNF 3975, LM 30074, CNF 5483, CNF 5494 e LM 30063 sobre as cultivares recomendadas para o Estado, na época do experimento.

Os coeficientes de determinação (r^2) (Tabela 8), que quantificam os efeitos lineares de cada genótipo na variação total, foram altos, variando de 28,5% (Iraí) a 88,3% (CNF 5493), ficando a maioria dos genótipos entre 60 e 80%, demonstrando a linearidade da resposta dos genótipos às mudanças ambientais.

Considerando os três parâmetros, simultaneamente, foram selecionados, como agronomicamente superiores, os genótipos CNF 3975 e LM 30074.

Os valores da ecovalência (W_i), estimados para cada cultivar constam na Tabela 9, juntamente com sua significância estatística obtida pelo F-teste.

Pela significância das ecovalências, foram considerados instáveis somente os genótipos CNF 5483, CNF 5493, FT 84-398, Iraí e Turrialba 4. Considerando apenas as magnitudes do parâmetro, conforme WRICKE (1962), onde as menores ecovalência eqüivalem às maiores estabilidades, os cinco genótipos mais estáveis foram FT-Tarumã, Carioca, A 236, LM 30063 e Rio Negro.

A Tabela 9, também, apresenta os valores dos parâmetros da estabilidade de SHUKLA (1972), variância da estabilidade antes (σ_i^2) e após (S_i^2) o uso do índice ambiental (I_j) como covariável, com as respectivas significância estatísticas de seus F-teste.

Os valores da variância da estabilidade (σ_i^2) foram similares aos valores da ecovalência; consequentemente, eqüivaleram-se as classificações da estabilidade dos genótipos.

A similaridade encontrada neste estudo concorda com os resultados de KANG e MILLER (1984), que encontraram perfeita correlação entre os dois parâmetros.

A variância da estabilidade (σ_i^2) classificou como genótipos mais estáveis FT-Tarumã, Carioca, A 236, LM 30063 e Rio Negro. Considerando os rendimentos, segundo GORMAN et al. (1989), os genótipos LM 30063 e FT 83-120 foram os melhores. Por outro lado, o parâmetro classificou como instáveis os genótipos CNF 5483, CNF 5493, FT 84-86, FT 84-398, Iraí e Turrialba 4.

A variância da estabilidade, após o uso da covariâcia (S_i^2), ordenou, diferentemente, a estabilidade dos genótipos.

De acordo com SHUKLA (1972), as menores magnitudes de S_i^2 correspodem às maiores estabilidades; assim, os cinco genótipos mais estáveis foram: A 236, LM 30063, CNF 5494, FT-Tarumã e Carioca. Considerando os rendimentos, conforme GORMAN et al. (1989), foram melhores os genótipos LM 30063 e CNF 5494. Além disso, com a remoção da covariância, os genótipos CNF 5483 e CNF 5493 foram classificados como estáveis, enquanto que o genótipo FT 84-86 passou a ser considerado instável.

A heterogeneidade (Tabela 10), removida da interação genótipo x ambiente, via índice ambiental, foi significativa a 1% de probabilidade e equivalente a quase 25% da magnitude da soma dos quadrados da interação. Portanto, a contribuição do índice ambiental na interação genótipo x ambiente foi estimada como altamente significativa

TABELA 9 - Ecovalência (W_i), variância da estabilidade (σ_i^2) e variância da estabilidade após o uso da covariância (S_i^2) dos 22 genótipos testados em 10 ambientes, em 1987/88 e 1988/89, RS

Genótipos		W_i	σ_i^2	S_i^2
A236		99166	10965	3003
BAT429		124427	14052	12680
CAPIXABA PRECOCE		162515	18708	13013
CARIOCA		88124	9615	9509
CNF3975		139007	15834	12586
CNF5483		232335 *	27241 *	14662
CNF5493		299387 *	35436 *	13077
CNF5494		163464	18824	7364
EMPASC201		148998	17055	19284
FT 83-120		124720	14088	12190
FT 84-86		215738	25213	28664 *
FT 84-158		171548	19812	22483 *
FT 84-398		298453 *	35322 *	39935 *
FT TARUMÃ		75234	8040	9044
GUATEIAN 6662		148662	17014	19390
IRAI		891856 *	107849 *	99701 *
LM30063		102422	11363	4511
LM30074		172953	19983	22786
MAQUINÉ		184086	21344	16014
RIO NEGRO		116671	13105	14667
RIO TIBAGI		126714	14332	10939
TURRIALBA 4		281100 *	33201 *	30735 *

* indica significância estatística a 5 % de probabilidade pelo F-teste.
§ equivale a superior à média de rendimento dos genótipos

TABELA 10 - Heterogeneidade de 22 genótipos testados em 10 ambientes, em 1987/88 e 1988/89, no Rio Grande do Sul, removida da interação genótipo x ambiente via covariáveis

Covariáveis	Resíduo	SQ da Heterogeneidade	% da Heterogeneidade
I_i	3330333**	1045535**	23,87

** indica significativo a 1% de probabilidade.

No entanto, se não for considerada a média de rendimento, os modelos de WRICKE (1962) e SHUKLA (1972) são pouco discriminatórios, na medida que selecionam genótipos independentemente de seu desempenho produtivo e nada informam sobre sua adaptação. Além disso, estes métodos classificam como instáveis genótipos considerados estáveis pelo método da regressão (CNF5483 e CNF5493).

Os dois métodos discriminaram muitos genótipos como melhores. Considerando os sete genótipos de rendimento superior, cinco foram selecionados pelos dois métodos. Estes resultados indicam quão pouco restritivos são os métodos, além de nada informarem sobre a adaptabilidade dos genótipos testados.

Os dados obtidos neste trabalho confirmam que o método de análise de estabilidade de EBERHART e RUSSEL (1966) é mais aconselhável, principalmente por sua simplicidade, relevância biológica e rigor de seleção (selecionou, como melhores, apenas dois genótipos entre os 22 testados). Além disso, a informação adicional sobre o tipo de ambiente a que o genótipo melhor se adapta, poderá facilitar a regionalização da recomendação de cultivares.

CONCLUSÃO

O modelo de EBERHART E RUSSEL (1966) foi mais eficiente que os modelos de WRICKE (1962) e SHUKLA (1972) na análise da estabilidade dos genótipos de feijão, por apresentar maior rigor

de seleção e discriminar o tipo de adaptação do genótipo. Por este modelo, foram classificados os genótipos CNF 3975 e LM 30074 como agronomicamente superiores, devido à sua estabilidade, altos rendimentos e adaptação ampla.

BIBLIOGRAFIA CITADA

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

BECKER, H.C.; LEON, J. Stability analysis in plant breeding. **Plant Breeding**, Berlin, v.101, p.1-23, 1988.

BONATO, E.R. **Estabilidade fenotípica da produção de grãos de dez cultivares de soja (*Glycine max* (L) Merril) nas condições do Rio Grande do Sul.** Piracicaba: ESALQ/USP, 1978. 75 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Agronomia, ESALQ.1978.

BREESE, E.L. The measurement and significance of genotype-environment interactions in grasses. **Heredity**, Edinburgh, v. 24, p.27-44, 1969.

CARVALHO, F.I.F.; FEDERIZZI, L.C.; NODARI, R.D.; STORCK, L. Comparison among stability models in evaluating genotypes. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.6, n.4, p.667-691, 1983.

COMSTOCK, R.E.; MOLL, R.H. Genotype x environment interactions. In: HANSON, W.D.; ROBINSON, H.F. (Eds.) **Statistical genetics of plant breeding**, Washington: NAS-NRC, 1963. p.164-166.

DUARTE, J.B. **Estudo da adaptabilidade e estabilidade fenotípica em linhagens e cultivares de feijão mulatinho (*Phaseolus vulgaris* L.)** Goiânia: UFG,1988. 155 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Agronomia, UFG. 1988

EASTON, H.S.; CLEMENTS, R.J. The interaction of wheat genotypes with a specific factor of the environment. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.80, p.43-52, 1973.

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

FINLAY, K.W.; WILKINSON, G.N. The analysis of adaptation in a plant-breeding programe. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v.14, p.742-754, 1963.

GORMAN, D.P.; KANG, M.S.; MILAN, M.R. Contribuition of weather variables to genotype x environment interactions in grain sorghum. **Plant Breeding**, Berlin, v.103, p.299-303, 1989.

INSTITUTO DE PESQUISAS AGRONÔMICAS. **Recomendações para a cultura do feijão.** Porto Alegre: Secretaria da Agricultura,1986. 46p.

JOWETT, D. Yield stability parameters for sorghum in east Africa. **Crop Science**, Madison, v.12, p.314-317, 1972.

KALTSIKES, P.J.; LARTER, E.N. The interaction of genotype and environment in durum wheat. **Euphytica**, Wageningen, v.19, p.236-242, 1970.

KANG, M.S. Interaction BASIC program for calculating stability variance parameters. **Agronomy Journal**, Madison, v.80, p.153, 1988.

KANG, M.S.; MILLER, J.D. Genotype x environment interactions for cane and sugar yield and their implications in sugarcane breeding. **Crop Science**, Madison, v.24, p.435-440, 1984.

KANG, M.S.; MILLER, J.D.; DARRAH, L.L. A note on relationship between stability variance and ecovalence. **Journal of Heredity**, Baltimore, v.78, p.107, 1987.

LIN, C.S.; BINNS, M.R.; LEFKOVITCH, L.P. Stability analysis: where do we stand?. **Crop Science**, Madison, v.26, p.894-900, 1986.

LYMAN, O. Analysis of variance for some fixed, random, and mixed effects models. In: _____. **An introduction to statistical methods and data analysis.** North Scituate: Duxburry Press, 1977. P.558-584.

MARIOTTI, J.A.; OYARZABAL, E.S.; OSA, J.M.; BULACIO, A.N.R.; ALMADA, G.H. Analises de estabilidad y adaptabilidad de genotipos de caña de azúcar. I. Interacciones dentro de una localidad experimental. **Revista Agronomica**, Tucumán, v.13, p.105-127, 1976.

PHAM, H.N.; KANG, M.S. Interrelationships among and repeatability of several statistics estimated from international maize trials. **Crop Science**, Madison, v.28, p.925-928, 1988.

SANTOS, J.B. **Estabilidade fenotípica de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) nas condições do sul de Minas Gerais.** Piracicaba: ESALQ/USP, 1980. 110p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Agronomia, ESALQ. 1980.

SHUKLA, G.K. Some statistical aspects of partitioning genotype x environmental components of variability. **Heredity**, Edinburgh, v.29, p.237-245, 1972.

STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. **Principles and precedures of statistics.** A biometrical aproach. 2. ed., New York: McGraw-Hill, 1980. 633p.

WRICKE, G. Uber eine methode zur erfassung der okologischen streubreite in feldversuchen. **Zeitung Pflanzenzücht**, Berlin, v.47, p.92-96, 1962.

YATES, F.; COCHRAN, W.G. The analysis of groups of experiments. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.28, p. 556-580, 1938.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FEPAGRO (Programa Feijão), à EMBRAPA/CPACT e às instituições participantes da Comissão Estadual de Feijão-RS, pela cedência dos dados experimentais.

UTILIZAÇÃO DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS E ÍNDICE DE DOENÇA NA ANÁLISE DA INTERAÇÃO GENÓTIPO X AMBIENTE EM FEIJÃO[1]

CARMEN ILSE PINHEIRO JOBIM[2], SERGIO LUIZ WESTPHALEN[3], LUIZ CARLOS FEDERIZZI[4]

RESUMO - A análise da interação genótipo x ambiente foi realizada para o rendimento de grãos de 22 genótipos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), testados em cinco locais diferentes do Rio Grande do Sul em dois anos. Os parâmetros da estabilidade foram estimados pelo modelo de regressão linear de EBERHART e RUSSEL (1966). O índice ambiental, variáveis ambientais meteorológicas e índices de doença foram usados no modelo como avaliadores do ambiente, visando comparar a sua eficiência. O índice ambiental foi melhor estimador do ambiente, enquanto que as variáveis meteorológicas e índices de doenças foram pouco precisos na estimação.

Palavras-chave: Phaseolus vulgaris, observação meteorológica, doença de planta.

USE OF ENVIRONMENTAL VARIABLES AND DISEASE INDEX FOR GENOTYPE X ENVIRONMENT INTERACTION IN COMMON BEAN

ABSTRACT - Genotype x environment interaction was perfomed on grain yield of twenty-two genotypes of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) grown at five different locations in Rio Grande do Sul, during two years. The stability parameters were estimated by linear regression model of EBERHART and RUSSEL (1966). In addition, the environmental index of the model was obtained by weather variables and disease index. The best estimator of the environment was the normal environmental index, whereas the weather variables and disease index failled to provide a good estimation.

Key words: *Phaseolus vulgaris*, weather variable, plant disease.

INTRODUÇÃO

Genótipos de feijão, freqüentemente, mostram variações na resposta a diferentes ambientes. Esta resposta errática é devido à interação genótipo x ambiente que dificulta a recomendação de cultivares. Além disso, os efeitos desta interação podem reduzir o progresso de seleção (COMSTOCK e MOLL, 1963). Várias metodologias foram propostas para estudo da estabilidade, porém os métodos baseados em análise de regressão são os preferidos (DUARTE, 1988). O modelo por regressão linear de EBERHART e RUSSEL (1966) tem sido o mais usado, provavelmente por sua simplicidade e relevância biológica (BECKER e LEON, 1988).

Segundo o método de EBERHART e RUSSEL (1966), genótipo ideal é aquele com rendimento médio alto, coeficiente de regressão linear igual à unidade e os menores desvios da regressão. Neste modelo, o coeficiente de regressão estima a adaptabilidade do genótipo, ou a sua resposta à melhoria do ambiente e os desvios da regressão medem a sua estabilidade, ou sua resposta às flutuações ambientais.

Originalmente, EBERHART e RUSSEL (1966) propuseram, para valor do ambiente, o índice ambiental, obtido pela diferença entre as médias dos genótipos testados no local considerado e a média geral. No entanto, os autores reconhecem a desvantagem de índices ambientais dependentes, que conduzem a teste de significância não exatos. Segundo eles, este índice será satisfatório até que o ambiente possa ser quantificado através de medidas físicas adequadas e utilizáveis. Desde então, o índice ambiental passou a ser amplamente utilizado na análise da estabilidade. Porém, FREEMAN e PERKINS (1971) e LIN et al.(1986) consideraram que seu uso infringe pressuposições fundamentais de análise da regressão; somente o uso de medidas independentes torna válido o modelo.

Avaliações independentes do ambiente

1. Parte da tese de Mestrado do primeiro autor, Faculdade de Agronomia, UFRGS (agosto de 1990).
2. Eng. Agr., M.Sc. - Equipe de Fitotecnia, FEPAGRO. Rua Gonçalves Dias 570, 90130-060 Porto Alegre, RS.
3. Eng. Agr., M.Sc. - Falecido em março de 1990.
4. Eng. Agr., Ph. D.- Prof. do Departamento de Plantas de Lavoura, Faculdade de Agronomia, UFRGS. Av. Bento Gonçalves 7712, 90540-000 Porto Alegre, RS.

Recebido para publicação em 20/02/1997.

podem ser obtidas por medições de fatores físicos, como observações meteorológicas, infestação de pragas e incidência de doença no experimento. Este estudo foi formalizado, inicialmente, por ABOU-EL-FITTOUH et al. (1969) que encontraram associação entre as variáveis físicas do ambiente e a interação.

Da mesma forma, HARDWICK e WOOD (1972) e PERKINS (1972) foram bem sucedidos na previsão da estabilidade de genótipos por regressão múltipla com variáveis físicas do ambiente. Recentemente SAEED e FRANCIS (1984) determinaram, com sucesso, os efeitos de variáveis meteorológicas sobre o rendimento de sorgo, através de análise de regressão múltipla. Para estes autores, informações sobre a contribuição dos fatores físicos na interação genótipo x ambiente são úteis para entender a natureza dessas interações e estabelecer procedimentos de seleção de genótipos mais tolerantes às variações ambientais. Por outro lado, alertam sobre a necessidade de usar grupos de genótipos com diferenças mínimas no ciclo, considerando que as flutuações meteorológicas e as incidências de doenças e pragas afetam a resposta da planta diferentemente, dependendo do estádio de desenvolvimento.

No entanto, o valor do ambiente obtido a partir de fatores ambientais físicos exige uma amostragem ambiental cuidadosa (EBERHART e RUSSEL, 1966). Além disso, tais fatores variam no tempo, em intensidade e duração, dificultando a determinação de seus efeitos sobre os genótipos (FREEMAN e PERKINS, 1971), e a complexidade do ambiente, dificilmente, pode ser representada por fatores físicos isolados (FINLAY e WILKINSON, 1963).

Em relação ao feijoeiro, os aspectos ambientais mais importantes registrados pela literatura são as condições hídrica, térmica e de sanidade a que são submetidas as plantas (PASTOR-CORRALES, 1985; WHITE e IZQUIERDO, 1989). Porém, não há informações sobre a associação destes fatores ambientais com a interação genótipo x ambiente.

O objetivo deste estudo foi testar a eficiência da utilização de variáveis ambientais meteorológicas e de doença como estimadoras do valor do ambiente na análise da estabilidade de genótipos de feijão.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados de rendimento de grãos obtidos no Ensaio Estadual de linhagens e cultivares conduzido sob a coordenação da COMISSÃO ESTADUAL DE PESQUISA DE FEIJÃO(1987), nas safras de 1987/88 e 1988/89, foram utilizados para este estudo. Duas safras correspondem ao número de anos usual de teste de um genótipo no Ensaio Estadual. Após, ou o genótipo é recomendado, ou é descartado.

O delineamento experimental utilizado nos dois anos foi o de blocos completos casualizados com quatro repetições e área útil de 3 m^2. A instalação e a condução do experimento seguiram as recomendações técnicas para o cultivo de feijão (INSTITUTO, 1986). Somente os 22 genótipos descritos na Tabela 1 foram utilizados, por estarem incluídos no experimento em ambos os anos, nos cinco locais considerados (Tabela 2).

Os dados foram submetidos à análise da variância conjunta, considerando os efeitos de genótipo, local e ano aleatórios (Tabela 3). As diferenças entre as médias dos genótipos foram testadas pelo DMS a 5% (STEEL e TORRIE, 1980).

TABELA 1 - Genealogia dos genótipos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) testados em cinco locais, em 1987/88 e 1988/89, no Rio Grande do Sul

GENÓTIPOS	GENEALOGIA
A 236	[IPA 7419 x G4000]
BAT 429	[22G$_4$ x P1310797] x [Turrialba x Cornell 49-242]
CAPIXABA PRECOCE*	Porrillo Sintético x Compuesto Negro del Chimaltenango2]
CARIOCA *	Desconhecido
CNF 3975	[ICA PIJAO x Puebla 152]
CNF 5483	A358x[A176x(G4326xXAN40)]
CNF 5493	G 3627 x EMP84
CNF 5494	A358x[A176x(G4326xXAN40)]
EMPASC 201*	ICA TUI x S219 N-1
FT 83-120	[NEP2 x ICA PIJAO] x Puebla 173
FT 84-86	[Rio Tibagi x Puebla 173] x MD450
FT 84 -158	[Rio Tibagi x Puebla 173] x Sel. P511A
FT 84-398	[Rio Tibagi x Puebla 173] x H876
FT TARUMÃ	[NEP2 x ICA PIJAO] x F4[Rio Negro x Cornell 49-242]
GUATEIAN 6662 *	Desconhecida
IRAÍ *	Desconhecida
LM 30063	[Jamapa x Roxão]
LM30074	[Jamapa x Canário 101]
MAQUINÉ *	Desconhecida
RIO NEGRO *	[Turrialba 4 x Cornell 49-242] x [Rio Tibagi x Cornell 49-242]
RIO TIBAGI *	Desconhecida
TURRIALBA 4*	Desconhecida

*Cultivar já recomendado por ocasião da realização dos experimentos.

TABELA 2 - Locais, data de semeadura e caracterização, edáfica e geográfica, dos ensaios estaduais

Locais	Data da Semeadura		Unidade de Mapeamento do Solo	Latitude	Longitude	Altitude
	1987/88	1988/89				
Erexim	21/10	21/10	Erexim	27°37'46"	52°16'33"	760m
Iraí	18 e 19/09	22/09	Ciríaco- Charrua	27°11'45"	53°14'01"	222m
Osório	25/09	19/09	Vila	29°40'49"	50°13'56"	32m
Pelotas	22/10	12/10	Camaquã (Ca$_2$)	31°45'00"	52°21'00"	13m
Sobradinho	06/10	09/10	Ciríaco	29°26'00"	52°59'00"	460m

TABELA 3 - Distribuição dos graus de liberdade, quadrado médio esperados e F-teste estimado para a análise da variância conjunta, considerando os efeitos de genótipos, anos e locais como aleatórios

Fonte de variação	GL[1]	QM[2]	QM Esperados	F-teste
Repetições	(r - 1)	-		
Genótipos	(g - 1)	QM1	$\sigma^2_e + r\sigma^2_{gal} + ra\sigma^2_{gl} + rl\sigma^2_{ga} + rla\sigma^2_g$	QM1/QM6
Locais	(l - 1)	QM2	$\sigma^2_e + r\sigma^2_{gal} + ra\sigma^2_{gl} + rg\sigma^2_{al} + rga\sigma^2_l$	QM2/QM6
Anos	(a - 1)	QM3	$\sigma^2_e + r\sigma^2_{gal} + rg\sigma^2_{al} + rl\sigma^2_{ga} + rgl\sigma^2_a$	QM3/QM6
Locais x Anos	(l - 1)(a - 1)	-		
Genótipos x Locais	(g -1)(l - 1)	QM4	$s^2_e + rs^2_{gal} + ras^2_{gl}$	QM4/QM6
Genótipos x Anos	(g - 1)(a - 1)	QM5	$s^2_e + rs^2_{gal} + rls^2_{ga}$	QM5/QM6
Genótipos x Anos x Locais	(g - 1)(a - 1)(l -1)	QM6	$s^2_e + rs^2_{gal}$	QM6/QME
Erro	(r - 1))(gal - 1)	QME	s^2_e	
Total	(rgal - 1)			

[1]g, a, l, r representam, respectivamente, o número de genótipos, número de anos, número de locais e o número de repetições testadas.

σ^2_e = variância do erro

σ^2_g = variância dos genótipos

σ^2_l = variância dos locais

σ^2_a = variância dos anos

σ^2_{ga} = variância da interação genótipo x ano

σ^2_{gl} = variância da interação genótipo x local

σ^2_{gal} = variância da interação genótipo x local x ano

As estimativas dos parâmetros da estabilidade, média (Y_i), coeficiente de regressão linear (b_i) e quadrado médio dos desvios da regressão ($\sigma^2 d_i$), para todos os genótipos nos ambientes, foram estimados segundo EBERHART e RUSSEL (1966), conforme o modelo: $Y_{ij} = \mu_i + \beta_i z_j + \sigma_{ij} + \varepsilon_{ij}$, onde:

Y_{ij} é a média do genótipo $_i$ no ambiente $_j$;

μ_i é a média do genótipo $_i$ em todos os ambientes;

β_i é o coeficiente de regressão do genótipo $_i$ em todo os ambientes;

σ_{ij} é o desvio do genótipo $_i$ em relação à sua linha de regressão no ambiente $_j$;

ε_{ij} é o resíduo associado a média;

Z_j é a medida da característica do ambiente (I_j ou cada uma das variáveis ambientais).

No caso: I_j é o índice ambiental, obtido pela diferença entre o rendimento médio de todos os genótipos no ambiente $_j$ ($Y_{.j}$) e o rendimento médio geral dos genótipos nos ambientes ($Y_{..}$), ou: $I_j = Y_{.j} - Y_{..}$.

As variáveis ambientais foram definidas por observações meteorológicas e avaliações de doenças. Os registros meteorológicos obtidos para cada local foram:

a) **precipitação,** em mm, correspondendo à quantidade de precipitação ocorrida durante o ciclo da cultura;

b) **XTMIN**, em °C, correspondendo à média das temperaturas mínimas ocorridas durante os primeiros trinta dias do ciclo da cultura;

c) **TMIN**, em °C, correspondendo à temperatura mínima ocorrida durante os primeiros trinta dias do ciclo da cultura;

d) **XTMAX**, em °C, correspondendo à média das temperaturas máximas ocorridas entre os 60° e 90° dias do ciclo da cultura;

e)**TMAX**, em °C, correspondendo à temperatura máxima ocorrida entre os 60° e 90° dias do ciclo da cultura;

f) **TMED**, em °C, correspondendo à média das temperaturas médias ocorridas durante o ciclo da cultura;

g) **U.R.**, em %, correspondendo à umidade relativa média ocorrida entre os 60° e 90° dias do ciclo da cultura.

As variáveis referentes à incidência de doenças foram estabelecidas a partir de leituras diretas dos experimentos. A escala de notas utilizada foi de 1 a 9 para avaliação de germoplasma, conforme recomendação da COMISSÃO ESTADUAL DE PESQUISA DE FEIJÃO (1987).

Os índices que qualificaram os ambientes, quanto às doenças, corresponderam à ponderação das notas de doenças ocorrida nos 22 genótipos testados, em cada ambiente, em relação ao potencial de máxima severidade da doença. Os índices de doença (Id) foram calculados, conforme McKINNEY (1923), por:

onde: $$Id = \frac{\sum(vxf)}{NxM}$$

v = nota de doença na leitura;

f = número de genótipos a que foi atribuído a nota;

N = número de genótipos amostrados;

M = nota máxima da escala adotada.

As variáveis consideradas foram:

a) **IDA**, correspondendo ao índice de doença causada por antracnose [*Colletotrichum lindemunthianum* (Sacc & Magn.) Briosi & Cav.];

b) **IDB**, correspondendo ao índice de doença causada pelo crestamento bacteriano comum [*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* (Smith) Dye];

c) **IDF**, correspondendo ao índice de doença causada por ferrugem [*Uromyces phaseoli* (Reben) Wint.].

Foi aplicado o T-teste a 1% para testar a significância estatística de Ho: $b_i=0$ e Ho:$b_i=1$. A significância estatística para a variância dos desvios da regressão ($\sigma^2 d_i$) foi testada através do teste:

$$F = \frac{\sigma^2 d_i}{QME}$$

onde QME é o quadrado médio do erro da análise conjunta.

Foram obtidos os coeficientes de determinação (r^2) do rendimento de grãos com o índice ambiental e com as variáveis ambientais, visando quantificar os efeitos lineares da variação total (STEEL e

TORRIE, 1980).

Depois, executou-se o cálculo de regressão escalonada do rendimento de grãos sobre as variáveis ambientais, inclusive o índice ambiental, conforme a estatística C_p proposta por MALLOWS (1973), através do procedimento STEPWISE. No modelo, o critério para seleção é definido como $C_p = (SSE_p/s^2) - (N - 2*p)$, onde C_p é a medida do quadrado do erro total; s^2 é o quadrado médio do erro do modelo completo; SSE_p é a soma do quadrado do erro para o modelo com p parâmetros, incluindo o intercepto, se houver. O propósito foi selecionar entre as variáveis ambientais utilizadas, aquelas que melhor se ajustavam ao modelo de predição da regressão, e estabelecer um índice linear para as variáveis ambientais que associaram-se ao modelo. Foram consideradas associadas as variáveis com coeficientes de regressão significativas até 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da variância conjunta (Tabela 4) revelou que os efeitos isolados do genótipo, local e ano apresentaram variações altamente significativas. Logo, os genótipos avaliados apresentaram a variabilidade de rendimento, demonstrando a possibilidade de seleção dos genótipos superiores. Por outro lado, a diferença significativa encontrada entre locais, anos e a interação genótipo x local x ano evidencia a necessidade de os genótipos serem submetidos a um adequado número de ambientes. Estes devem representar as possíveis variações de ambiente que os genótipos testados encontrarão, quando recomendados comercialmente.

Entre as interações analisadas (Tabela 4), somente a interação tríplice, entre genótipos x locais x anos, mostrou variações significativas. Segundo ALLARD e BRADSHAW (1964), este tipo de interação é provocada por variações ambientais imprevisíveis, tais como as flutuações do tempo (principalmente precipitação e temperatura). Anteriormente, COMSTOCK e MOLL (1963) já demonstraram que estas interações reduziam o processo de seleção. Além disso, a presença destas interações indica a existência de genótipos específicos para determinados ambientes e, possivelmente, genótipos menos responsivos às variações ambientais. A conseqüência direta no melhoramento é o comprometimento da recomendação de cultivares, quando utilizada apenas a média dos rendimentos como critério de seleção.

O desempenho médio dos genótipos testados, representado pelos parâmetros da estabilidade (média, b_i e $\sigma^2 d_i$), obtidos via índice ambiental, está apresentado na Tabela 5. Em relação à média dos 22 genótipos avaliados, sete apresentaram rendimento de grãos superior à média do experimento.

TABELA 4 - Análise da variância do rendimento de grão (g/3m²) de 22 genótipos de feijão testados em cinco locais e dois anos, em 1987/88 e 1988/89, no Rio Grande do Sul

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F-teste	
Repetição	3	653 094,84	217 698,28	-	
Genótipo	21	2 277 375,95	108 446,47	2,30	**
Local	4	2 3209 415,15	5 802 353,79	122,81	**
Ano	1	2 530 799,71	2 530 799,71	53,56	**
Local x Ano	9	-	-	-	
Genótipo x Local	84	2 051 928,71	24 427,72	0,52	
Ano x Genótipo	21	474 458,42	22 593,26	0,48	
Ano x Genótipo x Local	88	4 157 675,99	47 246,32	3,38	**
Resíduo	657	9 172 566,52	13 961,29		
TOTAL	879	87 944 527 315,30			
MÉDIA 512,29					
CV% 23,06					

* e ** indicam significância ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Nenhum dos cultivares já recomendados por ocasião dos experimentos classificou-se entre os superiores. Logo, os sete genótipos com rendimentos superiores mostraram-se candidatos à recomendação e, muito possivelmente, aqueles que forem selecionados para cultivo representarão um acréscimo na produção. Em relação aos coeficientes de regressão, todos foram diferentes

de zero; logo, nenhum dos genótipos testados apresentou estabilidade absoluta, segundo FINLAY e WILKINSON (1963). Por outro lado, 12 genótipos apresentaram seus coeficientes de regressão iguais à unidade, podendo traduzir-se como de adaptação ampla. Em relação aos desvios da regressão, apenas quatro genótipos mostraram desvios significativos; logo, foram considerados, segundo EBERHART e RUSSEL (1966), genótipos imprevisíveis, ou instáveis. A análise dos três parâmetros da estabilidade, conjuntamente, indicou os genótipos CNF3975 e LM30074 com melhor desempenho, por apresentarem rendimentos superiores aliados à adaptação geral ($b_i=1$) e estabilidade ($\sigma^2d_i=0$).

Os parâmetros, coeficientes da regressão (b_i) e variância dos desvios da regressão (σ^2d_i), obtidos através das variáveis meteorológicas e dos índices de doença como estimadores do valor do ambiente, estão nas Tabelas 5, 6 e 7. Quanto aos coeficientes de regressão, foram todos de diferentes magnitudes. Os valores elevados, muitos deles classificados estatisticamente como iguais a zero, demonstraram a não regressão do modelo, não havendo, portanto, associação linear entre as variáveis ambientais e os rendimentos dos genótipos. Em relação aos desvios de regressão, todas as variâncias foram, significativamente, diferentes de zero, com todos os genótipos classificados como instáveis, exceto Turrialba 4, classificado estável pela magnitude dos desvios estimados pela variável precipitação. Consequentemente, as variáveis ambientais, na forma como utilizadas neste trabalho, não alcançaram o desempenho do índice ambiental nas estimativas das regressões lineares do modelo de EBERHART e RUSSEL (1966). Assim, a ineficiência dessa metodologia em discriminar os genótipos estáveis não permitiu maiores esclarecimentos da interação genótipo x ambiente. Os coeficientes de determinação (r^2) do rendimento com o índice ambiental e com as variáveis ambientais (Tabela 8) quantificaram os efeitos lineares de cada genótipo na variação total. Os coeficientes de determinação foram altos, quando estimados pelo índice ambiental. Porém, os coeficientes de determinação estimados para as variáveis meteorológicas e índices de doença foram baixos. Entre eles, os valores de r^2, estimados pela variável precipitação, foram os melhores. Estes resultados se ajustam aos estudos de BECKER e LEON (1988) que encontraram forte correlação, matemática e não biológica, negativa entre σ^2d_i e r^2 e demonstram quão pouco da variação observada pode ser explicada pela regressão linear. Logo, estes valores confirmam o fraco desempenho das variáveis ambientais, que, pela metodologia usada, motivaram a perda de precisão das estimativas dos parâmetros do modelo.

No entanto, NOR e CADY (1979) e SAEED e FRANCIS (1984) encontraram linearidade significativa para os índices ambientais físicos, compostos, matematicamente, a partir de variáveis ambientais. Provavelmente, os índices utilizados pelos autores representaram melhor a complexidade do ambiente físico do que as variáveis ambientais, quando utilizadas isoladamente.

Os resultados obtidos pela regressão escalonada (Tabela 9) quantificaram a atuação conjunta das variáveis ambientais. Os resultados indicaram a importante participação do índice ambiental na predição da estabilidade. Em contrapartida, as variáveis ambientais pouco ou nada acrescentaram à linearidade do modelo. Temperatura e disponibilidade hídrica, juntamente com as doenças, são, reconhecidamente, as variáveis ambientais mais importantes para a cultura. Os resultados inexpressivos, aqui obtidos, indicam que o ambiente físico não foi suficientemente representado. Provavelmente, os valores médios das variáveis meteorológicas não traduziram, consistentemente, as variações climáticas, em intensidade e duração. Além disso, o estudo considerou, apenas, dias depois da semeadura (DDS) como critério para o estabelecimento dos períodos críticos. Provavelmente, considerar os períodos críticos pelos estádios fenológicos, de acordo com a escala do CIAT (1986), comporia um critério de medida mais preciso e eficiente na estimação da estabilidade por variáveis meteorológicas. Os resultados inexpressivos obtidos com os índices de doença devem-se, em grande parte, aos baixos níveis de incidência registrados nos dois anos. No caso, os valores dos índices mantiveram-se quase sempre em níveis de resistência, alcançando, apenas, para crestamento bacteriano comum valores intermediários.

TABELA 5 - Rendimentos médios de grãos, coeficientes de regressão (b_i) e variância dos desvios da regressão (σ^2d_i) estimados por índice ambiental (Ij), precipitação, umidade relativa (UR), temperatura média (TMED), de 22 genótipos de feijão testados em 10 ambientes em 1987/88 e 1988/89, RS

Genótipos	Média	Coeficientes estimados por							
	(kg/ha)	Ij		precipitação		UR		TMED	
		b_i [1]	σ^2d_i	b_i [1]	σ^2d_i [4]	b_i [3]	σ^2d_i [4]	b_i [3]	σ^2d_i [4]
A 236	1563 M	0,77 **[2]	8666	0,64	18974	6,53*	24305	-71,28*	25035
BAT 429	1555 I	0,86NS	8902	0,76	20511	4,35	31937	-68,14	30699
CAPIXABA P.	1585 M	0,78 *	12849	0,68	22582	7,57**	27942	-91,38**	27929
CARIOCA	1765 M	1,09NS	13639	0,87	36516	4,90	51687	-62,19	51440
CNF 3975	1873 S	1,18NS	17238	1,05	38216	9,04*	56045	-124,73**	53642
CNF 5483	1993 S	1,31 **	14616	1,09	44473	9,12**	63972	-57,47	69696
CNF 5493	1883 S	1,39 **	9326	1,20	41642	10,61*	63784	-106,52*	67043
CNF 5494	2044 S	1,28 *	14686	1,11	41961	8,59*	63065	-87,56	650160
EMPASC 201	1711 M	0,97NS	17723	0,72	37073	8,14*	42738	-67,08	46077
FT 83-120	1968 S	1,15NS	20983 *	0,95	44833	9,66*	56665	-113,62	57092
FT 84-86	1692 M	1,01NS	19686	0,81	39075	5,63	51119	-118,25**	44997
FT 84-158	1701 M	0,98NS	22114 *	0,85	37330	9,02*	46307	-99,09*	47604
FT 84-398	1556 I	1,03NS	25760 **	0,89	42991	7,69	55451	1,25*	61052
FT TARUMÃ	1599 M	0,96NS	11671	0,72	30619	8,33*	35909	-82,38*	38051
GUATEIAN66	1619 M	1,02NS	15725	0,81	35442	9,16*	42597	-93,97*	44791
IRAÍ	1539 I	0,65 *	35112 **	0,43	44872	-1,15	49012	-10,07	49071
LM 30063	1884 S	1,22 *	10013	1,12	31539	7,64	54543	-110,43*	52114
LM 30074	1863 S	1,00NS	16533	0,87	33049	5,81	47150	-141,84**	37281
MAQUINÉ	1590 M	0,78 *	15978	0,78	22725	8,42**	29826	-102,83**	29638
RIO NEGRO	1501 I	0,95NS	12333	0,99	20453	7,93*	36878	-44,99	41518
RIO TIBAGI	1611 M	0,82 *	11348	0,56	26884	5,56	31161	-74,99*	30421
TURRIALBA 4	1469 I	0,79 *	11363	2,52	17789NS	2,52	31794	-68,17	29365
MÉDIA	1708								
DMS (.05)	145								

* e ** indicam, respectivamente, significância a nível de 5 % e 1% de probabilidade.

S, M e I indicam genótipo superior, médio e inferior, respectivamente, a 5% de probabilidade (DMS).

[1] todos $b_i = 0$ a 1% de probabilidade

[2] significância para $b_i = 1$

[3] * e ** representam significância estatística pelo T-teste a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente para Ho:b_i=0

[4] todos σ^2d_i altamente significativos pelo F-teste, menos o indicado na tabela.

TABELA 6 - Coeficientes de regressão (bi) e variância dos desvios da regressão (σ^2d_i) estimados por temperaturas mínimas (XTMIN e TMIN) e temperaturas máximas (XTMAX e TMAX) de 22 genótipos de feijão testados em 10 ambientes em 1987/88 e 1988/89, RS

Genótipos	Coeficientes estimados por							
	XTMIN		TMIN		XTMAX		TMAX	
	b_i	σ^2d_i [1]	b_i	σ^2d_i [1]	b_i	σ^2d_i [1]	b_i	σ^2d_i [1]
A 236	40,89*	25409	5,98	28132	-50,64**	21719	-33,3*	25336
BAT 429	21,43	32922	8,68	33268	-41,57*	29260	-24,46	32103
CAPIXABA P.	18,30	32791	3,62	33299	-53,62**	25943	-26,89	31414
CARIOCA	60,90*	45501	3,73	53879	-51,21*	47183	-4,46*	48345
CNF 3975	46,71	59958	-1,31	63788	-75,47**	49071	-58,66*	54441
CNF 5483	91,78**	57025	12,81	70845	-66,42*	60442	-54,73*	63707
CNF 5493	64,95*	67025	4,42	74330	-76,66**	59251	-56,15*	65878
CNF 5494	65,86*	62430	0,84	70059	-69,45**	57588	-42,26	65208
EMPASC 201	53,68*	43943	13,67	47868	-71,53**	35780	-23,07	47567
FT 83-120	55,25	60146	8,36	65090	-81,71**	48252	-65,59**	53820
FT 84-86	15,06	53725	-4,31	54010	-65,94**	42878	-63,75**	43074
FT 84-158	38,22	51442	10,21	53374	-71,68**	40724	-50,25*	47147
FT 84-398	89,58**	46929	13,15	59991	-48,43*	54986	-20,28*	59935
FT TARUMÃ	50,20*	38046	13,94	41289	-71,21**	29365	-44,30*	37146
GUATEIAN6662	37,11	48131	14,50	49265	-71,57**	37309	-50,08	43735
IRAÍ	72,86**	39795	10,56	48454	-18,68	48235	-53,89*	41243
LM 30063	49,51	55759	-2,10	60047	-59,72*	50849	-59,71*	50380
LM 30074	21,98	49563	-6,61	50145	-65,07**	39463	-62,09**	39930
MAQUINÉ	36,15	34239	4,90	36391	-50,55**	29930	-39,90*	32211
RIO NEGRO	57,42*	37036	1,11	42831	-39,09	38887	-20,49	41697
RIO TIBAGI	29,19	32592	6,64	33821	-57,54**	25528	-33,88	30971
TURRIALBA 4	27,99	31019	-9,52	31842	-16,87	31663	-32,10	29598

[1] todos S^2d_i altamente significativos pelo F-teste.

* e ** representam significativo, estatística pelo T-teste a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, para Ho:b_i=0.

TABELA 7 - Coeficientes de regressão (b_i) e variâncias dos desvios da regressão ($\sigma^2 d_i$) estimados pelos índices de ferrugem (IDF) de antracnose (IDA) e crestamento bacteriano (IDB), dos 22 genótipos de feijão testados em 10 ambientes em 1987/88 e 1988/89, RS

Genótipos	Coeficientes estimados por					
	IDF		IDA		IDB	
	b_1 [2]	$\sigma^2 d_i$ [1]	b_1 [2]	$\sigma^2 d_i$ [1]	b_1 [2]	$\sigma^2 d_i$ [1]
A 236	2,6	27442	-4,5	27496	-2,3	27882
BAT 429	3,9	31671	-6,6	31851	-1,3	33407
CAPIXABA P.	2,6	32492	0,4	33374	-2,2	32411
CARIOCA	2,8	52926	-9	50476	-3,7	51178
CNF 3975	4,4	61181	-5,9	62285	-2,4	62251
CNF 5483	4,1	69558	-11,8	65914	-5,5	65771
CNF 5493	2,0	73888	-9,9	70272	-5,2	69058
CNF 5494	5,4	66107	-11,3	64566	-3,0	68262
EMPASC 201	5,2	45328	-2,9	48642	-1,9	48276
FT 83-120	2,5	64676	-4,5	64668	-3,9	62552
FT 84-86	3,9	52016	-2,7	53818	-3,2	52169
FT 84-158	5,2	50343	-2,8	53668	-2,7	52577
FT 84-398	7,5	53508	-11,7	55168	-3,4	58807
FT TARUMÃ	2,2	41828	-2,3	42249	-3,6	39918
GUATEIAN6662	3,1	49230	-2,3	50328	-4,6	46369
IRAÍ	-0,8	49061	-6,8	47133	-3,3	46969
LM 30063	2,6	59134	-6,5	58246	-3,8	57209
LM 30074	2,8	49374	-2,7	50091	-1,6	49888
MAQUINÉ	1,7	36154	-0,9	36505	-2,3	35487
RIO NEGRO	4,7	39918	-6,7	40944	-2,2	41915
RIO TIBAGI	2,1	35518	-4,0	33402	-3,2	32149
TURRIALBA 4	2,5	32015	-6,1	30818	-2,2	31445

[1] todos $\sigma^2 d_i$ altamente significativos pelo F-teste.

[2] nenhum coeficiente obteve significância estatística pelo T-teste a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, para Ho:b_i=0.

TABELA 8 - Coeficientes de determinação (r^2) da linearidade da regressão do rendimento com os estimadores do ambiente de 22 genótipos de feijão testados em 10 ambientes, em 1987/88 e 1988/89, RS

Genótipos	r^2										
	I_j	CHU	XTMIN	TMIN	XTMAX	TMAX	TMED	UR	IMF	IMA	IMB
A 236	69,4	33,1	10,4	0,8	23,4	10,6	11,7	14,3	3,2	3,0	3,8
BAT 429	73,6	39,2	2,4	1,4	13,3	4,8	9,0	5,3	6,1	5,6	1,0
CAPIXABA P.	61,5	32,4	1,8	0,2	22,3	5,9	16,3	16,3	2,7	0,0	2,9
CARIOCA	74,7	32,3	12,0	0,2	12,6	10,4	4,7	4,2	1,9	6,5	5,2
CNF 3975	73,0	40,1	6,0	0,0	23,1	14,7	15,9	12,2	4,1	2,4	1,8
CNF 5483	79,7	38,1	20,6	1,4	15,9	11,3	3,0	11,0	3,2	8,3	8,5
CNF 5493	87,5	44,1	10,0	0,2	20,4	11,5	10,0	14,3	0,8	5,6	7,2
CNF 5494	79,0	40,1	10,9	0,0	17,8	7,0	7,1	10,0	5,7	7,9	2,6
EMPASC 201	63,8	24,4	10,4	2,3	27,0	3,0	6,0	12,8	7,5	0,8	1,5
FT 83-120	68,0	31,6	8,2	0,7	26,4	17,9	12,9	13,5	1,3	1,3	4,5
FT 84-86	63,6	27,8	0,7	0,2	20,8	20,4	16,9	5,6	3,9	0,6	3,6
FT 84-158	59,1	30,9	4,8	1,2	24,6	12,7	11,9	14,3	6,8	0,6	2,7
FT 84-398	57,8	29,6	23,1	1,7	9,9	1,8	0,0	9,2	12,4	9,6	3,7
FT TARUMÃ	72,5	27,9	10,4	2,8	30,9	12,6	10,4	15,5	1,5	0,6	6,0
GUATEIAN6662	68,9	29,9	4,8	2,6	26,2	13,5	11,4	15,7	2,6	0,5	8,3
IRAÍ	28,5	8,7	19,0	1,4	1,8	16,1	0,1	0,3	0,2	4,1	4,4
LM 30063	83,3	47,5	7,2	0,0	15,4	16,1	13,3	9,2	1,6	3,0	4,8
LM 30074	67,2	34,4	1,7	0,5	21,7	20,8	26,1	6,5	2,1	0,6	1,0
MAQUINÉ	56,3	37,8	6,3	0,4	18,1	11,8	18,9	18,4	1,1	0,1	2,9
RIO NEGRO	71,2	52,3	13,6	0,0	9,2	2,7	3,1	13,9	6,8	4,4	2,2
RIO TIBAGI	66,7	21,1	4,4	0,8	25,1	9,2	10,8	8,6	1,7	2,0	5,7
TURRIALBA 4	64,9	45,1	4,3	1,7	2,3	8,7	9,4	1,9	1,2	4,9	2,9

TABELA 9 - Coeficientes de regressão (bi), variância dos desvios ($\sigma^2 d_i$) e coeficientes de determinação (r^2) das variáveis associadas à regressão escalonada até o nível de 5% de significância de 22 genótipos de feijão testados em 10 ambientes, em 1987/88 e 1988/89, RS

Genótipos	Variável Associada	$\sigma^2 d_i$	bi	r^2parcial	r^2 total
A 236	I_j	8666	0,77**	0,69	0,69
BAT 429	I_j	8166	0,87**	0,73	
	TMIN		-12,47*	0,03	0,76
CAPIXABA P.	I_j	12849	0,79**	0,62	0,62
CARIOCA	I_j	13639	1,16**	0,75	0,75
CNF 3975	I_j	17232	1,18**	0,73	0,73
CNF 5483	I_j	13151	1,40**	0,79	
	TMED		56,46*	0,03	0,82
CNF 5493	I_j	9326	1,43**	0,87	0,87
CNF 5494	I_j	14686	1,25**	0,79	0,79
EMPASC 201	I_j	17723	0,97**	0,64	0,64
FT 83-120	I_j	20983*	1,15**	0,68	0,68
FT 84-86	I_j	17978	1,11**	0,64	
	XTMIN		-37,49*	0,04	0,68
FT 84-158	I_j	19963	1,03**	0,59	
	IMA		8,04*	0,05	0,64
FT 84-398	I_j	20896	1,18**	0,58	
	TMED		97,62*	0,09	0,67
FT TARUMÃ	I_j	11671	0,96**	0,73	0,73
GUATEIAN6662	I_j	13617	1,07**	0,69	
	IMA		7,72*	0,05	0,74
IRAÍ	I_j	21839*	0,27**	0,29	
	UR		-14,84**	0,07	
	XTMIN		158,83**	0,13	
	TMED		-172,88	0,10	0,59
LM 30063	I_j	10013	1,22**	0,83	0,83
LM 30074	I_j	14224	0,90**	0,67	
	TMED		-68,73	0,05	0,72
MAQUINÉ	I_j	15978	0,78**	0,56	0,56
RIO NEGRO	I_j	11187	104**	0,71	
	TMAX		25,04*	0,03	0,74
RIO TIBAGI	I_j	11348	0,82**	0,67	0,67
TURRIALBA 4	I_j	7702	0,95**	0,65	
	XTMAX		52,63**	0,09	
	TMED		-51,02	0,03	0,77

* e ** indicam significâncias a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

CONCLUSÕES

O índice ambiental foi melhor estimador do ambiente, enquanto que a metodologia de análise, envolvendo as variáveis ambientais, não proporcionou boa discriminação entre os genótipos.

Os genótipos que se mostraram estáveis e responsivos pela metodologia convencional foram CNF3975 e LM30074.

BIBLIOGRAFIA CITADA

ABOU-EL-FITTOUH, H.A.; RAWLINGS, J.O.; MILLER, P.A. Genotype by environment interactions in cotton - their nature and related environment variables. **Crop Science,** Madison, v.9, p.377-381, 1969.

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

BECKER, H.C.; LEON, J. Stability analysis in plant breeding. **Plant Breeding**, Berlin, v.101, p.1-23, 1988.

CARVALHO, F.I.F.; FEDERIZZI, L.C.; NODARI, R.D.; FLOSS, E.; GANDIN, L.C. Analysis of stability parameters and of genotype x environment interaction in oats grain yeld in Rio Grande do Sul. (Brasil). **Revista Brasileira de Genética,** Ribeirão Preto, v.5, n.3, p.517-532. 1982.

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). **Etapas de desarollo de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)**. CIAT, Cali, 1986.34p.

COMISSÃO ESTADUAL DE PESQUISA DE FEIJÃO. **Regimento interno**. Porto Alegre: IPAGRO, Secretaria da Agricultura e Abastecimento, 1987. 37p.

COMSTOCK, R.E.; MOLL, R.H. Genotype x environment

interactions. In: HANSON, W.D. ; ROBINSON, H.F. (Eds.) **Statistical genetics of plant breeding.** Washington: NAS-NRC, 1963. p.164-166.

DUARTE, J.B. **Estudo da adaptabilidade e estabilidade fenotípica em linhagens e cultivares de feijão mulatinho (*Phaseolus vulgaris* L.)** Goiânia: UFG, 1988. 155p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Goiânia.

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

FINLAY, K.W.; WILKINSON, G.N. The analysis of adaptation in a plant-breeding programe. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v.14, p.742-754, 1963.

FREEMAN, G.H.; PERKINS, J.M. Environmental and genotype-environmental components of variability. VIII. Relations between genotypes grown in different environments and measures of these environments. **Heredity**, Endiburgh, v.27, p.25-23, 1971.

HARDWICK, R.C.; WOOD, J.T. Regression methods for studying genotype-environment interactions. **Heredity,** Endiburgh, v.28, p.209-222, 1972.

INSTITUTO DE PESQUISAS AGRONÔMICAS. **Recomendações para a cultura do feijão**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1986. 46 p.

LIN, C.S.; BINNS, M.R.; LEFKOVITCH, L.P. Stability analysis: where do we stand? **Crop Science**, Madison, v.26, p.894-900, 1986.

MALLOWS, C.L. Some comments on Cp. **Technometrics**, Denver, v.15,p.661-675, 1973.

McKINNEY, H.H. Influence of soil temperature and moisture on infection of wheat seedlings by *Helminthosporium sativum.* **Journal of Agricultural Research**, Washington, v.26, n.5, p.195-218, 1923.

NOR, K.M.; CADY, F.B. Methodology for indentify wide adaptability in crops. **Agronomy Journal**, Madison, v.71, p.556-559, 1979.

PASTOR-CORRALES, M.A. Conceptos básicos sobre la patología del frijol. In: CIAT, **Frijol**: investigación y producción. Cali: CIAT, 1985. p.145-155.

PERKINS, J.M. The principal component analysis of genotype-enviromental interactions and physical measures of the environmental. **Heredity**, Endiburgh, v.29, p.51-70, 1972.

SAEED, M.; FRANCIS, C.A. Association of weather variables with genotype x environment interactions in grain sorghum. **Crop Science**, Madison, v.24, p.13-16, 1984.

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

WHITE, J.W.; IZQUIERDO, J. **Frijol**: fisiologia del potencial del rendimiento y la tolerância al estrés. Santiago: CIAT; FAO, 1989. 92p.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FEPAGRO/Programa Feijão e a EMBRAPA/CPTAB e às instituições participantes da COMISSÃO ESTADUAL DE PESQUISA DE FEIJÃO (CEPEF), pela cedência dos dados experimentais.

AVALIAÇÃO DAS DEFICIÊNCIAS HÍDRICAS DO SOLO ARROIO DOS RATOS NA REGIÃO DE ELDORADO DO SUL, RS

CARMEM ILSE PINHEIRO JOBIM[1], RAUL DORFMAN[2]

RESUMO - No Rio Grande do Sul, as perdas que as culturas de primavera-verão sofrem devido aos eventos de estiagem, demonstram a necessidade de estudos específicos das reais deficiências hídricas das diferentes condições do Estado, visando a recomendação da irrigação. As várzeas da Depressão Central, especificamente aquelas ocupadas com o solo Arroio dos Ratos, apresentam potencial de clima e relevo para cultivos de primavera-verão alternativos ao arroz irrigado e apresentam adaptabilidade à pratica da irrigação Assim, foram avaliadas as deficiências hídricas ocorridas em Eldorado do Sul, especificamente, no solo Arroio dos Ratos, considerando 67,71 mm de capacidade de água disponível no solo. Usando uma série homogênea de dados do período 1967-1993, foi calculada a evapotranspiração de referência e calculados o balanço hídrico médio e os balanços hídricos seriados em base decendial. As freqüências dos déficits e dos índices hídricos foram calculadas. Os resultados demonstraram a ocorrência de déficit hídrico decendial, de novembro a março, sendo que os meses de dezembro, janeiro e fevereiro apresentaram deficiências hídricas severas e freqüentes.
Palavras-chave: evapotranspiração, balanço hídrico.

EVALUATION OF WATER DEFICIT IN ARROIO DOS RATOS SOIL, ELDORADO DO SUL, RS

ABSTRACT - In the State of Rio Grande do Sul, the losses of spring-summer crops by drought events has showed the necessity of specific studies about local water deficit regarding the irrigation practice. Depressão Central lowlands, specifically the Arroio dos Ratos soil, are useful alternative to wet rice and are suitable for irrigation. So, the water deficit occurrence in the spring-summer period in Eldorado do Sul, with Arroio dos Ratos soil, were studied, adopting a soil water-storage capacity of 67.71 mm. The homogeneous serial dates of the 1967-1993 period were used to evaluate the referential evapotranspiration, and to compute the average water balance and the serial water balance for ten-day periods. The deficit and water indexes frequency were calculated. The results showed that water deficit occurs from November through March, however December, January and February were the months with the most frequent and severe water deficit.

Key words: evapotranspiration, water balance, relative water use.

INTRODUÇÃO

A necessidade de aumentar a produção de alimentos compele a pesquisa a implementar técnicas que possibilitem a utilização de áreas consideradas com limitações climáticas, visando o melhor aproveitamento da área agrícola. Entre as técnicas possíveis, está a irrigação, que envolve investimento de expressivo capital e carece de comprovação técnica específica de sua necessidade e eficiência.

A prática da irrigação é utilizada no Rio Grande do Sul desde o início do século, com a implantação das primeiras lavouras de arroz irrigado. No entanto, as perdas que as culturas de primavera-verão do Estado vêm sofrendo devido aos eventos de estiagem (BERLATO, 1992) demonstram a necessidade de estender os benefícios da irrigação aos cultivos considerados de sequeiro. Portanto, se faz necessário estudos específicos que avaliem as reais deficiências hídricas para as diferentes condições do Estado. Segundo TAVARES (1991), as disponibilidades hídricas de um local estão intrinsecamente ligadas ao clima e ao solo e devem, portanto, ser examinadas especificamente a partir destas características.

Há, aproximadamente, 3 300 000 ha de várzeas

1. Eng. Agr., M.Sc. - Equipe de Fitotecnia, FEPAGRO. Rua Gonçalves Dias 570, 90130-060 Porto Alegre, RS. Aluna do Curso de Doutorado em Engenharia dos Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, IPH - UFRGS.
2. Eng. Agr., PhD. - Instituto de Pesquisas Hidráulicas, UFRGS.
Recebido para publicação em 19/12/1997.

no Rio Grande do Sul cultivados com arroz irrigado que necessitam de rotação com outras culturas para o controle do arroz vermelho, *Oryza sativa* L. (TAYLOR e BELTRAME, 1981). Assim, atualmente está sendo estudada a viabilidade de utilização destas áreas com outras culturas, como soja, milho ou pastagens. Entre as áreas disponíveis ao estudo, encontram-se as várzeas da Depressão Central (GOMES et al., 1992), que , segundo SAUNDERS (1971), apresentam, entre outros, terrenos com o solo Arroio dos Ratos. De acordo com este autor, este solo apresenta características de textura, profundidade, complexidade de associação, erosão, hidromorfismo e transição de horizontes, sem limitação com respeito à capacidade de irrigação. Conforme o mesmo estudo, estas áreas apresentam potencialidade de clima e relevo para implementação, alternativa ao arroz, do cultivo do milho, soja e pastagem.

A Estação Experimental da UFRGS, localizada em Eldorado do Sul, RS, está situada na Depressão Central e apresenta uma área razoável com solo Arroio dos Ratos (MELLO, 1966). Portanto, o presente estudo enfocou as áreas de solo Arroio dos Ratos de Eldorado do Sul, devido às disponibilidades de informações meteorológicas e edáficas, e teve por objetivo quantificar as deficiências hídricas decendiais ocorridas nos períodos compreendidos entre os meses de agosto e maio, bem como determinar suas freqüências.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dados meteorológicos decendiais de Eldorado do Sul, referentes ao período 1967-1993, pertencentes ao banco de dados da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária e à Estação Experimental da Faculdade de Agronomia da UFRGS. Os valores da evapotranspiração de referência (ETo) foram estimados pelo método combinado de PENMAN, recomendado por DORFMAN (1977), por apresentar melhor concordância e paralelismo com a evaporação medida em tanque classe A. O saldo de radiação foi estimado por uma função ajustada para superfície gramada (BERGAMASCHI e GUADAGNIN, 1990).

Para a estimativa da evapotranspiração real (ETr) utilizou-se o método do balanço hídrico segundo THORNTHWAITE e MATHER (1955), empregando como dados de entrada, a precipitação pluvial decendial e a ETo estimada para superfície gramada. O balanço hídrico foi calculado para o solo Arroio dos Ratos, sendo a sua capacidade de armazenamento de água determinada em função de sua curva característica de tensão de umidade e calculada segundo DOOREMBOS e KASSAN (1979):

$$\mathbf{CAD = [(CC - PMP)/100] \cdot h} \quad (1)$$

onde **CAD** é a capacidade de água disponível no solo (mm), **CC** é a umidade do solo à capacidade de campo (%), **PMP** é a umidade do solo no ponto de murcha permanente (%) e **h** é a profundidade efetiva do sistema radicular (mm).

Foram realizados dois tipos de balanço hídrico. O balanço hídrico médio, utilizando os valores médios de precipitação e evapotranspiração de referência do período, e o balanço hídrico seqüencial, com a série histórica dos dados disponíveis.

Com as variáveis fornecidas pelo balanço hídrico médio foi traçado o extrato do balanço hídrico médio decendial, conforme CAMARGO e CAMARGO (1993). Também foram determinados os Intervalos de Confiança, a 95 %, para as médias obtidas da precipitação, evapotranspiração de referência e evapotranspiração real.

O balanço hídrico seqüencial forneceu as variáveis evapotranspiração real (ETr), déficit e o excesso hídrico e índice hídrico (ETr/ETo) decendiais para os anos avaliados. Os déficit hídricos foram agrupados em classes ,em número determinado por:

$$5\ [\ \mathrm{Log}_{10}\ (N)] \quad (2)$$

e submetidos à determinação da distribuição das freqüências e freqüências relativas, com posterior representação em histograma e ogiva.

Os índices hídricos foram agrupados em categorias, da mesma forma, e também submetidos à determinação das distribuições das freqüências, relativas e acumuladas, com os respectivos histogramas e ogivas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados da curva característica de tensão de umidade do solo Arroio dos Ratos, expressos na Tabela 1, determinaram, de acordo com a fórmula (1) uma capacidade de armazenamento de água de 67,71 mm, adotando 600 mm como profundidade efetiva do sistema radicular.

TABELA 1 - Umidade volumétrica a várias tensões e à capacidade de campo e profundidade dos horizontes do solo Arroio dos Ratos, Eldorado do Sul, RS, 1997

Determinações	Umidade (%) horizontes			
	A_1	A_3	B_1	B_2
tensão (atm)				
-0,01	21,65	22,72	24,61	25,95
-0,04	18,82	20,00	21,43	23,37
-0,07	17,49	18,35	18,51	22,56
-0,10	16,32	18,22	18,08	21,27
-0,70	10,96	12,36	15,10	18,00
-1,00	10,19	11,73	14,99	17,55
-4,00	8,94	10,13	12,76	16,83
-9,00	7,31	9,09	11,86	15,67
-15,00	6,60	8,09	10,99	14,28
capacidade campo	13,30	15,20	16,90	20,10
profundidade (cm)	0-18	18-40	40-70	70-105

Os elementos do balanço hídrico médio forneceram o extrato do balanço hídrico decendial médio, representado na Figura 1, e os dados obtidos no balanço hídrico seqüencial forneceram os valores da precipitação média decendial, evapotranspiração de referência média decendial e evapotranspiração real média decendial com seus respectivos Intervalos de Confiança, a 95% de probabilidade, para o período calculado (Tabela 2). Estes dados, conforme pode-se observar na Figura 1, demonstram períodos de deficiência hídrica entre os meses de novembro a meados de abril. Estes valores diferem dos apresentado por CUNHA (1992), por aqueles terem sido estimados para um solo com capacidade de armazenamento de água de 75 mm, enquanto que estes dados foram obtidos para as características específicas do solo Arroio dos Ratos.

Os déficits hídricos decendiais obtidos com o balanço hídrico decendial foram agrupados em nove categorias distribuídas entre valores, desde nenhum déficit decendial até 67 mm de déficit no decêndio. As freqüências estimadas (Tabelas 3) mostraram que ocorreram déficits em todos os meses avaliados, sendo que os déficits decendiais mais severos, acima de 44 mm, ocorreram nos meses de novembro a fevereiro. O histograma da distribuição das freqüências de déficits decendiais, maiores que 16 mm ocorrentes nestes meses, constam na Figura 2.

Considerando os valores médios da ETo obtidos para estes meses (Tabela 2) e as necessidades hídriças das culturas (DOOREMBOS e KASSAN, 1979), estes déficits hídricos podem representar prejuízos para as produções agrícolas estabelecidas durante estas épocas. Para BERLATO (1992), os anos secos, que reduzem significativamente a produção agrícola, e os muito secos, que determinam frustrações de safra, não são pouco freqüentes, nas condições climáticas do Rio Grande do Sul. A este respeito, o autor conclui que a variabilidade interanual das condições hídricas do solo é o fator isolado de maior peso nas variações de rendimento das culturas de primavera-verão. A revisão de MATZENAUER (1995), envolvendo diferentes épocas de semeadura, locais e culturas, confirma o problema da deficiência hídrica para as culturas de primavera-verão no Estado. Segundo o autor, os trabalhos realizados evidenciam que o déficit hídrico é um dos fatores que têm causado maiores prejuízos às safras estaduais de verão.

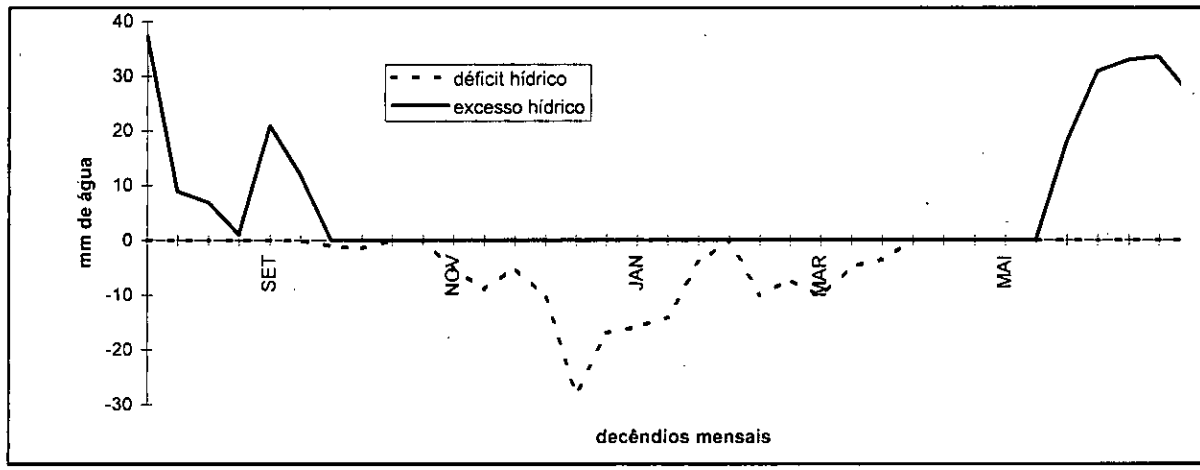


FIGURA 1 - Extrato do balanço hídrico decendial médio sequencial, segundo Thornthwaite e Mather (1955), referente ao período 1967-93, para o solo Arroio dos Ratos, com capacidade de armazenamento de água de 67,71 mm, em Eldorado do Sul, RS

TABELA 2 - Precipitação média decendial (P), em mm, evapotranspiração de referência média decendial (ET_0), em mm, e evapotranspiração real (ET_r), em mm, e seus respectivos intervalos de confiança (IC), a 95% de probabilidade, estimados pelo balanço hídrico seqüencial decendial, para o período 1967-93, no solo Arroio dos Ratos, com capacidade de armazenamento de 67,71 mm. Eldorado do Sul, RS

Mês	Dec.	P	IC	ET_0	IC	ET_r	IC
	1	55,9	16,6	18,6	1,5	18,6	1,3
agosto	2	31,1	14,5	22,2	2,0	22,2	1,6
	3	34,1	11,5	27,2	1,9	27,2	2,0
	1	28,9	12,2	27,8	2,1	27,8	1,9
setembro	2	47,7	20,6	26,8	2,2	26,8	2,0
	3	43,2	14,9	31,2	2,1	31,2	2,4
	1	22,5	8,9	36,7	2,8	35,6	2,5
outubro	2	32,9	14,3	39,8	2,4	38,3	3,8
	3	47,2	12,4	44,0	3,0	44,0	3,7
	1	45,7	15,9	44,3	3,2	44,3	3,8
novembro	2	27,5	11,9	48,0	3,2	42,9	4,8
	3	30,7	11,9	48,7	3,6	39,8	5,1
	1	43,0	13,9	51,5	3,1	46,5	5,4
dezembro	2	37,4	10,3	53,2	2,6	42,9	5,5
	3	25,2	7,8	61,7	3,2	33,8	6,3
	1	31,7	10,2	51,7	3,0	34,7	6,2
janeiro	2	34,3	10,5	52,1	3,8	36,3	6,1
	3	38,8	9,8	54,2	3,4	40,2	7,2
	1	42,4	12,4	46,7	2,5	42,7	5,7
fevereiro	2	45,8	16,6	44,4	2,8	44,4	4,1
	3	23,1	10,0	35,3	2,9	25,4	3,7
	1	34,8	11,7	42,5	3,1	35,3	5,3
março	2	27,2	10,0	38,0	2,1	27,7	4,2
	3	33,0	15,6	38,1	2,6	33,2	4,0
	1	27,6	9,6	31,2	2,3	27,7	3,4
abril	2	39,5	16,4	25,3	2,2	25,3	3,0
	3	30,5	10,7	25,7	1,9	25,7	2,9
	1	30,9	8,7	22,8	1,7	22,8	2,6
maio	2	31,7	10,4	21,1	1,5	21,1	1,8
	3	31,1	9,8	20,2	1,7	20,2	2,5
	1	51,0	18,7	16,6	2,3	16,6	2,3
junho	2	47,5	18,9	16,7	1,6	16,7	1,6
	3	48,6	14,8	15,8	1,8	15,8	1,8
	1	51,3	17,2	17,9	1,7	17,9	1,7
julho	2	44,4	15,0	17,8	1,4	17,8	1,4
	3	40,2	14,2	19,6	2,5	19,6	2,5

TABELA 3 - Frequência das classes de déficits hídricos decendiais (mm), ocorridos no período 1967-93, em solo Arroio dos Ratos, com capacidade de armazenamento de 67,71 mm. Eldorado do Sul, RS

	FREQUÊNCIAS								
CLASSES	0	≤ 6	≤ 11	≤ 16	≤ 22	≤ 33	≤ 44	≤ 55	≤ 67
agosto	47	17	5	4	2	0	0	0	0
setembro	41	19	10	4	3	1	0	0	0
outubro	28	17	9	5	6	9	4	0	0
novembro	24	12	8	9	5	9	6	3	2
dezembro	17	8	8	5	10	11	7	6	6
janeiro	20	12	4	3	7	9	9	9	5
fevereiro	26	10	6	11	7	9	8	1	0
março	27	11	11	3	7	13	6	0	0
abril	34	14	7	7	10	6	0	0	0
maio	44	25	1	4	2	2	0	0	0
junho	61	12	1	0	1	0	0	0	0
julho	51	24	0	0	0	0	0	0	0

A ogiva das freqüências relativas (Figura 3) mostra que, em torno de 50% dos déficits decendiais ocorridos nos meses de novembro a março, foram superiores a 16 mm e, em mais de 30 % dos casos, superiores a 22 mm. Os déficits mais severos, acima de 44 mm, ocorreram em mais de 15 % dos eventos nos meses mais deficitários, dezembro e janeiro .

Os índices hídricos decendiais (ETr/ETo) médios e seus Intervalos de Confiança (Tabela 4) medem a evapotranspiração relativa dos decêndios avaliados. Conforme os resultados obtidos, em todos os meses avaliados, foram observados índices hídricos inferiores a 0,75, indicando que cerca de 15 % da demanda hídrica das culturas pode não estar sendo atendida pela precipitação natural. No entanto, os meses de novembro a março, que apresentaram as maiores ocorrências de índices menores que 0,25, demostraram ocorrência de demanda hídrica deficitária em 75%, evidenciando a necessidade de complementação da necessidade hídrica através da irrigação. Os índices hídricos foram agrupados em quatro classes distribuídas entre 0 e 1, com intervalo de classe de 0,25. A análise da distribuição das freqüências mostrou que, nos 26 anos avaliados, durante o mês de novembro, foram registrados 15 decêndios com índice hídrico inferior a 0,75; em 12 decêndios, inferior a 0,50 e em 6 dos decêndios, inferior a 0,25. Em dezembro, ocorreram 21 decêndios com índice hídrico inferior a 0,75; em 11 decêndios, inferior a 0,50 e 11 deecêndios, inferior a 0,25. No mês de janeiro foram observados 13 decêndios com índice hídrico menor que 0,75; em 12 decêndios, menor que 0,50 e 15 decêndios, menor que 0,25. Em fevereiro os índices hídricos decendiais foram inferiores a 0,75 em 20 decêndios; a 0,50, em 10 decêndios; e a 0,25, em 7 dos decêndios observados. No histograma da Figura 4, que representa a distribuição das freqüências, pode-se constatar que, nos meses de novembro, dezembro, janeiro e fevereiro, os índices hídricos foram menores que 1 em mais de 50% dos decêndios, e, em pelo menos 10% dos decêndios, os índices hídricos foram inferiores a 0,50. Estes valores deficitários de demanda hídrica indicam necessidade de suplementação do fornecimento de água, sendo que, em 10 % dos decêndio, as demandas hídricas podem superar em 50% os volumes da precipitação natural. Considerando-se as freqüências acumuladas (Figura 5), cerca de 20 % dos decêndios avaliados destes meses apresentaram índice hídrico inferior a 0,50; em dezembro e janeiro mais de 50% dos decêndios tiveram índice hídrico inferior a 0,75.

Os resultados obtidos confirmam, especificamente para o solo Arroio dos Ratos de Eldorado do Sul, as deficiências hídricas relatadas genericamente para a Depressão Central (BERLATO, 1992), que costumam acarretar severas perdas nas produções das culturas de primavera-verão. Assim, a avaliação das disponibilidades hídricas do solo Arroio dos Ratos demostra a necessidade de suplementação de água através da irrigação para os cultivos de primavera-verão, com profundidade efetiva do sistema radicular de 600 mm.

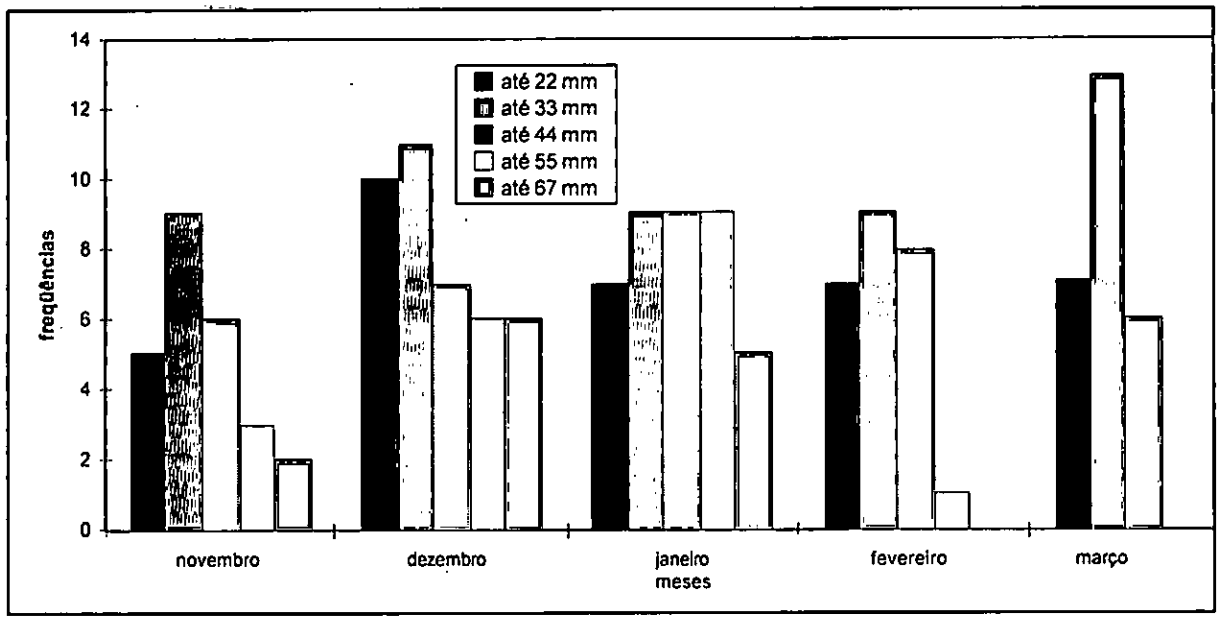


FIGURA 2 - Histograma das freqüências das classes de déficits hídricos decendiais (mm) maiores que 16 mm, ocorridos no período de 1967-93, no solo Arroio dos Ratos, com capacidade de armazenamento de 67,71 mm. Eldorado do Sul, RS

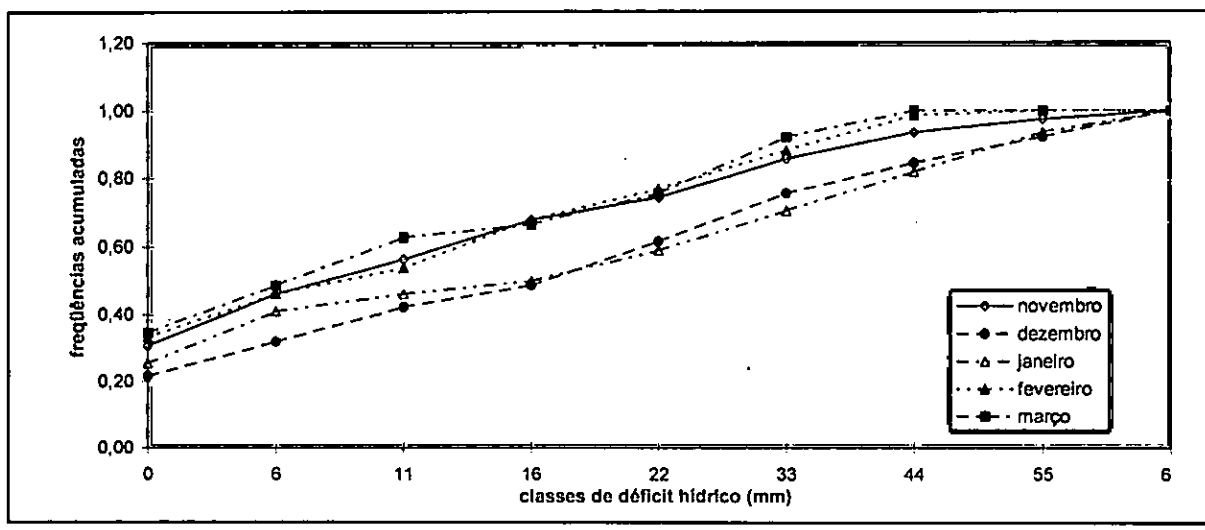


FIGURA 3 - Ogiva das frequências relativas acumuladas de classes dos déficits hídricos decendiais (mm) ocorridos no período 1967-93, no solo Arroio dos Ratos, com capacidade de armazenamento de 67,71 mm. Eldorado do Sul, RS

TABELA 4 - Índices hídricos médios decendiais (ET_r/ET_0) e intervalos de confiança (IC), a 95% de probabilidade, determinados pelo balanço hídrico seqüencial decendial, do período 1967-93, em solo Arroio dos Ratos, com capacidade de armazenamento de 67,71 mm. Eldorado do Sul, RS

MÊS	DECÊNDIO	ET_r/ET_0	IC
	1	0,96	0,04
agosto	2	0,91	0,05
	3	0,86	0,09
	1	0,86	0,07
setembro	2	0,93	0,05
	3	0,91	0,06
	1	0,80	0,07
outubro	2	0,77	0,11
	3	0,84	0,09
	1	0,80	0,10
novembro.	2	0,70	0,11
	3	0,68	0,11
	1	0,75	0,12
dezembro	2	0,72	0,10
	3	0,52	0,11
	1	0,60	0,14
janeiro	2	0,63	0,13
	3	0,71	0,13
	1	0,71	0,12
fevereiro	2	0,80	0,09
	3	0,65	0,11
	1	0,73	0,12
março	2	0,72	0,11
	3	0,72	0,11
	1	0,72	0,11
abril	2	0,76	0,12
	3	0,82	0,11
	1	0,87	0,10
maio	2	0,91	0,06
	3	0,88	0,10
	1	0,94	0,07
junho	2	0,97	0,03
	3	1,00	0,01
	1	0,98	0,02
julho	2	0,97	0,02
	3	0,96	0,03

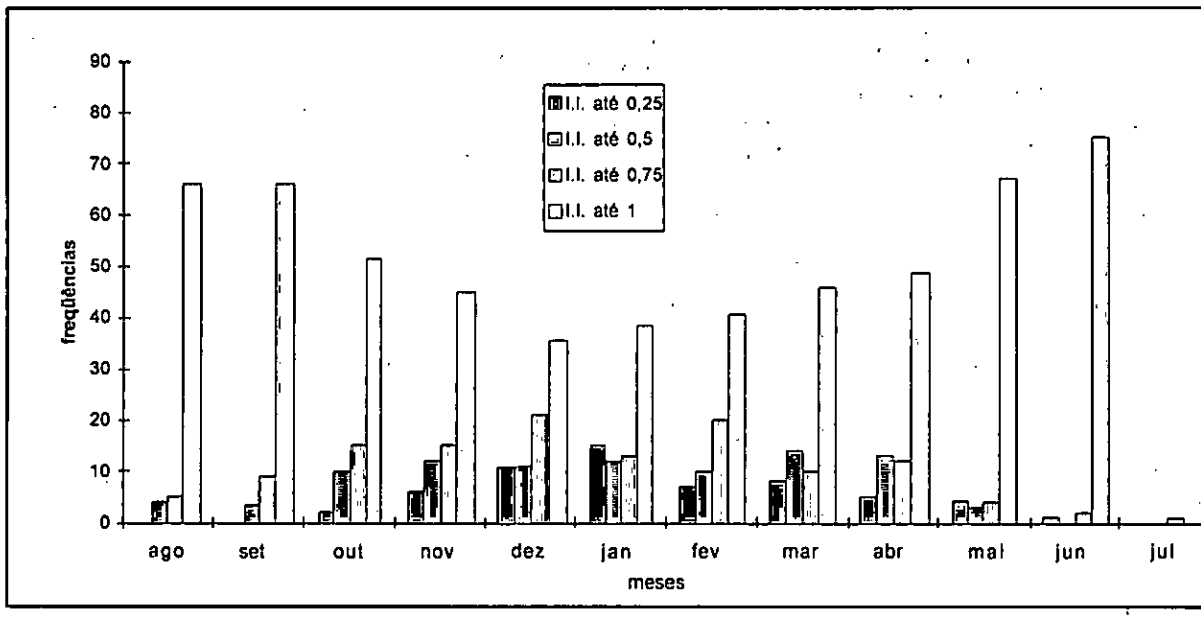


FIGURA 4 - Histograma da freqüência das classes de índices hídricos decendiais (I.I.) ocorridos no período 1967-93, no solo Arroio dos Ratos, com capacidade de armazenamento de 67,71 mm. Eldorado do Sul, RS

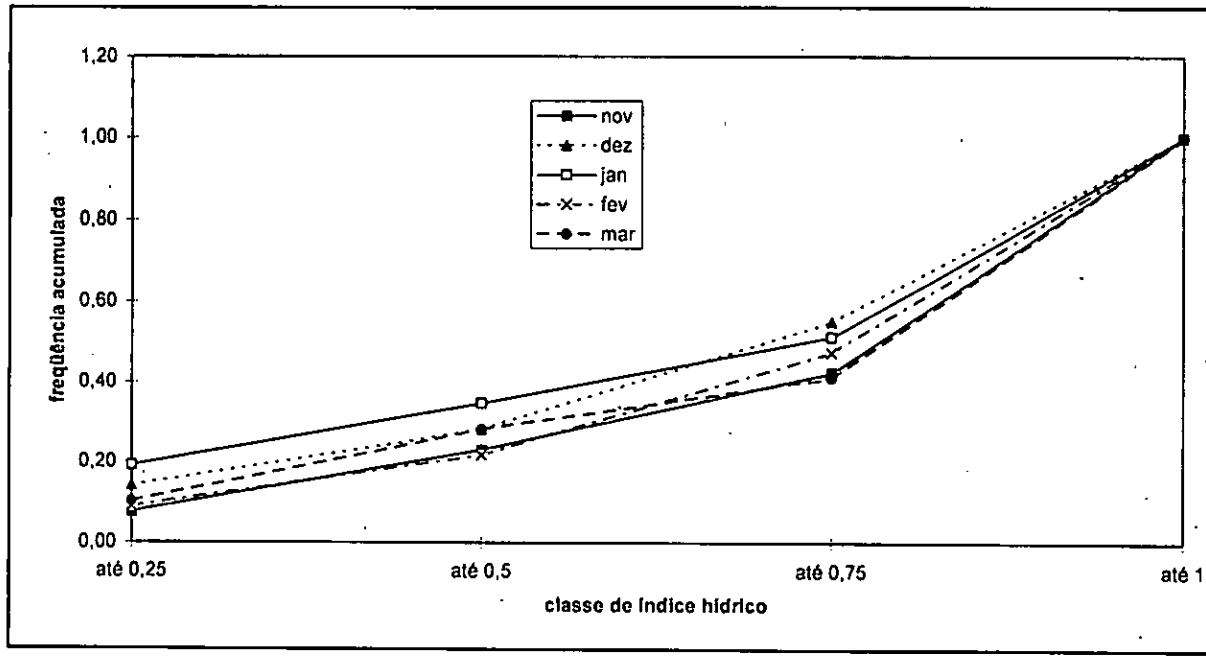


FIGURA 5 - Ogiva das frequências relativas acumuladas (%) das classes dos índices hídricos decendiais ocorridos no período 1967-93, no solo Arroio dos Ratos, com capacidade de armazenamento de 67,71 mm. Eldorado do Sul, RS

CONCLUSÕES

Ocorrem deficiências hídricas médias de novembro a março em solos Arroio dos Ratos da região de Eldorado do Sul. Estas deficiências são mais graves nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro.

BIBLIOGRAFIA CITADA

BERLATO, M.A. As condições de precipitação pluvial no estado do Rio Grande do Sul e impactos das estiagens na produção agrícola. In: BERGAMASCHI, H. (Coord.). **Agrometeorologia aplicada à irrigação**. Porto Alegre: Editora da Universidade -UFRGS, 1992. p.11-24.

BERGAMASCHI, H.; GUADAGNIN, M.R. **Agroclima da Estação Experimental Agronômica/UFRGS**. 1990. (Não publicado)

CAMARGO, M.B.P.; CAMARGO, A.P. Representação gráfica informatizada do extrato do balanço hídrico de Thornthwaite e Mather. **Bragantia**, Campinas, v.52, n.2, p.169-172, 1993.

CUNHA, G.R. Balanço hídrico climático. In: BERGAMACHI, H. (Coord.). **Agrometeorologia aplicada à irrigação.** Porto Alegre: Editora da Universidade -UFRGS, 1992. p.63-84.

DOOREMBOS, J.; KASSAN, A.H. **Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos**. Roma: FAO, 1979. 212p. (Riego y drenage, 33).

DORFMAN, R. **Critérios de avaliação de alguns métodos de estimativa de evapotranspiração potencial**. Porto Alegre: UFRGS, 1977. 130p. Dissertação (Mestrado em Hidrologia Aplicada) - Instituto de Pesquisas Hidráulicas, UFRGS. 1977.

GOMES, A.S.; CUNHA,N.G.; PAULETTO, E.A., SILVEIRA, R.J.C.; TURATTI,A.L. Solos de várzea. Uso e manejo. In: FEDERACITE, **Solos e irrigação**. Porto Alegre: Universidade, 1992. p.64-79.

MELLO, O.; LEMOS, R.C.; ABRÃO, P.U.R.; AZOLIN, M.A.; CARVALHO, A.P.; Levantamento em série dos solos do Centro Agronômico. **Revista da Faculdade de Agronomia e Veterinária da Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, v.8, n.1, p.7-155, 1969.

MATZENAUER, R.; BERGAMACHI, H.; BERLATO, M. A.; RIBOLDI, J. Modelos agrometeorológicos para a estimativa do rendimento de milho, em função da disponibilidade hídrica no estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha,** Porto Alegre, v.1, n.2, p.225-241, 1995.

SAUNDERS, L.C.U. **Disponibilidades de água e classificação com fins de irrigação de três solos da Estação Experimental Agronômica (RS).** Porto Alegre: UFRGS, 1971. 92p. Dissertação (Mestrado em Ciência da Hidrologia Aplicada) - Centro de Hidrologia Aplicada, Instituto de Pesquisas Hidráulicas, UFRGS.1971

TAVARES, V.E.Q. **Variabilidade temporal do saldo potencial de água no solo, na região da bacia do rio Vacacaí**. Porto Alegre: UFRGS, 1991. 138p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Instituto de Pesquisas Hidráulicas, UFRGS. 1991.

TAYLOR, J.C.; BELTRAME, L. Agro-hidrological aspects of soil management and tillage for soya and maiz production in a planosol of the rice regions of Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 1981, Brasília. **Anais...** Brasília: Editerra, 1981. v.2, p.579-593.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. The water budged and its use in irrigation. In: **The yearbook of agriculture:** water. Washington, D.C.: Department of Agriculture, 1955. p.346-3 58.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Dr. Moacir Antônio Berlato pela excelência de suas orientações e críticas durante o desenvolvimento da investigação e na preparação deste artigo.

AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE CENOURA SOB DUAS FONTES DE ADUBO ORGÂNICO ANIMAL NA REGIÃO DA GRANDE PORTO ALEGRE, RIO GRANDE DO SUL.

SÔNIA MARIA LOBATO SCHUCH[1], MARIA HELENA GRECO SOARES[1], ENEIDA SCHUCK[2]

RESUMO-Os experimentos instalados, em 12 de agosto de 1993 e 06 de outubro de 1995, na Estação de Pesquisa e Produção de Viamão-FEPAGRO, tiveram o objetivo de avaliar o comportamento de cultivares de cenoura e o efeito de dois tipos de adubo orgânico animal. No primeiro experimento foram avaliados os cultivares Nantes Forto, Flakkese, Fuyumaki, Nantes Superior e Harumaki Kinko. Em 1995 'Nantes Superior' e 'Harumaki Kinko' foram substituídos por 'Brasília' e 'Tin Ton'. Os tratamentos de adubação foram baseados nas análises de solo e de esterco e naquele praticado pelos produtores da região. No experimento 1, os resultados destacaram o cultivar Nantes Forto, na produção de raízes comercializáveis. Os materiais também diferiram, entre si, no número de raízes, peso, diâmetro e comprimento médios. A produção comercializável, no segundo experimento, não apresentou diferenças significativas entre os cultivares. Porém, houve diferenças nas características de peso e comprimento médios, destacando-se os cultivares Brasília e Tin Ton respectivamente. Quanto à adubação, em 1993, o adubo orgânico promoveu acréscimos em todas as variáveis avaliadas, exceto no número de raízes. Em 1995, o adubo orgânico promoveu acréscimos significativos nas características de peso, diâmetro e comprimento médios das raízes.

Palavras-chave: *Daucus carota* L., competição de variedades, adubação, adubo orgânico.

EVALUATION OF CARROT CULTIVARS USING TWO SOURCES OF ORGANIC MANURE, IN PORTO ALEGRE COUNTY, RS, BRAZIL

ABSTRACT-The main objective of the experiments carried out in August 12, 1993 and in October 6, 1995 at the Estação de Pesquisa e Produção de Viamão, Rio Grande do Sul, Southern Brazil was to compare the effect of organic manure on yield and quality of carrot cultivars. In the first experiment the cultivars Nantes Forto, Flakkese, Fuyumaki, Nantes Superior and Harumaki Kinko were evaluated. In 1995 'Nantes Superior' and 'Harumaki Kinko' were replaced by 'Brasília' and 'Tin Ton'. For the manuring treatments, chicken and quail manure were used in two levels. In the first experiment results showed a higher yield for 'Nantes Forto' for the commercial roots. The materials differed in number of roots, weight, diameter and lenght. In the second experiment, results did not show significant differences among cultivars. However, there were differences in the average weight (better with 'Brasília') and in average length (better with 'Tin Ton'). In 1993, organic manure provided an increase in all the factors evaluated, except in the number of roots. In the second one, the organic manure provided an increase in average root weight, average root diameter and average root length.

Key words: *Daucus carota* L., cultivars, organic manure.

INTRODUÇÃO

O rendimento de uma cultura está vinculado a vários fatores, entre esses, a escolha de um material produtivo adaptado às condições locais e a adoção de uma adubação eficiente. Devido às diferenças edafoclimáticas regionais é importante que, nas diversas áreas de abastecimento dos estados, sejam realizados ensaios de competição de cultivares (BRENNER et al., 1987; BRUNE et al., 1988; RIBEIRO et al., 1993). No que se refere à adubação em cenoura há pouca literatura no Estado e no País. O custo desse insumo, principalmente em cultivo de hortaliças, justifica a necessária experimentação dos diferentes aspectos que envolvem a fertilização dos solos e as carências nutricionais da cultura. Nos sistemas atuais de cultivo, as práticas da calagem e da adubação representam para algumas hortaliças, 30% dos custos de produção (COUTINHO et al., 1993).

A adubação usada em cenoura, por parte dos produtores gaúchos, é principalmente orgânica com esterco de galinha, sem utilização de adubos químicos (SIMON, 1993). Este exemplo mostra que

1. Eng. Agr. - Equipe de Fitotecnia, FEPAGRO. Rua Gonçalves Dias 570, 90130-060 Porto Alegre, RS.
2. Eng. Agr. - Equipe de Fitossanidade, FEPAGRO, Rua Gonçalves Dias, 570, 90130-060 Porto Alegre, RS.
Recebido para publicação em 22/11/1997.

não são adotadas as recomendações oficiais existentes, seja por limitação econômica, ou por falta de acesso à informação e evidencia o uso arbitrário de adubos pelos produtores.

Uma maneira de averiguar a adequada proporção dos nutrientes numa adubação, é analisar as respostas da cultura ao uso do fertilizante, determinando-se previamente os teores no solo e as quantidades fornecidas pelo fertilizante.

Em estudo sobre a extração de macronutrientes pela cenoura, FERNANDES et al. (1981) observaram que as maiores quantidades absorvidas, em ordem decrescente, foram potássio, nitrogênio e cálcio. Outros estudos, obtiveram resultados semelhantes, na seguinte ordem, nitrogênio, potássio e cálcio (AVELAR et al., 1973) e potássio, cálcio e fósforo (HAAG e HOMA, 1969). Esses resultados além da ordem, apresentaram diferenças nas quantidades extraídas

TRANI et al. (1993), estudando aspectos de nutrição mineral e adubação para a cenoura, observaram grande variação na extração total de nutrientes e nas quantidades de adubação recomendadas por diversos autores. Eles consideraram que as diferenças entre solo, cultivares, clima e outros fatores, como condições de realização de experimentos, devem ser as causas dessa variação.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta de cultivares de cenoura sob doses diferenciadas de duas fontes de adubo orgânico animal, em presença de adubação nitrogenada, na região da Grande Porto Alegre, RS.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos na Estação de Pesquisa e Produção de Viamão, RS, situada na sub-região agroecológica 1a (Depressão Central) com temperatura média máxima entre mais de 23 e menos de 27 °C e temperatura média mínima entre 13 e menos de 16 °C (Rio Grande do Sul, 1994). As precipitações pluviométricas registradas, no local, de agosto a dezembro de 1993 foram: 55,5; 91; 174; 186 e 193 mm e de outubro de 1995 a janeiro de 1996 foram: 74; 128; 82 e 209 mm, respectivamente. A irrigação, por aspersão, foi realizada sempre que necessária.

O solo da área experimental foi classificado como pertencente à unidade de mapeamento Vacacaí, Planosol (BRASIL, 1973), e a sua análise química apresentou os seguintes valores: P=221,2 ppm; K=46 ppm; argila=10%; M.O.=1,5%; pH=5,1; pH SMP=6,1; Al=0,2 me/100ml; CTC=3,7 em 1993; P=165,6 mg/l; K=90mg/l; argila=12%; M.O.=2,2%; pH=5,8; pH SMP=6,4; Al=0,1 me/100 ml; CTC=4,6 em 1995.

Os experimentos foram instalados utilizando o delineamento experimental de blocos casualizados em parcelas subdivididas, tendo os tratamentos de adubação nas parcelas principais e os cultivares nas subparcelas, com quatro repetições. A cobertura do solo dos canteiros foi feita com casca de arroz. A aplicação de calcário dolomítico foi realizada em 18 de maio de 1993 e 12 de junho de 1995. Toda a área recebeu adubação nitrogenada de 100 kg de N/ha, em duas vezes, sendo 1/3 no plantio e o restante em cobertura aos 50 dias da germinação.

De acordo com as recomendações de adubação para a cultura da cenoura (Comissão de Fertilidade do Solo, 1989), foram calculadas as quantidades de 4,50 t/ha para o esterco de galinha (EG) e 6,50 t/ha para o esterco de codorna (EC), em 1993 e 2,6 t/ha de EG e 2,1 t/ha de EC, em 1995. Os tratamentos das parcelas de 10 m² foram: sem esterco (testemunha), 4,50 t/ha e 2,6 t/ha de EG, 6,50 t/ha e 2,1 t/ha de EC e a dose de 15 t/ha, utilizada por produtores, de EG e de EC (SIMON. 1993).

As análises de solo e do material orgânico foram realizadas pelo Laboratório de Química Agrícola da FEPAGRO.

Os cultivares Flakkese, Nantes Forto, Fuyumaki, Nantes Superior e Harumaki Kinko foram semeados em 12 de agosto de 1993. No segundo experimento a semeadura foi realizada em 06 de outubro de 1995, utilizando-se os três primeiros materiais citados acima, substituindo-se os dois últimos pelos cultivares Brasília e Tin Ton. A área da subparcela foi de 2 m², com espaçamento entre linhas de 0,20 m. As plantas dentro da linha foram desbastadas, mantendo-se um afastamento de 0,05 m. A área útil correspondeu às três linhas centrais, desprezando 0,5 m nas extremidades.

TABELA 1 - Análise dos dois tipos de adubo orgânico animal utilizados para adubação de diferentes cultivares de cenoura, Viamão, 1993

Esterco	N	P	K	Ca	Mg	S
			%			
Galinha	0,93	2,85	2,67	15,4	1,03	0,56
Codorna	1,36	0,94	1,84	3,7	0,39	0,37

TABELA 2 - Análise dos dois tipos de adubo orgânico animal utilizados para adubação de diferentes cultivares de cenoura, Viamão, 1995

Esterco	N	P	K	Ca	Mg	S
			%			
Galinha	1,31	2,56	2,53	4,48	0,83	0,49
Codorna	2,51	2,31	3,22	4,54	0,81	0,49

Nas colheitas, aos 102 dias da semeadura em 1993 e aos 82 dias da semeadura em 1995, foram consideradas como produção comercial, raízes com comprimento igual ou superior a 9 cm (BRASIL, 1980). Os outros fatores registrados para serem analisados foram número de raízes (por parcela), peso médio, diâmetro e comprimento médios. Também foi observada a ocorrência de ombro verde e roxo, rachaduras e moléstias.

Os dados foram submetidos à análise de variância e a comparação de médias dos cultivares, quando pertinente, foi realizada através do teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Os tratamentos de adubação foram analisados com a técnica de contrastes ortogonais, através do teste F, analisando-se os efeitos de adubo, fonte, dose e da interação fonte x dose. Para verificação da adequabilidade do modelo de análise de variância, foi utilizada a análise de resíduos, verificando as adequações quanto à normalidade, variância constante e a presença de observações discrepantes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento 1

A análise da variância revelou significância para os cultivares, em todas características avaliadas. A comparação das médias demonstra uma diferença mais acentuada, na produção comercial, entre os cultivares Nantes Forto e Nantes Superior (Tabela 3). Para o peso médio, verificou-se efeito da interação cultivares x adubação, estando a indicar que a diferença entre os cultivares está na dependência do fator adubação (Tabela 5).

Observa-se que a produção comercial , dentro do período vegetativo de agosto a dezembro, foi maior nos cultivares Nantes Forto, Flakkese e Fuyumaki (Tabela 3).

TABELA 3 - Avaliação de cultivares de cenoura, Viamão, RS, 1993

Cultivar	Produção comercial (t/ha)	Peso médio (g)	Número de raízes	Diâmetro médio (cm)	Comprimento médio (cm)
Nantes Forto	21,08 a*	50,50 bc	25,45 a	2,89 b	13,50 ab
Flakkese	19,78 ab	54,80 b	22,15 a	2,99 b	13,60 a
Fuyumaki	18,68 ab	43,43 cd	25,20 a	2,82 b	12,77 bc
Harumaki Kinko	15,94 bc	66,08 a	14,20 b	3,52 a	12,17 c
Nantes Superior	14,33 c	40,62 d	20,95 a	2,81 b	12,15 c
C.V.%	24,64	17,26	23,74	9,85	7,14

* Valores seguidos de mesma letra, na mesma coluna, não diferem significativamente (P>0,05) entre si, pelo teste de Tukey.

Quanto ao número de raízes não houve diferença entre os materiais, a não ser para 'Harumaki Kinko' que apresentou bem menos raízes que os demais, o que poderia explicar o seu maior peso médio. Também o maior diâmetro que esse cultivar obteve, poderia ter sido em função do menor número de raízes no canteiro, enquanto os demais cultivares não diferiram. Os cultivares Nantes Forto e Flakkese apresentaram maior comprimento médio de raízes, seguidos de

Fuyumaki, o que explica porque estes três cultivares apresentaram o maior peso de raízes comercializáveis. O cultivar Nantes Superior apresentou a mais baixa produção de raízes. A produção de raízes, peso, diâmetro e comprimento médios obtidos por esse cultivar foram inferiores aos obtidos por MUNIZ et al. (1984), no período de fevereiro a maio, em Guaramiranga-CE.

TABELA 4 - Médias dos tratamentos de adubação orgânica animal, e percentagem de raízes rachadas, Viamão, RS, 1993

Tratamentos	Produção comercial (t/ha)	Peso médio (g)	Número de raízes	Diâmetro médio (cm)	Comprimento médio (cm)	Raízes rachadas %
15 t/ha EC	21,63	60,34	22,70	3,24	12,98	1,50
6,50 t/ha EC	21,9	53,92	25,20	3,13	13,49	1,08
15 t/ha EG	20,17	59,58	21,10	3,10	13,26	0,71
4,50 t/ha EG	13,95	43,58	19,80	2,86	12,62	0,66
Testemunha	12,17	38,00	19,15	2,70	11,84	0,39

Para peso médio os cultivares se diferenciaram em todos os níveis de adubação, exceto na dose baixa de esterco de galinha, apresentando acréscimos com a adição de adubo orgânico. O cultivar Nantes Forto apresentou resposta significativa à aplicação da dose alta de esterco de galinha e o cultivar Harumaki Kinko à aplicação da dose baixa e da dose alta do esterco de codorna (Tabela 5).

TABELA 5 - Avaliação de cultivares de cenoura para peso médio de raízes (g) em função dos diferentes níveis de adubação, Viamão, RS, 1993

Cv./dose	Test.	4,50 t/ha EG	6,50 t/ha EC	15 t/ha EG	15 t/ha EC
Nantes Forto	35,64 ab *	41,26 a	51,37 b	72,12 a	52,09 c
Flakkese	41,04 ab	47,83 a	54,23 b	60,73 ab	70,15 ab
Fuyumaki	31,99 b	35,70 a	47,46 b	47,85 b	54,14 bc
Harumaki Kinko	49,62 a	52,39 a	72,47 a	71,65 a	84,28 a
Nantes Superior	31,70 b	40,74 a	44,07 b	45,56 b	41,02 c

* Valores seguidos de mesma letra, na mesma coluna, não diferem significativamente (P>0,05) entre si, pelo teste de Tukey

Quanto ao fator adubação, a análise de variância, mostrou diferença significativa para todas as variáveis avaliadas, exceto para o número de raízes. Os tratamentos com adubação, promoveram acréscimos na produção comercial de raízes, entre aproximadamente 15 e 80% (Tabela 4).

Procurando obter uma resposta estatística mais detalhada para o fator adubação, foi utilizada a técnica de contrastes ortogonais, onde foram analisados os efeitos de adubo, fonte, dose e interação fonte x dose (Tabela 6).

TABELA 6 - Análise de variância para os contrastes dos efeitos de adubação, Viamão, RS, 1993

Efeito	Produção comercial	Peso médio	Número de raízes	Diâmetro médio	Comprimento médio
Efeito adubo	0,0031*	0,0003	0,2246	0,0017	0,0060
Efeito fonte	0,0201	0,0816	0,1263	0,0328	0,3912
Efeito dose	0,1164	0,0024	0,7830	0,0619	0,8549
Efeito interação	0,0901	0,1265	0,3900	0,4593	0,1098
C. V. %	24,64	17,26	23,74	9,85	7,14

*Níveis mínimos de significância.

Verificou-se efeito do adubo para produção comercial, peso médio, diâmetro e comprimento médios, exceto para número de raízes, implicando com sua aplicação num acréscimo para essas características.

O efeito de fonte, foi observado, para as variáveis produção comercial e diâmetro médio, independentemente de dose, estando a indicar para essas características, uma influência mais acentuada da adubação com esterco de codorna (Tabelas 4 e 6). Entretanto, o efeito de fonte para número de raízes, peso e comprimento médios, não se revelou importante estatisticamente (Tabela 6).

Com relação à dose, houve diferença entre os níveis utilizados nos tratamentos de adubação, para peso médio (Tabela 6), estando a indicar, neste aspecto, uma influência mais acentuada da dose alta (Tabela 4).

As evidências encontradas não foram suficientes para comprovar significância no efeito da interação fonte x dose, em todas as características avaliadas.

Não houve ocorrência de moléstias e ombro verde. Quanto a rachaduras nas raízes, foi registrada uma baixa percentagem nas cultivares, que variou de 0,15%, no cultivar Flakkese a 1,62% no cultivar Nantes Superior.

Foi observada maior percentagem de raízes rachadas nas parcelas que receberam esterco de codorna, nas duas doses, e de esterco de galinha, na dose alta (Tabela 4). É possível que maiores quantidades de nitrogênio, possam ter contribuído com estes resultados. Esses dados concordam com os obtidos por GROGAN et al. (1961), que observaram o aumento na percentagem de raízes rachadas, com doses crescentes de nitrogênio. BIENZ (1965) considerou a possibilidade de espaçamentos maiores e doses altas de nitrogênio serem causas secundárias, pois encontrou efeito significativo para tamanho de raiz, na tendência para rachar. Este assunto merece maiores estudos para essa característica, que segundo NUNES (1991), é controlada, em parte, por genes de efeito aditivo, com chance de seleção relativamente alta contra esse caráter, que apresenta grande sensibilidade aos efeitos de ambiente.

Experimento 2

Os cultivares apresentaram em 1995, pela análise da variância, diferenças quanto ao peso e comprimento médios (Tabela 7).

Os cultivares Forto, Fuyumaki e Flakkese obtiveram maior produção de raízes comercializáveis nesse ano, mas tiveram peso médio menor, devido ao aumento no número de raízes, com conseqüente diminuição do tamanho unitário (Tabelas 3 e 7). Essa resposta pode ser explicada, provavelmente em conseqüência de condições climáticas mais favoráveis para esses materiais.

TABELA 7- Avaliação de cultivares de cenoura na região Viamão, RS, 1995

Cultivar	Produção comercial (t/ha)	Peso médio (g)	Número de raízes	Diâmetro médio (cm)	Comprimento médio (cm)
Brasília	26,7 a	48,47 a*	35,25 a	2,75 a	13,65 ab
Forto	24,8 a	37,46 b	41,85 a	2,71 a	13,65 ab
Fuyumaki	24,5 a	37,00 b	43,40 a	2,61 a	12,92 b
Tin Ton	22,1 a	43,88 ab	36,80 a	2,69 a	13,90 a
Flakkese	21,8 a	40,59 b	33,85 a	2,63 a	13,67 ab
C.V. %	29,07	26,52	31,13	7,65	7,09

*Valores seguidos de mesma letra, na mesma coluna, não diferem significativamente (P>0,05) entre si, pelo teste de Tukey.

O cultivar Brasília apresentou a maior produção comercial, em média, confirmando seu bom desempenho com temperaturas mais elevadas (BRENNER et al., 1987; RIBEIRO et al.,1993). Esse cultivar alcançou o maior peso médio, semelhante ao obtido por BRUNE et al. (1988) e diferiu significativamente de 'Forto', 'Fuyumaki' e 'Flakkese', que não diferiram entre si. Com relação ao comprimento médio o cultivar Tin Ton produziu as maiores raízes, diferindo de 'Fuyumaki'.

TABELA 8 - Médias dos tratamentos de adubação orgânica animal e percentagem de raízes rachadas, Viamão, RS, 1995

Tratamentos	Produção comercial (t/ha)	Peso médio (g)	Número de raízes	Diâmtro médio (cm)	Comprimento médio (cm)	Raízes rachadas %
15 t/ha EG	26,18	40,18	40,75	2,67	13,69	0,14
2,1 t/ha EC	25,97	37,70	42,60	2,63	13,35	0,48
15 t/ha EC	24,73	60,63	28,30	3,00	14,65	0,91
2,6 t/ha EG	24,21	33,61	44,10	2,50	12,97	0,19
Testemunha	18,92	35,29	35,40	2,60	13,13	0,24

Com relação ao fator adubação, a análise estatística revelou significância para peso, diâmetro e comprimento médios, estando a diferença entre os cultivares, para diâmetro médio, na dependência dos tratamentos de adubação.

Para diâmetro médio os cultivares se diferenciaram somente na dose baixa de esterco de galinha, destacando-se o cultivar Forto, e dose alta do esterco de codorna, destacando-se o cultivar Tin Ton (Tabela 9).

TABELA 9 - Avaliação de cultivares de cenoura para diâmetro médio (cm), em função dos diferentes níveis de adubação, 1995

Cv./dose	Test.	2,6 t/ha EG	2,1 t/ha EC	15 t/ha EG	15 t/ha EC
Brasília	2,75 a	2,55 ab*	2,67 a	2,60 a	3,20 ab
Forto	2,60 a	2,67 a	2,85 a	2,60 a	2,85 b
Fuyumaki	2,45 a	2,55 ab	2,52 a	2,70 a	2,85 b
Tin Ton	2,55 a	2,20 b	2,60 a	2,80 a	3,30 a
Flakkese	2,65 a	2,55 ab	2,50 a	2,67 a	2,80 b

*Valores seguidos de mesma letra, na mesma coluna, não diferem significativamente (P>0,05) entre si, pelo teste de Tukey.

A análise através dos contrastes ortogonais mostrou não haver significância para os efeitos de adubo e de interação fonte x dose (Tabela 10).

Foi verificado efeito de fonte de esterco para as características peso e diâmetro médios, estando a indicar uma influência, em média, mais acentuada do esterco de codorna (Tabelas 8 e 10).

Observou-se efeito de dose para número de raízes, peso, diâmetro e comprimento médios, revelando acréscimos nessas características, em média, quando se utilizou a dose alta, exceto para número de raízes.

Repetindo a resposta do experimento1, as evidências não foram suficientes para comprovar significância no efeito da interação fonte x dose.

TABELA 10 - Análise de variância para os contrastes dos efeitos de adubação, Viamão, RS, 1995

Efeito	Produção comercial	Peso médio	Número de raízes	Diâmetro médio	Comprimento médio
Efeito adubo	0,0899*	0,1580	0,4234	0,3633	0,2048
Efeito fonte	0,9609	0,0204	0,0927	0,0388	0,0831
Efeito dose	0,9062	0,0075	0,0394	0,0166	0,0152
Efeito interação	0,6122	0,1006	0,1771	0,3230	0,4332
C. V. %	29,07	26,52	31,13	7,65	7,09

*Níveis mínimos de significância.

Neste ano ocorreram ombro roxo e ombro verde nas raízes. Os valores, em percentagem, obtidos pelos cultivares foram: 2,61; 0,61(Forto), 3,03; 4,15 (Brasília), 3,15; 0,88 (Fuyumaki), 3,3; 0,62 (Flakkese) e 7,58; 1,55 (Tin Ton) para ombro verde e ombro roxo, respectivamente. Nos tratamentos de adubação foi observado menor percentual de raízes com ombro verde (2%), utilizando a dose alta de esterco de galinha. Os demais tratamentos, inclusive testemunha, produziram o dobro de raízes

com essa característica. Em relação ao ombro roxo os valores foram 0,45% na dose baixa e 0,55% na dose alta de esterco de galinha, 3,15% na dose baixa e 1,42% na dose alta do esterco de codorna e na testemunha 1,44%. O aparecimento de ombro roxo apresenta interação com solos arenosos, conforme observações de DOWKER et al. (1975), citado por VIEIRA e CASALÌ (1984). Com relação ao ombro verde, resultados obtidos por NUNES (1991), estudando as estimativas dos parâmetros genéticos para a característica no cultivar Brasília, indicaram alta influência do ambiente na expressão desse caráter. Com base nessas considerações, a ocorrência de ombro roxo e de ombro verde nas raízes, neste experimento, foi provavelmente em função da época de semeadura, que proporcionou diferença nas condições de ambiente, limitando, no primeiro experimento, o aparecimento das características.

Houve rachaduras em todos os materiais, registrando-se baixos índices deste dano, com variação de 0,20, no cultivar Brasília, a 0,47%, no cultivar Forto. A ocorrência de raízes rachadas dentro dos tratamentos de adubação, confirmam os dados obtidos no primeiro experimento (Tabela 8), para os tratamentos com esterco de codorna.

Quanto às moléstias, a bactéria *Xanthomonas campestris* pv. *carotae* (*Xcc.*) foi constatada em todos os cultivares, afetando folhas, pecíolos, hastes florais e inflorescências. Sobre algumas lesões da bactéria, foi identificado o fungo *Cercospora carotae*. A bactéria *Erwinia* spp, e o nematóide de galha, *Meloidogyne* sp. ocorreram em algumas raízes.

CONCLUSÕES

- O cultivar Nantes Forto obteve a maior produção comercial de raízes, no período de agosto a dezembro.
- O cultivar Harumaki Kinko apresentou, nesse período, o maior peso médio e o maior diâmetro médio de raízes.
- O cultivar Flakkese obteve o maior comprimento médio, de agosto a dezembro.
- No período de outubro a janeiro, o cultivar com maior peso médio foi o cultivar Brasília.
- O maior comprimento médio, de outubro a janeiro, foi obtido pelo cultivar Tin Ton.
- O uso do adubo orgânico animal promoveu acréscimos nas características de peso médio, diâmetro e comprimento médios.
- A utilização da dose de 15t/ha, de adubo orgânico animal, produziu raízes de maior peso médio.

BIBLIOGRAFIA CITADA

AVELAR, B. C.; SANS, L. M. A.; MENDES, J. F. Absorção de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio pela cultura da cenoura (*Daucus carota*, L.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.8, n.8, p.209-212, 1973 (Série Agronomia).

BIENZ, D.R. Carrot splitting and second growth in Central Washington as influenced by spacing, time of sidedressing and other cultural practices. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Geneva, v.86, p.406-410, 1965.

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**. Brasília, 1973. 431p.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Comissão Técnica de Normas e Padrões. **Normas de qualidade, embalagem, apresentação e medidas correlatas para o tomate, a cenoura e o chuchu**. Brasília, 1980. p.18-22.

BRENNER, N. L.; HOEPFNER, M. A.. GRODZKI, L. **Comportamento de cultivares de verão na Região Metropolitana de Curitiba**. Londrina: IAPAR, 1987. 4p. (Informe de Pesquisa, 71).

BRUNE, S.; RIBEIRO, V. Q.; BATISTA, H. M. Comportamento de cultivares de cenoura. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.6, n.1, p.13-14, maio 1988.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO-RS/SC. **Recomendações de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 2.ed. Passo Fundo: SBCS-Núcleo Regional do Sul; EMBRAPA-CNPT, 1989. 128p.

COUTINHO, E. L. M.; NATALE, W.; SOUZA, E. C. A. de. Adubos e corretivos: aspectos particulares na olericultura. IN: FERREIRA, M. E.; CASTELLANE, P. D.; CRUZ, M. C. P. da. (Eds.). **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: Potafos, 1993. p.85-121.

FERNANDES, P. D.; OLIVEIRA, G. D.; HAAG, H. P. Extração de macronutrientes pela cenoura

cultivada em condições de campo. In: HAAG, H. P.; MINAMI, K. **Nutrição mineral em hortaliças**. Campinas: Fundação Cargill, 1981. 631p.

GROGAN, R. G.; ZINK, F. W.; KIMBLE, K. A. Pathological anatomy of carrots scab and some factors affecting its incidence and severity. **Hilgardia**, Berkeley, v. 31, p.53-68, 1961.

HAAG, H. P.; HOMA, P. Nutrição mineral de hortaliças. IX. absorção de nutrientes pela cultura da cenoura. **O Solo**, Piracicaba, v.61, n.2, p.7-12, 1969.

MUNIZ, J. O. de L.; CASTRO, F. E. de; COSTA, J. T. A. **Comportamento de cultivares de cenoura (*Daucus carota*, L.) na região de Baturité, Guaramiranga-Ceará**. Fortaleza: EPACE, 1984, 12p. (Boletim de Pesquisa, 6).

NUNES, M. U. C. **Estimativas de parâmetros genéticos e de correlações de caracteres da raiz, parte aérea e semente de progênies de meios-irmãos da cenoura (*Daucus carota* L.) Cv. Brasília**. Viçosa: UFV, 1991. 133p. (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa.

RIBEIRO, L. G.; PEIXOTO, C. L. H.; AMIGO, F. Avaliação de cultivares de cenoura em Alegre. ES. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 11, n. 1,p.52-53, maio 1993.

RIO GRANDE DO SUL, Secretaria da Agricultura e Abastecimento; Centro Nacional de Pesquisa do Trigo. **Macrozoneamento agroecológico e econômico do Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 1994. 2v.

SIMON, N. **Cultura da cenoura**. Caxias do Sul: Emater-RS, 1993. 4f.

TRANI, P. E.; FORNASIER, J. B.; LISBÃO, R. S. Nutrição mineral e adubação da cenoura. In: FERREIRA, M. E.; CASTELLANE, P. D.; CRUZ, M. C. P. da. (Eds.) **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: Potafos, p.447-459, 1993.

VIEIRA, J. V.; CASALI, V. W. D. Melhoramento da cenoura para verão. **Informe Agropecuário**, Minas Gerais, n.120, p. 17-8, dezembro 1984.

FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DO ÁCARO DA LEPROSE DOS CITROS *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) Sayed, 1946 (ACARI, TENUIPALPIDAE), EM POMAR COMERCIAL, TAQUARI-RS[1]

LUIZ ALBERTO HOSS DE MORAES[2]; FERNANDO ZANOTTA DA CRUZ[3]

RESUMO - A flutuação populacional do ácaro da leprose dos citros, *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) Sayed, 1946 (Acari,Tenuipalpidae), foi estudada em pomar comercial da variedade 'Valência', com oito anos de idade, localizado no município de Taquari, Rio Grande do Sul, no período de dezembro de 1996 a outubro de 1997. Foram utilizadas 16 plantas em delineamento de blocos completos casualizados. As plantas foram divididas em quadrantes e as amostragens, realizadas quinzenalmente, constaram da leitura de três frutos/quadrante, fazendo cinco visadas com lente conta-fio de dez aumentos, sendo uma na região estilar e quatro em áreas do fruto com lesões de verrugose. Os resultados obtidos evidenciaram que o ácaro da leprose ocorre durante todo o ano. Os fatores meteorológicos umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica influem na população deste ácaro.

Palavras-chave: *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, fruta cítrica, população.

FLUCTUATION OF THE CITRUS FLAT MITE *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes,1939) Sayed, 1946 (ACARI,TENUIPALPIDAE) POPULATION, IN TAQUARI-RS

ABSTRACT - The fluctuation of the citrus flat mite *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) Sayed, 1946 (Acari, Tenuipalpidae) population was surveyed in Taquari, Rio Grande do Sul, from December 1996 to October 1997. This study was carried out in a 'Valência' orange orchard. The experimental design was arranged in a randomized complete block with four replications. Plants were divided in quadrants, and the samplings were taken in three fruits per quadrant, in five points of the fruit (one at style end and four in areas with citrus scab lesions). Results showed significant difference in the occurrence of the citrus flat mite. Relative humidity and rainfall significantly affect the occurrence of the citrus flat mite.

Key words: *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, citrus fruit, population.

INTRODUÇÃO

A citricultura brasileira enfrenta problemas de pragas que são vetores de doenças, como cigarrinhas (clorose variegada dos citros), pulgão preto (vírus da tristeza) e o ácaro da leprose (vírus da leprose) (GRAVENA,1998).

Entre os fatores limitantes para a expansão da citricultura no Rio Grande do Sul, estão os insetos e ácaros, que ocasionam queda significativa da produção, além da utilização de defensivos. No Rio Grande do Sul, nos últimos anos, foi verificado aumento da incidência do ácaro da leprose, conforme levantamentos realizados pelo Centro de Pesquisa de Fruticultura de Taquari - FEPAGRO/ SCT e EMATER/RS.

Segundo McCOY (1977), a abundância de ácaros fitófagos em citros é influenciada por condições meteorológicas, características biológicas, inimigos naturais e tratos culturais.

Quanto à parte da planta preferida pelo ácaro, MARTINELLI et al. (1976) constataram alta incidência do ácaro da leprose em frutos. TEÓFILO SOBRINHO et al. (1977) constataram 97% deste ácaro nos frutos, e só 3% nas folhas. CHIAVEGATO (1986) constatou que os frutos foram melhor substrato para o ácaro do que as folhas. OLIVEIRA (1986) constatou 95,2% de ácaros da leprose em frutos, 4,3% nas folhas velhas e apenas 0,5% nas folhas novas. FESTUCCIA et al. (1995) constataram que o fruto é o local mais adequado ao desenvolvimento do ácaro.

A influência de lesões de verrugose na população do ácaro da leprose dos citros foi estudada por CHIAVEGATO (1987), o qual

1. Parte do trabalho de tese de Doutorado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.
2. Eng. Agr., Dr. - Centro de Pesquisa de Fruticultura de Taquari/FEPAGRO. Fone/fax (51) 6531019, Caixa Postal 12. 95860-000 Taquari, RS.
3. Eng. Agr., Dr. - Professor da Faculdade de Agronomia , UFRGS. Porto Alegre, RS.
Recebido para publicação em 24/05/1999.

constatou que os frutos com verrugose foram os preferidos pelo ácaro. NAKANO et al. (1987), observaram que em laranjas da variedade 'Pera', com verrugose, havia maior número de ácaros.

A flutuação populacional de *B. phoenicis* foi estudada por TEÓFILO SOBRINHO et al. (1977), em plantas de coleção de citros, em Limeira-SP. A presença do ácaro foi constatada em todos os meses, com a população aumentando a partir de agosto e atingindo o pico em outubro e novembro. A análise de regressão para temperatura média, precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar, com a população do ácaro, evidenciou que só a temperatura média influiu na incidência do ácaro.

No estado de São Paulo, o ácaro da leprose ocorre durante todo o ano, com períodos em que a população atinge níveis mais elevados (OLIVEIRA, 1995).

VAN DE VRIE et al. (1972) mencionam que baixas temperaturas provocam a morte de ácaros. Algumas espécies tropicais e subtropicais não têm diapausa, sendo sua distribuição limitada por temperaturas mínimas. DORESTE (1988) menciona que a temperatura é o fator que mais afeta o comportamento dos ácaros. Assim, baixas temperaturas podem reduzir populações, ocorrendo alta mortalidade com variações bruscas de temperatura. ZAHER et al. (1970); CHIAVEGATO (1986); PRIETO (1988), e SUDOI (1990), citando Crowe, constataram que a temperatura é importante no ciclo biológico do ácaro da leprose. Em temperaturas entre 25 e 30 °C, o ciclo de ovo a adulto é mais rápido.

SADANA e KUMARI (1991) estudaram o desenvolvimento de *B. phoenicis* em limoeiro, em temperaturas de 20, 25 e 30° C, e umidade relativa do ar de 50, 70 e 90%. As melhores condições foram observadas para temperaturas entre 25 e 30° C e umidade relativa de 70%, para as quais a duração do ciclo biológico foi menor, o período de oviposição foi mais longo e a viabilidade e fecundidade dos ovos foram maiores. A situação ótima para o desenvolvimento deste ácaro, segundo CHIAVEGATO (1996), é temperatura de 25 °C e umidade relativa de 60%.

SUDOI (1990) constatou, no Kenia, que o clima ameno e relativamente seco favoreceu o aumento populacional do ácaro da leprose, e o clima frio e úmido foi desfavorável. Umidade, e umidade em combinação com temperatura, são fatores importantes na ecologia de ácaros tetraniquídeos. Perda ou ganho de água da atmosfera por organismos como ácaros, é fundamental para sua existência, segundo VAN DE VRIE et al. (1972).

Chuva forte e prolongada pode remover ácaros das plantas, diminuindo sua população (DORESTE, 1988). A precipitação pluviométrica, a umidade relativa do ar e a temperatura interferem na flutuação populacional do ácaro da leprose em citros. Em períodos chuvosos, com maior umidade relativa do ar, nas condições do estado de São Paulo, há menor ocorrência do ácaro e, à medida que diminuem as chuvas, ocorrem níveis populacionais mais elevados. Quanto mais longo o período seco, mais favorável é a condição para o aumento populacional. Com temperatura ao redor de 25°C e umidade relativa de 65-70%, o ciclo deste ácaro se completa em 25 dias (OLIVEIRA, 1995).

Como não dispomos de dados relativos à flutuação populacional deste ácaro durante o ano nas condições de Taquari-RS, justifica-se a realização deste trabalho de pesquisa, admitindo-se, como hipótese, a existência de uma época mais adequada ao combate do mesmo e a influência de fatores meteorológicos na sua incidência e distribuição populacional.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado em pomar de laranjeira (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), localizado no município de Taquari e no Departamento de Fitossanidade, Setor de Entomologia da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em Porto Alegre, estado do Rio Grande do Sul. O pomar fica na latitude 29°48'S, longitude 51°49'O e a 76 m acima do nível do mar. O clima é do tipo Cfa (subtropical úmido), com temperatura média anual de 19,6° C e precipitação média de 1537 a 1699 mm. O solo é Podzólico Vermelho Amarelo, da série Bom Retiro (BRASIL, 1973).

O pomar é de laranjeira 'Valência', enxertada em *Poncirus trifoliata* e plantada no espaçamento de 6 x 3 m. O talhão utilizado neste trabalho apresentava 1600 plantas com oito anos de idade e copas com diâmetro médio de 1,8 m de altura e altura média de 2,0 m. Além do controle de plantas daninhas e adubação, as plantas utilizadas neste levantamento não receberam qualquer outro tratamento. Foram utilizadas 16 plantas, as quais constituíram quatro blocos de quatro plantas cada um. Cada planta foi dividida em quadrantes. Para estudar a flutuação populacional do ácaro da

leprose, as amostragens quinzenais foram feitas em frutos de 16 plantas. Em cada planta foram examinados três frutos por quadrante, totalizando 12 frutos por planta (192 frutos por avaliação).

A população do ácaro foi avaliada em frutos com lesões de verrugose, localizados na parte interna da copa pois, segundo vários autores (MARTINELLI et al., 1976; TEÓFILO SOBRINHO et al., 1977; OLIVEIRA, 1986; CHIAVEGATO, 1987; NAKANO et al., 1987; GRAVENA et al., 1988; CHIAVEGATO e KHARFAN, 1993; FESTUCCIA et al., 1995), tais locais são os preferidos pelo ácaro. As observações foram feitas a campo, com lente conta-fio de 10 aumentos, mediante cinco visadas, sendo uma na região estilar e as outras quatro em áreas do fruto com lesões de verrugose. A cada avaliação, registrava-se o número de ácaros, sem distinção de fases do ciclo evolutivo, devido ao pequeno aumento da lente conta-fio.

Os levantamentos populacionais do ácaro da leprose iniciaram em novembro de 1996 e prosseguiram até outubro de 1997.

A análise estatística dos dados foi feita de acordo com o modelo linear de experimentos em blocos casualizados, com quatro blocos, sendo cada unidade experimental representada por uma planta. Para verificar a necessidade de transformação dos dados, procedeu-se à análise de resíduos que, no caso, objetivou a verificação de normalidade, de variância constante e a presença de observações discrepantes. As complementações, quando pertinentes, foram feitas pelo teste de Duncan a 5%. Para verificar a influência da precipitação pluviométrica, temperaturas mínima e máxima do ar, umidade relativa do ar e velocidade do vento, na ocorrência de *B. phoenicis*, utilizou-se a análise de regressão. Foram calculadas regressões para 5, 10 e 14 dias antes de cada avaliação da população do ácaro da leprose. O pacote estatístico utilizado para a realização das análises foi o SAS.

Os dados referentes à precipitação pluviométrica, umidade relativa do ar, temperatura do ar (máxima e mínima) e velocidade do vento foram obtidos no posto meteorológico do Centro de Pesquisa de Fruticultura de Taquari, da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO), da Secretaria da Ciência e Tecnologia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 verifica-se a ocorrência de vários picos de *B. phoenicis* durante o ano. Os picos populacionais do ácaro da leprose ocorreram nas quinzenas de 08/02/97, 08/03/97 e 24/05/97, com mais de 20% de frutos com ácaro. A menor percentagem de frutos com ácaro ocorreu nas avaliações de 01/12/96, 14/12/96 e 28/12/96 (Figura 1). TEÓFILO SOBRINHO et al. (1977) e OLIVEIRA (1995), no estado de São Paulo, também constataram vários picos durante o ano, em seus levantamentos. A análise estatística dos dados deste período evidenciou diferença significativa na percentagem de frutos com ácaro (Tabela 1). Esta percentagem menor de frutos com ácaros no mês de dezembro pode ser atribuída à colheita dos mesmos em outubro, removendo a população do ácaro. Outra hipótese é o tamanho dos frutos neste mês, pois os mesmos eram pequenos, não propiciando condições ao desenvolvimento de *B. phoenicis*.

A análise de regressão da percentagem de frutos com ácaro e os fatores meteorológicos, aos cinco dias antes das avaliações, evidenciou que, com umidade relativa do ar acima de 60%, ocorreu maior percentagem de frutos com ácaro (Figura 2). Analisando a Figura 2, verifica-se que, com umidade relativa do ar acima de 60%, o aumento da percentagem de frutos com ácaro foi pequeno. O valor do coeficiente $R^2 = 0,1284$, indica pouca influência da umidade relativa do ar.

Na regressão da percentagem de frutos com ácaro e fatores meteorológicos, aos 10 dias antes das avaliações, ficou evidenciado efeito da precipitação pluviométrica na ocorrência do ácaro da leprose (Figura 3).

Ao verificar o efeito dos fatores meteorológicos, aos 14 dias antes das avaliações, foi constatado que a precipitação pluviométrica influiu mais que os outros fatores meteorológicos, na percentagem de frutos com ácaro (Figura 4).

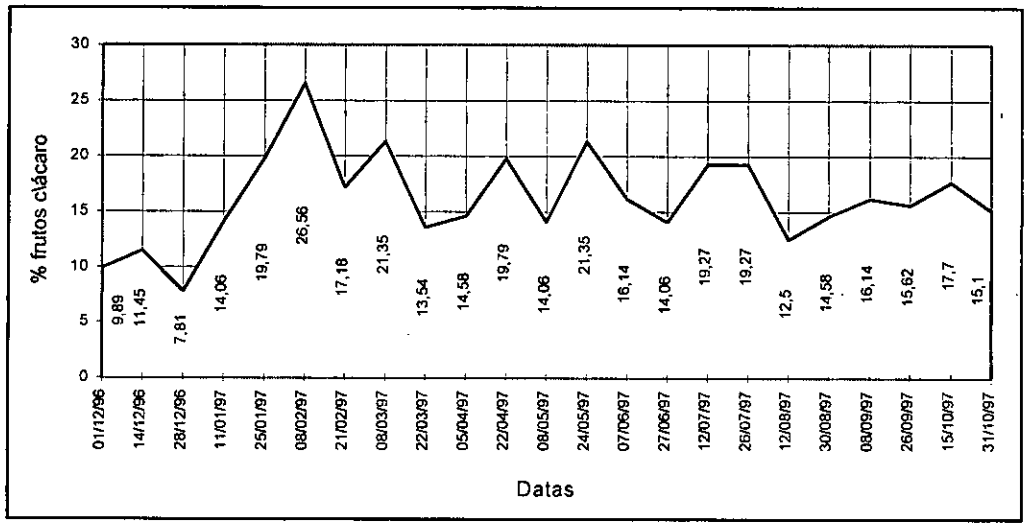


FIGURA 1 - Flutuação populacional do ácaro da leprose em laranjeira 'Valência'. Dezembro de 1996 a outubro de 1997. Taquari-RS

TABELA 1 - Flutuação populacional do ácaro da leprose em frutos de laranjeira 'Valência'. Dezembro de 1996 a outubro de 1997. Taquari-RS

% de frutos com ácaros*	Datas de coleta
26,56 a	08/02/97
21,35 a b	08/03/97
21,35 a b	24/05/97
19,79 a b c	25/01/97
19,79 a b c	22/04/97
19,27 a b c d	12/07/97
19,27 a b c d	26/07/97
17,70 a b c d	15/10/97
17,18 b c d e	21/02/97
16,14 b c d e	07/06/97
16,14 b c d e	08/09/97
15,62 b c d e	26/09/97
15,10 b c d e	31/10/97
14,58 b c d e	05/04/97
14,58 b c d e	30/08/97
14,06 b c d e	11/01/97
14,06 b c d e	08/05/97
14,06 b c d e	27/06/97
13,54 b c d e	22/03/97
12,50 b c d e	12/08/97
11,45 c d e	14/12/96
9,89 d e	01/12/96
7,81 e	28/12/96

Valores seguidos de mesma letra não diferem estatisticamente (Duncan 5%)
*Obtidos de três frutos com verrugose/quadrante/planta
Total = 192 frutos/avaliação/quinzena

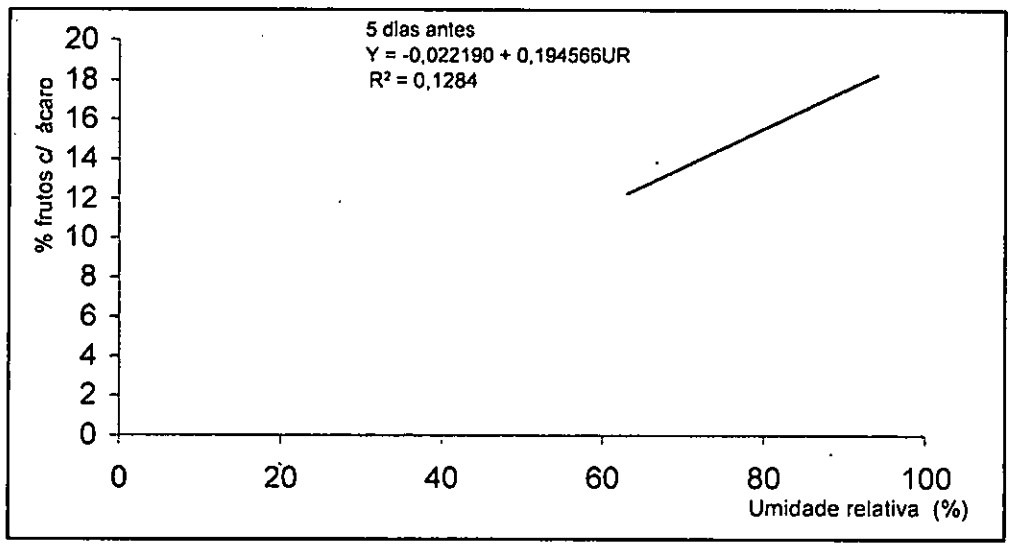


FIGURA 2 - Regressão da percentagem de frutos com ácaro da leprose e médias de umidade relativa do ar, cinco dias antes das avaliações. Dezembro de 1996 a outubro de 1997

Os resultados obtidos aos 10 e 14 dias antes das avaliações indicam a precipitação pluviométrica como o fator meteorológico que mais influiu na incidência do ácaro da leprose (Figuras 3 e 4), embora com pequena intensidade. Nestas avaliações, constatou-se leve aumento da percentagem de frutos com ácaros devido à precipitação pluviométrica, com R^2=0,1836 (10 dias antes) e R^2=0,1728 (14 dias antes). DORESTE (1988) menciona que chuva forte e prolongada provoca redução de populações de ácaros, removendo-os das plantas. Já OLIVEIRA (1995) constatou redução do número de "ácaros da leprose" em períodos chuvosos (chuvas acima de 200 mm, em vários períodos), no estado de São Paulo. Neste levantamento ocorreu o oposto, com aumento da percentagem de frutos com ácaro devido ao aumento da precipitação pluviométrica. Na Tabela 2 estão as precipitações pluviométricas 10 e 14 dias antes das avaliações, onde é verificado que não ocorreram chuvas fortes, sendo a maior precipitação pluviométrica, acumulada na quinzena de 15/10/97, de 225,8 mm.

Este fato explica porque houve aumento na percentagem de frutos com ácaros, pois, segundo VAN DE VRIE et al. (1972), umidade e umidade em combinação com temperatura são fatores importantes na sobrevivência de ácaros tetraniquídeos, o que também pode ter favorecido o ácaro da leprose.

Outra explicação para este aumento é o comportamento do ácaro da leprose de se abrigar em lesões de verrugose, que são abrigo para ele, conforme constatado por CHIAVEGATO (1987), NAKANO et al. (1987) e CHIAVEGATO e KHARFAN (1993). Assim, estas lesões protegeram o ácaro da leprose das chuvas, dificultando a sua retirada dos frutos.

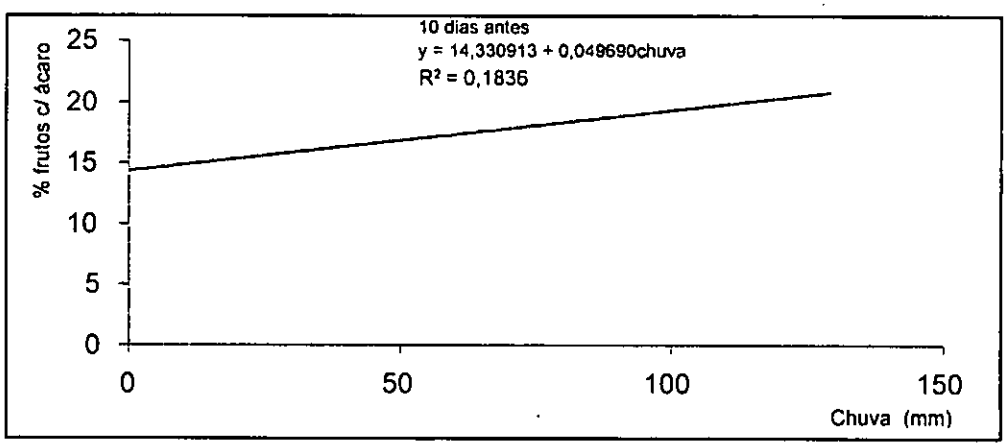


FIGURA 3 - Regressão da percentagem de frutos com ácaro da leprose e precipitação pluviométrica, 10 dias antes das avaliações. Dezembro de 1996 a outubro de 1997. Taquari-RS

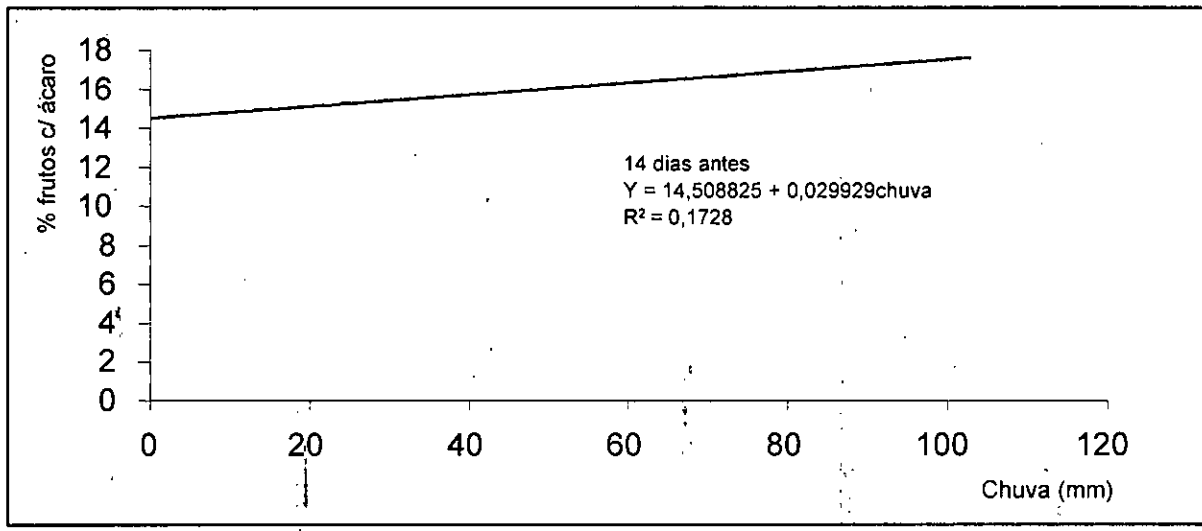


FIGURA 4 - Regressão da percentagem de frutos com ácaro da leprose e precipitação pluviométrica, 14 dias antes das avaliações. Dezembro de 1996 a outubro de 1997. Taquari-RS

TABELA 2 - Valores médios dos fatores meteorológicos temperatura (máxima e mínima) e umidade relativa, e total de chuva, aos 5, 10 e 14 dias antes das avaliações, no período dezembro de 1996 a outubro de 1997. Taquari-RS

Data/ácaros		5 dias antes				10 dias antes				14 dias antes			
Data	%fruto	Temp c/ácaro	Temp. máx.	Chuva min.	UR	Temp.	Temp. máx.	Chuva min.	UR	Temp.	Temp. máx.	Chuva min.	UR
01/12/96	9,9	30,9	16,1	9,2	63	28,4	15	14	66	28,2	15,4	14	69
14/12/96	11,4	25,4	17	19,1	88	27,3	17,9	36,8	82	28,5	18	46	80
28/12/96	7,8	31	20,1	0,5	80	30,3	18,9	20,2	81	30	18,5	30,9	80
11/01/97	14	33,5	19,7	1,1	66	32,7	19	5,9	66	33	18,7	5,9	67
25/01/97	19,8	28,7	17,5	0,3	73	30,1	18,8	60,1	75	31,7	19,1	119,8	73
08/02/97	26,6	30,4	20,7	19	90	30,5	20,9	115,3	88	30,8	20,8	117,5	85
21/02/97	17,2	29,5	19,1	20	82	28,9	19	27,1	83	29,9	19,4	30,5	82
08/03/97	21,3	27	16,6	16,5	82	27,2	17,9	33,4	85	27,2	18	164,7	87
22/03/97	13,5	28,9	15,6	0	78	27,8	15,7	0	75	28,9	16,3	15,2	75
05/04/97	14,6	28,1	15,6	18,7	79	28	13,2	18,7	73	27,9	13,5	18,9	72
22/04/97	19,8	25,4	17,4	12,9	89	27,1	15,6	14,3	83	27,1	14,7	14,5	81
08/05/97	14	23	11,3	0	82	24,2	10,7	0,8	76	24,1	10,8	11,3	75
24/05/97	21,3	20,3	12,1	46,1	83	23,5	12	46,1	78	23,9	11,7	46,1	79
07/06/97	16,1	19,6	9,6	7,8	87	19,4	8,6	8,2	86	18,1	6,6	17	85
27/06/97	14	21,4	15,8	63,5	93	21,1	12,8	92,4	86	20,2	12,1	11,5	85
12/07/97	19,3	22,1	12,8	5,2	88	18,3	8,8	22,1	87	17,3	6,3	22,1	84
26/07/97	19,3	19,5	8,9	0,8	88	17,4	9,1	64,6	91	18,6	9,6	66,4	90
12/08/97	12,5	18,6	6,9	2,6	84	16,8	7,9	56,1	86	19,3	9,6	79,3	84
30/08/97	14,6	25,7	11,3	0	84	21,5	11,1	23,5	89	23,9	12,8	121	83
08/08/97	16,1	23,9	14,5	1,8	89	26,1	14,3	2,9	82	26	13,3	0,2	82
26/09/97	15,6	22,4	11,3	0	82	21,7	9,5	3	78	20,8	9	35,4	78
15/10/97	17,7	22,8	15,6	103	94	22,2	13,4	129,3	87	21,7	13	225,8	88
31/10/97	15,1	25,7	16,9	37,4	88	25,1	16,3	48,2	88	24,4	15	48,9	87

CONCLUSÕES

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

- o ácaro da leprose ocorre durante todo o ano, com períodos de população mais alta;
- os fatores meteorológicos, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica, influíram na população de *B.phoenicis*;
- os dados obtidos indicam que o monitoramento da população deste ácaro deve ser realizado durante todo o ano.

BIBLIOGRAFIA CITADA

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Rio Grande do Sul**. Recife: DNPEAS,1973.431p. (Boletim Técnico, 30)

CHIAVEGATO, L.G. Biologia do ácaro *Brevipalpus phoenicis* em citros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.21, n.8, p.813-816, 1986.

CHIAVEGATO, L.G. Bioecologia do ácaro da leprose *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (ACARI: Tenuipalpidae) em citros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 11., 1987,Rio de Janeiro, **Resumos...** Rio de Janeiro: Sociedade Entomológica do Brasil,1987. v.1, p.22.

CHIAVEGATO, L.G. Aspectos biológicos e transmissão de leprose pelo ácaro *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (ACARI:Tenuipalpidae) em citros. **Laranja**, Cordeirópolis, v.17, n.1, p.275-279, 1996.

CHIAVEGATO, L.G.; KHARFAN, P.R. Comportamento do ácaro da leprose *Brevipalpus phoenicis* (G.) (ACARI: Tenuipalpidae) em citros. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.22, n.2, p.355-359, 1993.

DORESTE, E.S. **Acarologia**. 2.ed., Costa Rica:IICA, 1988. 410p.

FESTUCCIA, A.J.; ALMEIDA, M.C.; YAMAMOTO, P.T. et al. Comparação entre amostragens absoluta e relativa para o ácaro da leprose em citros. **Laranja**, Cordeirópolis, v.16, n.2, p.263-270, 1995.

GRAVENA, S. Manejo Ecológico de Pragas dos Citros - Aspectos Práticos. **Laranja**, Cordeirópolis, n. 19, v. 1, p.61-77, 1998.

GRAVENA, S.; FERNANDES, O.A.; PAZINI, W.C. Amostragem seqüencial para os ácaros da falsa ferrugem *Phyllocoptruta oleivora* (Ashm.) e da leprose *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) no manejo integrado de pragas dos citros. **Laranja**, Cordeirópolis, n.9, v.1, p.147-160, 1988.

MARTINELLI, N.M.; OLIVEIRA, C.A.L.; PERECIN, D. Conhecimentos básicos para estudos que envolvam levantamentos da população do ácaro *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes,1939) na cultura de citrus. **Científica**, Jaboticabal, v.4, n.3, p.242-253, 1976.

Mc COY, C.W. Horticultural practices affecting phytophagous mite populations on citrus. In: INTERNATIONAL SOCIETY OF CITRICULTURE, 1977, Orlando. **Proceedings ...** Orlando: International Society of Citriculture, 1977. v.2, p.459-462.

NAKANO, O.; SANCHES, G.A.; ISHIDA, A.K. Redução da infestação do ácaro da leprose *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes,1939) em citros através do controle da verrugose. **Laranja**, Cordeirópolis, v.8, n.1, p.19-33, 1987.

OLIVEIRA, C.A.L. Flutuação populacional e medidas de controle do ácaro da leprose *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) em citros. **Laranja**, Cordeirópolis, v.7, n.1, p.1-31, 1986.

OLIVEIRA, C.A.L. Aspectos ecológicos do *Brevipalpus phoenicis*. In: OLIVEIRA, C.A.L.; DONADIO, L.C. **Leprose dos citros**. Jaboticabal: FCAV/UNESP-EECB, 1995. p.37-48.

PRIETO, D. Numero de generaciones de *Brevipalpus phoenicis* (Acarina: Tenuipalpidae) en frutos de lima 'Persa', *Citrus aurantifolia*. **Ciencia y Técnica en la Agricultura - Citricos y otros frutales**, Cuba, v.9, n.2, p.71-79, 1988.

SADANA, G.L.; KUMARI, M. Effect of temperature and relative humidity on the development of *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari:Tenuipalpidae). **Journal of Insect Science**, v.4, n.2, p.157-159, 1991.

SUDOI, V. Evaluation of different acaricides for control of red crevice mite *Brevipalpus phoenicis* Geijskes (Acari-Tenuipalpidae) infesting tea. **Tropical Pest Management**, Londres, v.36, n.4, p.349-352, 1990.

TEÓFILO SOBRINHO, J.; POMPEU JÚNIOR, J.; CAETANO, A.A. Flutuação populacional do ácaro da leprose *Brevipalpus phoenicis* em pomares de citros da Estação Experimental de Limeira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 4., 1977, Salvador. **Anais...** Salvador: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1977. p.157-163.

VAN DE VRIE, M.; McMURTRY, J.A.; HUFFAKER, C.B. Ecology of tetranychid mites and their natural enemies: a review. III - Biology, ecology, and pest status, and host-plant relations of tetranychids. **Hilgardia**,Berkeley, v.41,n 13, p. 343-432, 1972.

ZAHER, M.A.; WAFA, A.K.; YOUSEF, A.A. Biology of *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes), in Egypt. [Acarina:Tenuipalpidae]. **Bulletin of the Society of Entomology of Egypte**, Cairo, v.54, p.177-183, 1970

PRODUTIVIDADE E CARACTERÍSTICAS DO FRUTO DE ABACAXIZEIRO EM FUNÇÃO DO PREPARO DO SOLO E TÉCNICAS DE PLANTIO

NELSON SEBASTIÃO MODEL[1], GUIDO RENATO SANDER[2]

RESUMO - Escolher corretamente o preparo de solo e a técnica de plantio aumentam o rendimento e diminuem os custos de produção de abacaxi. Buscando subsídios a estas decisões, avaliou-se, nas parcelas principais, o efeito do preparo do solo (convencional, cultivo em faixas e sem preparo) e nas subparcelas, duas técnicas de plantio (sulco e chuço) sobre a produtividade, características do fruto, porcentagem de replantes e produção de mudas em ensaio a campo, conduzido entre agosto/97 e janeiro/99 na Estação de Pesquisa e Produção de Maquiné - RS em solo franco argiloso (Brunizem Avermelhado-Vila). A produtividade e a porcentagem de colheita de abacaxi, no preparo convencional, (11,94 t/ha e 52,7%) foram maiores do que no plantio direto (5,67 t/ha e 27,7%). A produtividade e a porcentagem de colheita de frutos nos plantios em sulco e com chuço foram estatisticamente iguais. O diâmetro, o comprimento dos frutos e da coroa, o teor de sólidos solúveis totais (grau brix), o número de mudas replantadas e o número de mudas produzidas pelo abacaxizeiro, não foram afetados pelos tratamentos.

Palavras- chave: Ananas comosus, *rendimento, manejo do solo.*

PINEAPPLE YIELD, FRUIT CHARACTERISTICS AS AFFECTED BY SOIL MANAGEMENT SYSTEMS AND PLANTING TECHNIQUES

ABSTRACT -The choice of an adequate soil management system and planting techniques increases pineapple yield and lowers the production costs as well. To estimate the effect of different soil management systems (conventional tillage, strip-tillage and no-tillage), and two planting techniques (furrow and spear) on productivity, fruit characteristics, percentage of sprouting, and seedling production, a field experiment was carried out from August/1997 to January/1999 at the Estação de Pesquisa e Produção of FEPAGRO, Maquiné, Rio Grande do Sul, Brazil. The soil type was a clay loam Argiudoll. Results showed that productivity and harvest percentage were higher in conventional tillage (11.94 t/ha and 52%) than in no-tillage (5.67 t/ha and 27.7%). The productivity and harvest percentage in furrow and spear plantings did not differ statistically. Fruit diameter and length, crown size, brix degree, number and average weight of sprouts were not affected by the different treatments.

Key words: *Ananas comosus*, production.

INTRODUÇÃO

O custo de produção de um hectare de abacaxi no Rio Grande do Sul, para o nível tecnológico médio, é de aproximadamente R$ 8 181,80 (MODEL, 1999) e o preparo do solo é de grande importância para o seu cultivo, pois, quando incorreto, limita o rendimento e eleva os custos de produção da cultura.

Em função disso, são de grande importância para a economia do Estado, especialmente para os agricultores do litoral norte, tecnologias que minimizem os custos e maximizem o rendimento da cultura e a remuneração dos abacaxicultores.

Nos trópicos, o uso contínuo do preparo do solo, na forma convencional, degrada sua estrutura, acelera a erosão, aumenta a flutuação de temperatura e diminui sua capacidade de retenção de água (LAL, 1974). A deficiência de água e as elevadas temperaturas no solo prejudicam a emergência, o vigor e o rendimento das culturas, mas ambas podem ser adequadas às faixas ótimas de desenvolvimento das plantas, mediante manejo do solo e da sua cobertura. O grau de mobilização e a porcentagem de cobertura remanescente sobre o solo, depois do preparo, inerentes a cada sistema de cultivo, definem a maior ou menor influência sobre estes fatores (MODEL, 1990).

1. Eng. Agr., M. Sc. - FEPAGRO, Secretaria da Ciência e Tecnologia. Rua Gonçalves Dias 570, 90130-060 Porto Alegre, RS.
2. Eng. Agr. - Estação de Pesquisa e Produção de Maquiné, FEPAGRO, Maquiné, RS.
Recebido para publicação em 13/07/1999.

Quando o preparo envolve arações e gradagens (sistema convencional), há grande mobilização da camada arável e incorporação de resíduos, reduzindo a porcentagem de cobertura sobre o solo. Nos preparos onde não há mobilização do solo (sem preparo), ou há mobilização moderada (escarificação) e os resíduos da cultura anterior permanecem em grande parte sobre a superfície, geralmente as taxas de infiltração de água são maiores, pois a cobertura, protegendo o solo contra o impacto direto da chuva, evita a desagregação e o selamento superficial, além de diminuir as perdas posteriores de água por evaporação e as de solo e água por erosão (LEVIEN et al., 1990).

Para estabelecer os plantios de abacaxi CHOAIRY (1984) e RODRIGUES (1984) recomendam que os solos, preferencialmente areno-argilosos, bem drenados, sejam arados a uma profundidade de 25-30 cm, gradeados, limpos, destorroados e livres de plantas daninhas e parasitas, para que o desenvolvimento das raízes não se limite à profundidade lavrada.

A escolha do preparo convencional, tradicionalmente utilizado, não está fundamentada em pesquisas realizadas no RS ou mesmo conduzidas em condições de solo e clima diferentes daquelas reinantes no Estado. O preparo convencional é mais recomendado por facilitar a abertura de sulcos e covas para o plantio, supostamente facilitando o crescimento das raízes, frágeis e superficiais, do que por apresentar outras vantagens sobre os demais preparos no Estado. Os solos, onde tradicionalmente o abacaxi é cultivado, são arenosos e não existem informações e evidências de que, também nessas condições, o preparo convencional seja, técnica e economicamente, mais indicado para esta cultura.

É necessário investigar se estes supostos benefícios (mais facilidade para plantar e maior desenvolvimento radicular) suplantam àqueles, comprovadamente, advindos da adoção de técnicas de preparo do solo mais conservacionistas, como é o caso do plantio direto e do cultivo mínimo: manutenção de maior teor de umidade e menor temperatura no solo ao longo do ciclo da cultura, menor erosão, melhor controle de plantas daninhas e menor custo.

Considerando a inexistência de máquinas apropriadas e específicas para o plantio das mudas, e que no Rio Grande do Sul o tamanho médio das lavouras é menor do que 1 ha, nos preparos não convencionais o plantio pode ser feito em sulcos ou covas abertas com enxada ou enxadão entre a palha. No entanto, esta operação poderá ser feita de maneira mais rápida e eficaz, se for usado instrumento cilíndrico de madeira de aproximadamente 2 m de comprimento e 4-6 cm de diâmetro, com as pontas afiladas (chuço), para que, pressionado manualmente em posição vertical, insira-se no solo úmido, abrindo buraco com diâmetro e profundidade capazes de permitir a inserção e o enterrio da base das mudas em profundidade correspondente a 10-15% do comprimento da mesma.

O uso desse instrumento pode tornar a operação de plantio direto, em solos arenosos, mais rápida e funcional do que o uso de enxadas e enxadões. Porém, quando usado para implantar lavouras em plantio direto, há a hipótese de que, em solos argilosos, dependendo da umidade, densidade, porosidade e teor de matéria orgânica, os buracos ou covas, abertas para inserir a muda, causem compressão e selamento laterais da massa de solo da parede do buraco, podendo acumular água, apodrecer as mudas e oferecer resistência mecânica à penetração de raízes, criando possíveis dificuldades ao estabelecimento inicial das plantas.

Neste trabalho, investigou-se a possibilidade de substituição do cultivo convencional pelos plantios sem preparo e a hipótese acima formulada.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na Estação de Pesquisa e Produção de Maquiné da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária - FEPAGRO, no período de agosto de 1997 a janeiro de 1999, sobre solo Brunizem Avermelhado, unidade de mapeamento Vila, cuja análise química, feita antes do plantio mostrava: pH = 5,5; P = 2 mg/L; K = 274 mg/L; S = 23 mg/L; B = 0,28 mg/L; Zn = 5,76 mg/L; Cu = 4,3 mg/L; Mn = 110 mg/L; argila = 22% e 2,8 % de matéria orgânica.

O clima da região pode ser caracterizado como do tipo Cfa (KÖEPPEN, 1948). A temperatura média do mês mais quente (janeiro) é de 24,5° C e do mês mais frio (julho) é de 15,5° C. O inverno é ameno e a temperatura excepcionalmente baixa de zero grau. As geadas são raras e quando ocorrem são de fraca intensidade. No inverno (jun.-jul.-ago.) a temperatura média das mínimas é de 10,2° C. A temperatura média anual é de 19,9° C, com chuvas de 1 650 mm anuais bem distribuídas e umidade

relativa do ar de 80%. O comportamento dos elementos meteorológicos, durante o experimento foi obtido na estação meteorológica instalada ao lado do ensaio e sistematizados pela equipe de agrometeorologia da FEPAGRO (Tabela 1).

TABELA 1- Comportamento de elementos meteorológicos (temperatura máxima média, temperatura média, temperatura média das mínimas, precipitação, normal, desvio da normal e nº de dias de chuva) durante o experimento na Estação de Pesquisa e Produção de Maquiné, RS

Mês/ano	Temperatura °C			Precipitação	Normal*	Desvio da	Nº de dias de
	Máxima média	Média	Mínima média	(mm)	(mm)	normal	chuva
Ago./97	22,8	15,8	8,9	269,4	149	+ 120	13
Set./97	22,2	16,0	9,8	91,5	167	- 75	13
Out./97	22,5	17,6	12,6	284,8	137	+148	20
Nov./97	25,1	19,8	14,4	148,4	117	+31	18
Dez./97	29,0	22,7	16,4	203,8	146	+58	14
Jan./98	28,3	23,0	17,9	227,8	173	+55	18
Fev./98	27,7	23,0	18,3	238,8	190	+49	17
Mar./98	27,5	21,8	16,1	145,2	178	-33	12
Abr./98	24,8	19,8	14,7	86,0	105	-19	13
Mai./98	22,6	16,6	10,7	134,4	85	+49	9
Jun./98	20,6	14,2	7,8	68,0	108	-40	6
Jul./98	21,0	15,3	9,6	160,7	104	+57	12
Ago./98	20,5	16,3	12,1	128,0	149	-21	11
Set./98	21,0	16,3	11,7	144,3	167	-23	14
Out./98	23,7	18,6	17,4	63,4	137	-74	9
Nov./98	25,9	19,9	13,9	70,7	117	-46	7
Dez.98	27,0	21,4	15,6	98	146	-48	13
Jan./99	28,6	23,2	17,9	148,6	173	-24	11

* Média de 30 anos

Em agosto de 1997 a área foi roçada e a biomassa de cobertura foi quantificada (3,1 t/ha). O delineamento experimental utilizado foi parcelas subdivididas com as parcelas principais organizadas em blocos casualizados com três repetições. As técnicas de preparo do solo (cultivo convencional, cultivo em faixas e plantio direto) constituíram as parcelas principais (10 m x 5 m = 50 m²). Estas, subdivididas em duas (5 m x 5 m = 25 m²) receberam os tratamentos de técnicas de plantio (chuço e sulco). O convencional consistiu de uma aração (17-20 cm) e uma gradagem. No cultivo mínimo, o solo foi mobilizado numa faixa de, aproximadamente, 17 cm de profundidade por 27 cm de largura, com o uso de microtrator Tobatta com rotativa, trabalhando somente com as oito enxadas centrais. No plantio sem preparo, o abacaxi foi plantado diretamente sobre a palha.

Para as técnicas de plantio em sulcos foi usado sacho ou enxada para a abertura de sulcos em V, com 10-15 cm de profundidade e 15-18 cm de largura junto à superfície. Para a técnica de plantio com chuço, foram abertos buracos com instrumento de madeira cilíndrico e de, aproximadamente, 2 m de comprimento e 4-6 cm de diâmetro, com as pontas afiladas que, pressionado manualmente em posição vertical insere-se no solo abrindo buraco com diâmetro e profundidade capazes de permitir a inserção e o enterrio da base das mudas (12-15 cm). As mudas do cv. Pérola, foram adquiridas de produtor do município de Terra de Areia e tinham peso entre 100 e 150 g. Foram plantadas a 20 cm uma da outra em filas distantes de 1 m, perfazendo uma

população de 50 000 plantas/ha. Os replantios (19 nov./97, 18 dez./97 e 4 mar./98) foram feitos com mudas plantadas ao lado do experimento, escolhidas e transplantadas de modo que ficassem com o mesmo tamanho daquelas já estabelecidas no ensaio.

As plantas daninhas foram controladas através da aplicação de mistura de herbicidas pré (atrazine, simazine e diuron) e pós-emergentes (glyfosate, setoxydim), usando pulverizadores costais com freqüência suficiente para manter a área isenta das mesmas. As pragas (cochonilhas, ácaros e broca do fruto) foram controladas por produtos recomendados para a cultura (vamidothion, parathion metílico, triclorfon).

A adubação consistiu de 7,65g N + 3,6g P_2O_5 + 7,65g K_2O por planta-ciclo, usando como fontes destes nutrientes, uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio, respectivamente. Todo o fósforo (3,6g P_2O_5 por planta ou 180 kg de P2O5/ ha) foi distribuído a lanço em toda a área logo após o plantio. As adubações nitrogenada e potássica foram realizadas em três vezes. Na primeira (set./ 97) usou-se 17% do total (1,35g N+1,35g K por planta). Na segunda (dez./97), três meses depois do plantio, 41% do total (3,15g N+3,15g K_2O) e na terceira adubação (mar./98), seis meses depois do plantio, foi colocado o restante. Em todas elas N e K foram misturados e aplicados paralelamente às linhas das plantas.

A colheita (jan./99) dos frutos oriundos de indução natural, foi feita 16 meses depois do plantio, de uma só vez, quando os frutos estavam amarelando. Todos foram pesados para o cálculo da produtividade (Tabela 2). A porcentagem de colheita (Tabela 3) foi obtida dividindo-se o número de frutos colhidos pelo número de mudas plantadas x 100. O diâmetro (Tabela 4), comprimento dos frutos (Tabela 5) e da coroa (Tabela 6) foram medidos com paquímetro no dia da colheita. O teor de sólidos solúveis totais (grau brix), foi medido com refratômetro de campo, em caldo extraído da porção média dos frutos. Em maio de 99, quatro meses depois da colheita, as mudas tipo filhote, de todos os tamanhos, foram colhidas, contadas e pesadas.

A análise estatística dos resultados foi feita através do F-teste para a detecção de diferenças significativas entre os tratamentos e suas interações. As comparações entre as médias foram realizadas pelo teste de Duncan-LSMeans a 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produtividade e a porcentagem de colheita de abacaxi no preparo convencional (11,94 t/ha e 52,7%) foram maiores do que no plantio direto (5,67 t/ha e 27,7%), respectivamente (Tabelas 2 e 3).

TABELA 2 - Peso do fruto e produtividade do abacaxi 'Pérola', em função do preparo do solo e de técnicas de plantio (Maquiné-RS, jan./99)

Preparo do Solo	Técnica de plantio		
	Sulco	Chuço	Média
	..... g/fruto - t/ha.....		
Convencional	525 - 12,85	476 - 11,04	500 - 11,94 a
Cultivo em faixas	475 - 8,98	457 - 8, 37	466 - 8,67 ab
Sem preparo	478 - 6,73	435 - 4,61	456 - 5,67 b
Média	493 - 9,52 a	456 - 8,0 a	

Médias (produtividade) seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente (LSMeans-Duncan p< 0,05%). Interação não significativa (p< 0,05%). CV da parcela principal (pp) = 46,4% e CV da subparcela (sp) =23,7%

TABELA 3 - Porcentagem de colheita (nº de frutos colhidos / nº de mudas plantadas x 100) de frutos de abacaxi em função do preparo do solo e de técnicas de plantio (Maquiné-RS, jan./99)

Preparo do Solo	Técnica do plantio		
	Sulco	Chuço	Média
	..... % de colheita		
Convencional	54,8	50,6	52,7 a
Cultivo em faixas	42,3	41,6	41,9 a
Sem preparo	31,9	23,6	27,7 b
Média	43 ,0 a	38,6 a	

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente (LSMeans-Duncan p< 0,05%). Interação não significativa (p< 0,05%). CV pp = 38,6 % e CV sp = 22,8 %

No preparo convencional, provavelmente o rendimento tenha sido maior pelo fato de o revolvimento ter criado condições mais favoráveis ao crescimento de raízes e estabelecimento inicial das mudas, além de a aração destruir pragas do abacaxi como grilos, cupins e formigas que facilitam a disseminação de cochonilhas. No sem preparo, além da possível maior dificuldade oferecida pelo solo ao estabelecimento das mudas, a cobertura (3,1 t/ha), além de não propiciar maior infiltração e retenção de água, que poderiam ser esperados em condições de restrição hídrica (Tabela 1), manteve e criou um ambiente úmido e protegido favorável às pragas, especialmente cochonilhas, cuja ocorrência e disseminação foi visivelmente maior nos preparos não revolvidos e cobertos. Nesses houve maiores restrições ao crescimento do abacaxizeiro, que parece conservar alguns caracteres epífitos de Bromeliaceas (NOBORÚ et al, 1935), como um sistema radicular frágil e sensível aos fatores físicos do meio, o que afeta o número, a extensão e contato das raízes com o solo, podendo comprometer a sustentação, absorção de água e nutrientes e o crescimento das plantas. Em função disso, as plantas chegaram menores ao primeiro inverno, o que reduziu a produtividade e a porcentagem de colheita, pois a porcentagem de indução natural e o tamanho do fruto dependem, essencialmente, da biomassa das plantas por ocasião do estímulo à floração.

Condições ambientais desfavoráveis e grande ocorrência de pragas (cochonilhas), especialmente nos preparos mais conservacionistas, impediram que os frutos, a produtividade e o valor comercial da colheita fossem maiores. Temperaturas entre 21° e 27° C, com precipitação entre 1 000 e 1 500mm, são ideais ao crescimento do abacaxizeiro. Durante o ciclo, apenas quatro meses (dez./97, jan./98, fev./98 e mar./98) apresentaram temperaturas consideradas ideais ao crescimento. A precipitação foi mal distribuída (Tabela 1); choveu em excesso de ago./97 a fev./98 e houve déficit hídrico na maioria dos demais meses, o que, aliado ao grande número de dias de chuva, diminuiu a insolação e o acúmulo de biomassa, pois à cada redução de 20 % na luminosidade corresponde uma diminuição média de 10% no rendimento (RODRIGUES, 1984). Mesmo com estas restrições a colheita foi feita 16 meses após o plantio, tempo bem inferior ao que normalmente decorre nos plantios da região indicando que, sem essas limitações, mesmo em curto período, a produção pode ser bem maior.

Embora tenha havido tendência de a produtividade e a porcentagem de colheita serem maiores nos plantios em sulco, as técnicas de plantio - sulco e chuço - foram estatisticamente iguais (Tabelas 2 e 3). A inexistência de diferenças é desejável sob o ponto de vista prático, pois permite ao agricultor o uso do chuço, não só para fazer os plantios de maneira mais rápida, eficaz e econômica em qualquer preparo, como também usá-lo, principalmente, naquelas situações em que não é possível adotar outra técnica de plantio como: replantios, solos não lavrados e com tocos e pedras.

Não houve efeito do preparo do solo e da técnica de plantio sobre o diâmetro (Tabela 4), comprimento dos frutos (Tabela 5) e comprimento da coroa (Tabela 6). Também não houve diferença para sólidos solúveis totais em grau brix (Tabela 7), cuja média do experimento (14,2) está dentro do desejável, 14 a 16° brix (PY e LOSSOIS, 1962; GIACOMELLI et al, 1979), sendo superior a valores observados, inclusive, em outras regiões: Rio de Janeiro 10,0° (GADELHA et al., 1982), Rio Grande do Sul 13,8° (KIST et al., 1991), Bahia 14,1°

(REINHARDT et al., 1981), Minas Gerais 13,8° (BOTREL et al., 1990) o que é satisfatório, considerando-se as peculiaridades climáticas do RS.

TABELA 4 - Diâmetro dos frutos de abacaxi em função do preparo do solo e de técnicas de plantio (Maquiné-RS, jan./99)

Preparo do solo	Técnica de plantio		Média
	Sulco	Chuço	
	..... cm		
Convencional	8,2	7,9	8,0 a
Cultivo em faixas	8,0	8,0	8,0 a
Sem preparo	8,0	7,9	8,0 a
Média	8,1 a	7,9 a	

Colunas ou linhas seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente (LSMeans-Duncan p< 0,05%). Interação não significativa (p< 0,05%). CV pp = 3,6 % e CV sp = 1,6 %

TABELA 5 - Comprimento dos frutos de abacaxi sem coroa em função do preparo do solo e de técnicas de plantio (Maquiné-RS, jan./99)

Preparo do solo	Técnica de plantio		Média
	Sulco	Chuço	
Convencional	11,9	11,3	11,6 a
Cultivo em faixas	11,5	11,1	11,3 a
Sem preparo	11,8	11,1	11,4 a
Média	11,7 a	11,2 a	

Colunas ou linhas seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente (LSMeans-Duncanp<0,05%). Interação não significativa (p< 0,05%). CV pp = 8,7 % e CV sp = 6,9 %

TABELA 6 - Comprimento da coroa dos frutos de abacaxi em função do preparo do solo e de técnicas de plantio (Maquiné-RS, jan./99)

Preparo do solo	Técnica de plantio		Média
	Sulco	Chuço	
	..... cm		
Convencional	16,3	15,8	16,1 a
Cultivo em faixas	15,5	15,9	15,7 a
Sem preparo	13,4	13,4	13,4 a
Média	15,1 a	15,0 a	

Colunas ou linhas seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente (LSMeans-Duncan p< 0,05%). Interação não significativa (p< 0,05%). CV pp =25,2 % e CV sp=9,9 %

TABELA 7 - Teor de sólidos solúveis totais em grau de brix dos frutos de abacaxi em função do preparo do solo e de técnicas de plantio (Maquiné-RS, jan./99)

Preparo do solo	Técnica de plantio		Média
	Sulco	Chuço	
	..... Grau brix		
Convencional	13,7	14,8	14,2 a
Cultivo em faixas	13,7	14,3	14,0 a
Sem preparo	15,2	13,5	14,3 a
Média	14,2 a	14,2 a	

Colunas ou linhas seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente (LSMeans-Duncan p < 0,05%). CV pp = 7,6 % e CV sp = 3,7 %

O número e a porcentagem de mudas replantadas (Tabela 8), bem como o número e o peso médio de mudas de abacaxizeiro produzidas em função do preparo do solo e das técnicas de plantio (Tabela 9) não foram estatisticamente diferentes. Porém, o número de mudas necessárias para replantar 1 ha com 50 000 abacaxizeiros (convencional = 1 250; cultivo em faixas = 2 300; plantio direto = 4 150; sulco = 2 200; chuço = 2 900), indica tendência de aumento do número de replantes com a redução da mobilização do solo. As plantas produziram poucas mudas (Tabela 9) e isto é reflexo do baixo peso médio dos frutos colhidos (Tabela 2). Retrata o que ocorre nas lavouras do Estado, onde a produtividade baixa (10 629 kg/ha) deve-se à ocorrência de pragas e moléstias, espaçamentos e adubação inadequados. Plantas pequenas produzem frutos pequenos e pouca ou nenhuma muda. Isto pode explicar, em parte, a carência de mudas em quantidade e qualidade na região de cultivo de abacaxi do litoral.

TABELA 8 - Número e % de mudas de abacaxi replantadas aos dois (19/11/97), três (18/12/97) e seis meses após o plantio (4/03/98) em função do preparo do solo e da técnica de plantio (Maquiné - RS)

Preparo do solo	Técnica de plantio			Nº de mudas necessárias para replantar 1ha
	Sulco	Chuço	Total-Média	c/50.000 plantas*
	.....nº - % de mudas replantadas.....			
Convencional	1 - 0,8	5 - 4,2	6 - 2,5 a	1 250
Cultivo em faixas	5 - 4,2	6 - 5, 0	11 - 4,6 a	2 300
Sem preparo	10 - 8,3	10- 8,3	20 - 8,3 a	4 150
Total - Média	16 -4,4 a	21-5,8 a		
	* 2 200	*2 900		

Médias (nº de mudas replantadas) seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente (LSMeans-Duncan p< 0,05%). Interação não significativa (p < 0,05%). CV pp =58,3% e CV sp = 52,4%

TABELA 9 - Número de mudas (filhote) de abacaxizeiro produzidas e peso médio (pm) em função do preparo de solo e de técnicas de plantio (Maquiné-RS, maio /99)

Preparo do solo	Técnica de plantio				Média	
	Sulco		Chuço			
	nº	pm (g)	nº	pm (g)	nº	pm
Convencional	23	102	17	119	20	110 a
Cultivo em faixas	18	89	13	79	15	84 a
Sem preparo	15	90	14	85	14	87 a
Média	19	94 a	15	94 a		

Médias (nº de mudas produzidas) seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente (LSMeans-Duncan p< 0,05%). Interação não significativa (p<0,05%). CV pp = 65,9 % e CV sp= 61,6%

Os plantios conservacionistas tenderam a aumentar o número de replantes e a diminuir o número de mudas produzidas, assemelhando-se ao comportamento da produtividade e porcentagem de colheita, indicando que a influência do preparo sobre essas variáveis foi maior do que aquela exercida pelas técnicas de plantio.

Embora esses procedimentos sejam válidos também para o preparo convencional, os resultados do experimento dão indícios de que, quando o solo não é lavrado (cultivo em faixas ou plantio direto), é ainda mais importante o plantio de mudas grandes, tratadas e plantadas em épocas mais favoráveis ao estabelecimento inicial das mesmas, além de posterior monitoramento e controle de cochonilhas e demais pragas na lavoura.

CONCLUSÕES

A produtividade e a porcentagem de colheita de abacaxi, no preparo convencional, (11,94t/ha e 52,7%) foram maiores do que no plantio direto (5,67 t/ha e 27,7%).

A produtividade e a porcentagem de colheita

nos plantios em sulco e com chuço foram estatisticamente iguais.

O diâmetro, o comprimento dos frutos e da coroa, o teor de sólidos solúveis totais (grau brix) o número de mudas replantadas e o número de mudas produzidas pelo abacaxizeiro não foram afetados pelos tratamentos.

BIBLIOGRAFIA CITADA

BOTREL, N.; SIGUEIRA, D. L.; COUTO, F. A D.; RAMOS, V. H. V. Plantio de abacaxizeiro com cobertura de polietileno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, n.10, p.1483-1488, 1990.

CHOAIRY, A.C. **O abacaxizeiro**. João Pessoa: EMEPA, 1984.

GADELHA, R.S. S.; VASCONCELLOS, H. O ; VIEIRA, A. Efeitos de adubação orgânica sobre o abacaxizeiro 'Pérola' em regossolo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.17, n. 4, p.545-547, 1982.

GIACOMELLI, E.J.; PY, C; LOSSOIS, P. 1979. Estudo sobre a época de produção para o abacaxizeiro 'Cayenne' no planalto paulista. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 5., 1979, Pelotas. **Anais...** Pelotas: SBF, 1984. V.2, p.499-51.

KIST, H. G. K.; MÂNICA, I. ; GAMA, F.S. N. ; ACCORSI, M.R. Influência de densidade de plantio do abacaxi cv. Smooth Cayenne. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.3, p.325-330, 1991.

KÖEPPEN, W. **Climatologia.** México: Fondo de Cultura Económica, 1948. 448p.

LAL, R. No-tillage effects on soil properties and maize (Zea mays L.) production in Western Nigéria. **Plant and soil**, Amsterdam, v.40, p.321-331, 1974.

LEVIEN, R.; COGO, N. P..; ROCKENBACH, C.A. Erosão na cultura do milho em diferentes sistemas de cultivo anterior e métodos de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, n.14, p.73-80, 1990.

MODEL, N.S. **Rendimento de milho e aveia e propriedades do solo relacionados ao modo de aplicação de fósforo e potássio e técnicas de preparo do solo.** Porto Alegre: UFRGS, 1990. 115p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia, UFRGS. 1990.

MODEL, N. S. Rentabilidade da cultura do abacaxizeiro cultivado no Rio Grande do Sul sob diferentes níveis tecnológicos. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.5, n.2, p. 217 - 228, 1999.

NOBURÚ, I.; NIGHTINGALE, G.T., CLARK, H.E. Effects of aeration on pineapple roots. **Pineapple Quartely**, v.5, p.229-233, 1935.

PY, C.; LOSSOIS, P. Previsions de récolte en culture d'ananas (11): étude de correlations. **Fruits**, Paris, v.17, n.2, p.75-87, 1962.

REINHARDT, D.H.R.C.; SANCHES, N.F.; CUNHA, G.A.P. da. Métodos de controle de ervas daninhas na cultura do abacaxixeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.16, n.5, p.719-24, 1981.

RODRIGUES, A.E. C. Cultura do abacaxi. In: CARTILHA DO AGRICULTOR. Porto Alegre: SAA, 1984. p.65-86.

RENTABILIDADE DA CULTURA DO ABACAXIZEIRO CULTIVADO NO RIO GRANDE DO SUL SOB DIFERENTES NÍVEIS TECNOLÓGICOS

NELSON SEBASTIÃO MODEL[1]

RESUMO – Objetivando dar subsídios para o produtor planejar melhor a lavoura, estimou-se a rentabilidade (receita bruta menos os custos) da cultura do abacaxizeiro, cultivar Pérola, plantada no Rio Grande do Sul, estabelecendo-se populações de 50 000, 40 000 e 30 000 plantas/ha e 40 000, 30 000 e 21 000 frutos vendidos, para os níveis tecnológicos alto, médio e baixo, respectivamente. Dividiu-se os frutos em classes de tamanho (< 0,6 ; 0,6 - 0,8; 0,8 - 1,0 e >1,0 kg) e preço (R$ 0,35; 0,45; 0,55 e 0,65) e estimou-se a receita multiplicando o número de frutos pela porcentagem, dentro de cada classe e pelo preço. Para estimar os custos de produção, foram consideradas as seguintes despesas: operações mecanizadas, operações manuais, insumos, materiais e equipamentos, arrendamento, juros e depreciação de materiais e equipamentos. O custo usado é a média cobrada pelas agropecuárias da região em agosto/1999 e o preço dos frutos, a média paga aos abacaxicultores pelos frutos entregues na lavoura, nas safras de 1997, 1998 e 1999. A receita bruta oriunda da venda dos frutos foi de R$ 23 200,00, R$ 15 000,00 e R$ 8820,00 para um custo de produção de R$ 10 061,16; R$ 8181,80 e R$ 5999,77, com margem líquida de R$ 13 139,00, R$ 6618,00 e R$ 2820,00, e taxas de retorno de 130%, 83% e 47%, para os níveis tecnológicos alto, médio e baixo, respectivamente. No nível tecnológico médio, mudas, juros, operações manuais, fertilizantes, materiais e equipamentos, herbicidas, arrendamento, depreciação, operações mecanizadas, indutor e surfactante e inseticidas representam, nesta ordem, 41, 18, 13, 8, 5, 5, 4, 2, 2, 1 e 1% do custo total da lavoura. Apesar de o investimento e o risco serem grandes, a cultura do abacaxizeiro apresenta alta rentabilidade, quando cultivado no nível tecnológico alto.

Palavras- chave: *Ananas comosus*, economia da produção.

PROFIT OF PINEAPPLE GROWN IN RIO GRANDE DO SUL UNDER DIFFERENT LEVELS OF TECHNOLOGY

ABSTRACT - The estimate of pineapple profit (total income/costs) helps the producer to better plan the crop. An experiment was established with pineapple 'Perola', grown in Rio Grande do Sul, under high, medium, and low levels of technology, using three population densities (50 000, 40 000, and 30 000 plants/ha), with a total of 40 000, 30 000, and 21 000 fruits sold, respectively. The fruits were classified according to their weight (< 0.6 kg; 0.6-0.8 kg; 0.8-1 kg; > 1 kg), and price (R$ 0.35; R$ 0.45; R$ 0.55; R$ 0.65). The income was estimated considering the total number of fruits in each class and the price per unit. To estimate production costs, the following expenses were considered: mechanical operations, manual operations, inputs, materials and equipments, leasing, interests, and devaluation of the equipments. The cost comprised the average princes of the local market in August 1999, and the fruit price was the average paid to the growers in 1997, 1998, and 1999.The total income from fruit sale was R$ 23,200.00, R$ 15,000.00, and R$ 8,820.00, for an estimated production cost of R$ 10,061.16, R$ 8,181.80, and R$ 5,999.77, with a net income of R$13,139.00, R$6,618.00 and R$2,820.00 (US$1.00 = R$1.88 in 08/16/99), resulting in return taxes around 130%, 83%, and 47% for the respective technological levels: high, medium and low. Under the medium technology, the seedlings, interests, manual operations, fertilizers, materials and equipments, herbicides, leasing, devaluation, mechanical operations, inductors and surfactants, as well as insecticides had the following percentages of the total cost of the crop, in this order: 41, 18, 13, 8, 5, 5, 4, 2, 2, 1 and 1. Regardless of the risk and the high costs, pineapple culture may have a high profit when cultivated under a high technological level.

Key words: *Ananas comosus*, production economy.

1. Eng. Agr., M.Sc.- FEPAGRO, Secretaria da Ciência e Tecnologia, Rua Gonçalves Dias 570, 90130-060 Porto Alegre, RS.
Recebido para publicação em 19/08/1999.

INTRODUÇÃO

A área plantada e a produção de abacaxi tem aumentado no Brasil, assumindo grande importância na fruticultura e economia nacionais, conforme os dados da Tabela 1.

O Brasil é o quarto maior produtor mundial de abacaxi e possuí amplas possibilidades de aumentar a produção e as quantidades exportadas (CUNHA, 1994). Apesar disso, a produtividade tem-se mantido constante (21 t/ha) e no Rio Grande do Sul também, porém muito mais baixa (10,6 t/ha). Pragas, doenças, espaçamentos e adubações inadequadas são os principais responsáveis pela produção de frutos pequenos e baixa produtividade no Estado (REINHARDT, 1981).

TABELA 1 - Evolução anual da área plantada, produção e produtividade da cultura do abacaxizeiro no Brasil

Ano	Área Plantada (ha)	Produção (t)	Produtividade (t/ha)
1990	33 000	736 000	22,3
1991	36 000	794 000	20,0
1992	37 000	826 000	22,3
1993	40 000	835 000	21,0
1994	44 000	974 000	22,1
1995	45 000	974 000	21,6

Adaptado de IBGE, 1994

Em 1988, o Rio Grande do Sul produziu 4921 t de abacaxi, insuficientes para abastecer o mercado gaúcho (KIST et al. 1991). Somente através da CEASA-RS, foram comercializadas 10 378 t de frutos, sendo 94% provenientes de Minas Gerais e Paraíba e, no mesmo ano, a indústria de conservas precisou importar mais 2200 t.

Estes dados demonstram a necessidade de expansão da cultura no Estado. Isto é desejável não só para atender à demanda interna do Rio Grande do Sul, sem recorrer às importações de outros estados, mas também por ser uma cultura de grande importância social, por gerar empregos, receita e distribuir renda no meio rural. Para aumentar a área plantada, a produção e a produtividade torna-se necessário, além de mais pesquisa para aprimorar técnicas de cultivo e manejo, conhecimento mais detalhado da rentabilidade da cultura.

TAKAGUI et al. (1996) calcularam o custo de produção para o cv. Cayenne cultivado na região de Guaraçaí, SP. Consideraram 20 000 mudas plantadas e 20 000 frutos/ha colhidos, com 1,5 kg cada (30 t/ha). A receita bruta estimada foi R$ 8400,00 para um custo de produção de R$ 5139,29/ ha e taxa de retorno de 63%. O trabalho acima referido foi feito para um sistema de produção e um nível tecnológico padrões, normalmente adotados pelos produtores daquele estado. No Rio Grande do Sul, as condições de clima, solo, manejo, tecnologia e expectativa de produção são muito diferentes, e o custo de produção das lavouras deve ser calculado levando em conta estas peculiaridades locais.

No Estado são cultivados, anualmente, em torno de 450 ha com abacaxizeiros. Isto representa apenas 1% da área plantada no Brasil, mas se considerarmos a receita bruta/ha, oriunda da venda de frutos, calculada neste trabalho para o nível tecnológico médio, esta cultura gera R$ 6 750 000,00 (seis milhões setecentos e cinqüenta mil reais) de receita.

O objetivo deste trabalho foi conhecer, calcular e detalhar a receita bruta, os custos de produção e a rentabilidade da cultura do abacaxizeiro nos níveis tecnológicos alto, médio e baixo, para que o produtor possa planejar melhor a lavoura e aumentar a produção, a produtividade e o lucro.

MATERIAL E MÉTODOS

Ao contrário de outras regiões de cultivo de abacaxi do país, no Rio Grande do Sul, em função da escassa pesquisa regionalizada, feita para produtores com pouca informação e baixo poder aquisitivo, estabelecidos em pequenas propriedades,

o abacaxizeiro é cultivado em vários níveis tecnológicos. A caracterização de um deles não representa, com fidelidade, os sistemas de produção e a tecnologia usados nas lavouras gaúchas. Para retratá-los melhor e permitir que o custo de produção calculado se aproxime o máximo possível dos valores realmente gastos pelos produtores, os cultivos, reais ou potenciais, foram divididos em níveis tecnológicos alto, médio e baixo. Não é uma divisão estanque e é possível que lavouras inseridas em um deles apresentem algumas características de outro. Porém, o que determina o enquadramento é o somatório das eficiências parciais dos fatores e características que lhe são próprios e que, direta ou indiretamente, afetam a produtividade.

O nível tecnológico alto é aquele onde as condições de ambiente, de solo e manejo maximizam a eficiência dos fatores de produção, conforme descrito no Quadro 1.

No nível tecnológico médio, a população de plantas e os fatores de ambiente, solo e manejo são melhores do que no baixo, mas deixam a desejar em relação ao nível tecnológico alto (Quadro 2).
O nível tecnológico baixo representa grande parte dos produtores do litoral norte do Rio Grande do Sul. Restrições do meio, pragas, doenças, espaçamentos e adubação inadequados produzem frutos pequenos e baixo rendimento (Quadro 3).

Caracterizados os três níveis tecnológicos e fixadas populações de 50 000, 40 000 e 30 000 plantas/ha, calculou-se a previsão de receita para os níveis tecnológicos alto, médio e baixo, respectivamente (Quadro 4). A população de plantas, para o nível tecnológico alto, é aquela que mais se aproxima do recomendado, quando o ambiente e a tecnologia usada permitem maximizar a eficiência dos fatores de produção. A população adotada para o nível tecnológico baixo é usada por grande parcela dos abacaxicultores do litoral norte do Estado.

Os índices de colheita e venda, de 80, 75 e 70%, para os níveis tecnológicos alto, médio e baixo, representam a razão entre o número de frutos vendidos e o número de mudas plantadas. São decrescentes, porque as perdas (replantes, frutos broqueados e queimados pelo sol, injúrias de colheita, transporte e roubos) aumentam com a redução do nível tecnológico adotado. O peso do fruto é reflexo do nível tecnológico e foi dividido em classes para facilitar o estabelecimento dos preços recebidos pelos abacaxicultores, variáveis conforme o tamanho. Os valores usados no cálculo foram obtidos de produtores da região de Torres e Terra de Areia. São médias dos preços por eles recebidos pela venda e entrega dos frutos na lavoura, nas colheitas de verão dos anos de 1997, 1998 e 1999.

QUADRO 1 - Caracterização do nível tecnológico alto

- Alta população de plantas: 50 000/ha, todas induzidas artificialmente.
- Produtividade esperada para a primeira safra, aos 18 meses: 36,6 t/ha.
- Lavoura de fácil acesso com água em pontos estratégicos.
- Nenhuma restrição ambiental: zona preferencial.
- Excelente preparo de solo (uma aração e duas gradagens).
- Solos profundos, planos e bem drenados.
- Alta capacidade de retenção de cátions (CTC) e umidade.
- Teores de argila entre 15 e 35% e teores de matéria orgânica > 3 %.
- Monitoramento da fertilidade do solo através de análises anuais.
- Manejo da cobertura do solo para maximizar infiltração e armazenamento de água.
- Eficiente controle de erosão.
- Adubação com macro e micronutrientes feita em quantidades (9-3-12 g/planta de N, P_2O_5, K_2O), proporções, fontes, parcelamento e épocas indicadas.
- Eficiente controle de plantas daninhas através de mistura de tanque de herbicidas pré e pós-emergentes, aplicados nas doses e épocas indicadas.
- Eficiente controle de pragas (broca do colo, broca do fruto e cochonilha) e doenças (fusariose). Uso de defensivos indicados nas doses e épocas apropriadas.
- Coleta seletiva de mudas, com tamanho, coloração, maturação e consistência desejáveis. Tratamento e plantio das mudas em épocas que permitam reduzir o ciclo da cultura e colheita em períodos de preços favoráveis.
- Proteção dos frutos (sol) na lavoura e transporte de frutos classificados em caixas

QUADRO 2 - Caracterização do nível tecnológico médio

- Média população de plantas : 40 000/ha, parte delas induzidas artificialmente.
- Produtividade esperada para a primeira safra aos 24 meses: 24 t/ha.
- Lavouras de razoável acesso.
- Algumas restrições ambientais: geadas, ventos.
- Bom preparo de solo: arações e gradagens.
- Solos de média profundidade com até 7% de declividade.
- Média capacidade de retenção de cátions (CTC) e umidade.
- Teores de argila < 15 ou > 35 % e matéria orgânica entre 2 e 3%.
- Análise do solo esporádica.
- Média eficiência no manejo do solo quanto à infiltração e armazenamento de água.
- Bom controle de erosão.
- Adubações feitas com macronutrientes em quantidades, proporções, fontes, épocas e parcelamentos que deixam a desejar
- Média eficiência nos controles de pragas e plantas daninhas.
- Eventual tratamento de mudas de tamanho, coloração, maturidade, idade e aspectos sanitários não ideais.
- Proteção de frutos (sol) na lavoura, classificação e transporte em caixas, eventuais.

QUADRO 3 - Caracterização do nível tecnológico baixo

- Baixa população de plantas: 30 000/ha, todas induzidas naturalmente.
- Produtividade esperada para a primeira safra, aos 30 meses: 14,4 t/ha.
- Lavoura de difícil acesso sem fonte de água próxima.
- Sérias restrições ambientais: geadas freqüentes e ventos fortes e constantes.
- Preparo de solo inadequado: solo oferece resistência a penetração de raízes e/ou facilita o desenvolvimento de pragas.
- Solos rasos com declividade superior a 7%. Presença de tocos e pedras. Riscos de erosão, com perda de solo, água e adubo e tombamento de plantas.
- Baixa capacidade de troca de cátions (CTC) e retenção de umidade.
- Solos arenosos com baixo teor de argila e teor de matéria orgânica < 2%.
- Ausência de monitoramento da fertilidade através de análises de solo.
- Adubações em doses, proporções, fontes, épocas e parcelamentos inadequados.
- Manejo do solo resultando em baixa infiltração e armazenamento de água.
- Ausência ou deficiente controle de pragas (broca do fruto, broca do colo e cochonilhas) e doenças (fusariose). Uso de defensivos em doses e épocas inadequadas.
- Deficiente controle de plantas daninhas; competição das mesmas e capinas que prejudicam as raízes.
- Plantio de mudas em mau estado fitossanitário, não selecionadas e não tratadas.
- Frutos desprotegidos do sol durante a maturação e transportados inadequadamente.
- Plantios em épocas desfavoráveis. Ciclo longo e colheita em épocas com preços baixos.

QUADRO 4 - Previsão de receita e produtividade esperada para os três níveis tecnológicos caracterizados (agosto/1999)

		Alto	Médio	Baixo
1. População de plantas		50 000	40 000	30 000
2. Índice de colheita e venda		80%	75%	70%
3. Número de frutos vendidos		40 000	30 000	21 000
4. Preço do fruto e percentual dentro de cada classe				
	Classe	(%)	(%)	(%)	Fruto (RS)[1]
	> 1,0 kg	50	27	5	0,65
	0,8 - 1,0 kg	35	23	10	0,55
	0,6 - 0,8 kg	10	23	35	0,45
	< 0,6 kg	5	27	50	0,35

5. Previsão de receita para o nível tecnológico ALTO
   40 000 x 0,50 x 0,65 = 13 000
   40 000 x 0,35 x 0,55 = 7 700
   40 000 x 0,10 x 0,45 = 1 800
   40 000 x 0,05 x 0,35 = 700
   R$ = 23 200,00

6. Previsão de receita para o nível tecnológico MÉDIO
   30 000 x 0,27 x 0,65 = 5 265
   30 000 x 0,23 x 0,55 = 3 795
   30 000 x 0,23 x 0,45 = 3 105
   30 000 x 0,27 x 0,35 = 2 835
   R$ = 15 000,00

7. Previsão de receita para o nível tecnológico BAIXO
   21 000 x 0,05 x 0,65 = 682,50
   21 000 x 0,10 x 0,55 = 1 155,00
   21 000 x 0,35 x 0,45 = 3 307,50
   21 000 x 0,50 x 0,35 = 3 675,00
   R$ = 8 820,00

8. Produtividade esperada (t/ha)

ALTO	MÉDIO	BAIXO
40000 x 0,50 x 1,0kg = 20 000	30000 x 0,27 x 1,0kg = 8 100	21 000 x 0,05 x 1,0kg = 1 050
40000 x 0,35 x 0,9kg = 12 600	30000 x 0,23 x 0,9kg = 6 210	21 000 x 0,10 x 0,9kg = 1 890
40000 x 0,10 x 0,7kg = 2 800	30000 x 0,23 x 0,7kg = 4 830	21 000 x 0,35 x 0,7kg = 5 145
40000 x 0,05 x 0,6 kg = 1 200	30000 x 0,27 x 0,6 kg = 4 860	21 000 x 0,50 x 0,6 kg = 6 300
36,6	**24,0**	**14,4**

[1] Preços médios pagos aos abacaxicultores do litoral norte do RS nas safras de 1997, 1998 e 1999

Para a estimativa do custo do item 1. Operações mecanizadas (Tabelas 2 a 4), levou-se em conta que os abacaxicultores da região, predominantemente pequenos, não possuem máquinas e a maioria contrata serviços de terceiros (Homem-Máquina/hora) para o preparo do solo e transporte de mudas, nos níveis tecnológicos alto e médio. No nível tecnológico baixo, devido ao relevo acidentado e à presença de tocos e pedras, normalmente, é adotado o plantio direto. Para o transporte de mudas (1.5), considerou-se tempo e custo proporcionais à quantidade a ser transportada.

No item 2. Operações manuais, incluiu-se tratos culturais, que em outros estados são feitos de forma mecanizada, mas que no Rio Grande do Sul, devido ao relevo e tamanho das propriedades, são feitos manualmente. Para o cálculo do custo foi considerado o número de dias que levaria um operário (Homem/Dia) para executar a operação especificada e multiplicou-se pelo preço médio cobrado na região (R$ 15,00) . Depois de estabelecidos os coeficientes técnicos para o nível tecnológico alto, calculou-se os demais levando-se em conta que o tempo e o custo dos ítens 2.2 Tratamento de mudas, 2.3 Sulcamento e chuçagem, 2.4 Plantio e 2.5 Adubações de cobertura, nos níveis médio e baixo, são menores porque serão usadas menos mudas e adubo, e menor será o número de tratamentos fitossanitários.

Para o ítem 2.1 Adubação fosfatada, calculou-se o tempo e o custo para o nível tecnológico alto. Para os níveis médio e baixo foram adotados tempo e custo de 60 e 30%, respectivamente, proporcionais à quantidade de adubo a ser colocado. Para o ítem 2.2 Tratamento de mudas, o tempo gasto foi proporcional ao número de mudas a serem tratadas. No nível tecnológico médio, o custo foi de 80% daquele gasto no nível alto, e no baixo, este item não foi considerado.

No item 3. Insumos, para o cálculo de mudas (3.1) a serem adquiridas, foram usadas quantidades próprias de cada sistema (50 000, 40 000 e 30 000) para os níveis alto, médio e baixo, respectivamente, acrescidas de 5% para os replantes. No item 3.2 Fertilizantes, no nível tecnológico alto, para nitrogênio e potássio, usou-se como referência as quantidades de: 437 kg de K_2O, 353 kg de N e 40 kg de P_2O_5) imobilizadas na biomassa de 50 000 plantas/ha (MODEL e SANDER,1997). Para o fósforo, as quantidades recomendadas para o Estado de São Paulo: 9-3-12 g/planta de N, P_2O_5 e KCl (GIACOMELLI, 1985). Para os níveis médio e baixo, onde a população de plantas é menor, usou-se, respectivamente, 60 e 30% das quantidades de N, P_2O_5 e K_2O e calcário, recomendadas para o nível alto. Para fornecer, também, enxofre à cultura, usou-se metade do fósforo, na forma de SFS e o resto como SFT.

Para o cálculo das quantidades do item 3.3.2 Herbicidas, considerou-se ciclos de 18, 24 e 30 meses para os níveis alto, médio e baixo, respectivamente. Nos níveis tecnológicos alto e médio, dividiu-se o ciclo da cultura pelo intervalo médio de quatro meses entre aplicações (REINHARTD, 1981; DURIGAN, 1982). Esta periodicidade também mostrou-se eficiente para controlar plantas daninhas em experimento instalado em Maquiné-RS (MODEL e SANDER, 1999). São necessárias 4,5 aplicações no nível tecnológico alto, e 6 no nível tecnológico médio. Como a dose dos pré-emergentes recomendados (COMPÊNDIO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS, 1996) é de 4 l do produto comercial/ha, são necessários 18 l, no alto e 24 l, no médio. Como nem sempre os pré-emergentes controlam com a eficiência requerida, são necessárias duas aplicações de pós-emergentes para controlar as plantas daninhas que se desenvolverem. Para o nível tecnológico baixo, considerou-se que o controle de plantas daninhas será, predominantemente, através de capina manual, e os gastos com herbicidas de 30% daquele gasto no nível alto, pois mesmo sendo eventual esta forma de controle, o dispêndio é um pouco maior devido ao ciclo de 30 meses.

Para o cálculo do item 3.3.2 Inseticidas, considerou-se que são necessárias, além do tratamento de mudas, três pulverizações para controle da broca do colo, ácaros e cochonilhas e quatro para o controle da broca do fruto. Nos níveis tecnológicos médio e baixo, em função da menor tecnologia usada, menor será o número de mudas a serem plantadas e tratadas, e menor o número de tratamentos fitossanitários feitos. As quantidades de inseticidas usadas foram, respectivamente, de 60 e 30% daquela usada no nível alto.

No item 4. Materiais e equipamentos, foi estabelecida a quantidade de unidades necessárias para o nível tecnológico alto e, a partir deste, quantidades menores para os demais, devido ao menor número de plantas.

No item 3.4 Outros, para o cálculo da quantidade de indutor, foi usada a recomendação de 1 litro do produto comercial Ethrel para induzir 16 000 plantas (COMPÊNDIO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS, 1996). No nível tecnológico médio foi considerado que somente 60% das plantas estarão aptas a serem induzidas artificialmente, e no baixo toda indução será natural.

Para o cálculo do item 5. Arrendamento, foi considerado gasto de R$ 150,00/ha/ano, ou R$ 12,50 ao mês. Para o item 6. Juros, usou-se a fórmula $M = C(1+i)^n$ onde M = montante, C = capital, i = taxa e n = prazo. Como as despesas vão sendo feitas ao longo do ciclo da cultura, tomou-se como capital (C) metade do custo total dos demais ítens para cada nível tecnológico, em prazos (n) correspondentes ao ciclo em cada nível (18, 24 e 30 meses), a juros compostos em taxa (i) de 1,5% ao mês, valores aproximados ao juro cobrado dos produtores nos financiamentos concedidos pelo PRONAF. Para o item 7. Depreciação de materiais e equipamentos, dividiu-se o preço de cada item pela duração média estimada de cada um (5, 3, 10, 4, 4, 10, 10, 10, 3 e 4 anos, para os ítens 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4,5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9 e 4.10, respectivamente) e multiplicou-se pelo período de uso (anos) correspondente ao ciclo da cultura x quantidade daquele item. Ex: item 4.1= 85/ 5 anos x 1,5 anos x 2 = R$ 51,00.

A remuneração dos fatores de produção (terra, capital e empresário), não foram consideradas neste trabalho. A rentabilidade (lucro ou margem líquida), aqui referida, é a diferença entre a receita bruta oriunda da venda dos frutos, menos os custos de produção por hectare. A taxa de retorno resulta da divisão da receita bruta pelo custo e significa o retorno percentual por unidade de capital investido.

TABELA 2 - Estimativa do custo de produção de 1 ha com 50 000 abacaxizeiros, cv. Pérola, cultivados no Rio Grande do Sul até a colheita, aos 18 meses, para o nível tecnológico médio (agosto/1999)

Especificações	Unidade	Quantidade	Custo unitário	Custo total-R$
1. OPERAÇÕES MECANIZADAS				
1.1 Roçada e limpeza	HM/h[1]	2	25,00	50,00
1.2 Aração	HM/h	2	25,00	50,00
1.3 Gradagem (2)	HM/h	1,5	25,00	37,50
1.4 Terraceamento	HM/h	3	25,00	75,00
1..5 Transporte de mudas	HM/h	2	25,00	50,00
Subtotal				**262,50**
2. OPERAÇÕES MANUAIS				
2.1 Adubação fosfatada	HD[2]	1	15,00	15,00
2.2 Tratamento de mudas	HD	14	15,00	210,00
2.3 Sulcamento e chuçagem	HD	16	15,00	240,00
2.4 Plantio	HD	10	15,00	150,00
2.5 Adubações de cobertura	HD	10	15,00	150,00
2.6 Capinas manuais	HD	1	15,00	15,00
2.7 Aplicação de herbicidas	HD	6	15,00	90,00
2.8 Pulveriz./controle de pragas	HD	12	15,00	180,00
2.9 Indução ao florescimento	HD	2	15,00	30,00
2.10 Colheita e transporte	HD	16	15,00	240,00
Subtotal				**1 320,00**
3. INSUMOS				
3.1 Mudas	muda	52 500	0,08	4 200,00
3.2 Fertilizantes - Uréia	t	0,784	334,00	261,85
- SFT-SFS	t	0,174-0,375	610,00-310,00	222,39
- KCL	t	0,728	510,00	371,28
- Calcário	t	2	86,00	172,00
3.3 Defensivos				
3.3.1 Herbicidas - Glifosato	l	12	12,00	144,00
- Simazine	l	6	10,00	60,00
- Atrasine	l	6	10,00	60,00
- Diuron	l	6	10,00	60,00
3.3.2 Inseticidas - Thiofanate	l	2	20,00	40,00
- Kilval	l	2	34,00	68,00
- Folidol	l	2	24,00	48,00
- Dipterex	l	1	17,00	17,00
3.4 Outros - Ethrel	l	3,125	54,60	170,62
- Agral	l	2	4,20	8,40
				5 903,54
4. MAT. E EQUIPAMENTOS				
4.1 Pulverizadores costais	pulverizador	2	85,00	170,00
4.2 Conj.(macacão,botas,luvas)	conjunto	1	75,00	75,00
4.3 Caixas d água – 250 l	caixa	2	38,00	76,00
4.4 Caixas/acondicionar frutos	caixa	200	1,50	300,00
4.5 Balaios	balaio	2	20,00	40,00
4.6 Foice	foice	1	5,00	5,00
4.7 Enxada	enxada	1	7,00	7,00
4.8 Facão	facão	1	7,00	7,00
4.9 Luvas de proteção	par	3	7,00	21,00
4.10 Lonas/tapar frutos/adubo	lona	2	25,00	50,00
Subtotal				**751,00**
5. ARRENDAMENTO	mês	18	150,00ha-ano	**225,00**
6. JUROS	mês	18	4 361,00	**1 340,12**
7. DEPREC. MAT. E EQUIPAM.	mês	18		**259,00**
CUSTO TOTAL				**10 061,16**

[1]HM/h = Homem Máquina/hora [2]HD = Homem Dia

TABELA 3 - Estimativa do custo de produção de 1 ha com 50 000 abacaxizeiros, cv. Pérola, cultivados no Rio Grande do Sul até a colheita, aos 24 meses, para o nível tecnológico médio (agosto/1999)

Especificações		Unidade	Quantidade	Custo unitário	Custo total-R$
1. OPERAÇÕES MECANIZADAS					
1.1 Roçada e limpeza		HM/h[1]	2	25,00	50,00
1.2 Aração		HM/h	2	25,00	50,00
1.3 Gradagem		HM/h	1,5	25,00	37,50
1.4 Terraceamento		HM/h	....	.....	.....
1..5 Transporte de mudas		HM/h	1,6	25,00	40,00
Subtotal					**177,50**
2. OPERAÇÕES MANUAIS					
2.1 Adubação fosfatada		HD[2]	0,6	15,00	9,00
2.2 Tratamento de mudas		HD	11,2	15,00	168,00
2.3 Sulcamento e chuçagem		HD	12,8	15,00	192,00
2.4 Plantio		HD	8	15,00	120,00
2.5 Adubações de cobertura		HD	8	15,00	120,00
2.6 Capinas manuais		HD	0,8	15,00	12,00
2.7 Aplicação de herbicida		HD	6	15,00	90,00
2.8 Pulveriz./controle de pragas		HD	9,6	15,00	144,00
2.9 Indução ao florescimento		HD	1,2	15,00	18,00
2.10 Colheita e transporte		HD	12	15,00	180,00
Subtotal					**1 053,00**
3. INSUMOS					
3.1 Mudas		muda	42 000	0,08	3 360,00
3.2 Fertilizantes	- Uréia	t	0,470	334,00	156,98
	- SFT-SFS	t	0,104-0,225	610,00-310,00	133,19
	- KCL	t	0,437	510,00	222,87
	- Calcário	t	1,2	86,00	103,20
3.3 Defensivos					
3.3.1 Herbicidas	- Glifosato	l	16	12,00	192,00
	- Simazine	l	8	10,00	80,00
	- Atrasine	l	8	10,00	80,00
	- Diuron	l	8	10,00	80,00
3.3.2 Inseticidas	- Kilval	l	1,2	34,00	40,80
	- Folidol	l	1,2	24,00	28,8
	- Dipterex	l	0,6	17,00	10,20
3.4 Outros	- Ethrel	l	1,50	54,60	81,90
	- Agral	l	1,6	4,20	6,72
Subtotal					**4 576,66**
4. MAT. E EQUIPAMENTOS					
4.1 Pulverizadores costais		pulverizador	1	85,00	85,00
4.2 Conj.(macacão,botas,luvas)		conjunto	1	75,00	75,00
4.3 Caixas d água – 250 l		caixa	1	38,00	38,00
4.4 Caixas/acondicionar frutos		caixa	100	1,50	150,00
4.5 Balaios		balaio	1	20,00	20,00
4.6 Foice		foice	1	5,00	5,00
4.7 Enxada		enxada	1	7,00	7,00
4.8 Facão		facão	1	7,00	7,00
4.9 Luvas de proteção		par	2	7,00	14,00
4.10 Lonas/tapar frutos/adubo		lona	1	25,00	25,00
Subtotal					**426,00**
5. ARRENDAMENTO		mês	24	150,00ha-ano	**300,00**
6. JUROS		mês	24	3 342,99	**1 446,41**
7. DEPREC. MAT. E EQUIPAM.		mês	24		**202,23**
CUSTO TOTAL					**8 181,80**

[1]HM/h = Homem Máquina/hora [2]HD = Homem Dia

TABELA 4 - Estimativa do custo de produção de 1 ha com 50 000 abacaxizeiros, cv. Pérola, cultivados no Rio Grande do Sul até a colheita, aos 30 meses, para o nível tecnológico baixo (agosto/1999).

Especificações		Unidade	Quantidade	Custo unitário	Custo total-R$
1. OPERAÇÕES MECANIZADAS					
1.1 Roçada e limpeza		HM/h[1]	5	15,00	75,00
1.2 Aração		HM/h	...	.....	.....
1.3 Gradagem		HM/h	...	.....	.....
1.4 Terraceamento		HM/h	....	.....	.....
1..5 Transporte de mudas		HM/h	1,2	15,00	18,00
Subtotal					**93,00**
2. OPERAÇÕES MANUAIS					
2.1 Adubação fosfatada		HD[2]	0,3	15,00	4,50
2.2 Tratamento de mudas		HD	....	.....	.....
2.3 Sulcamento e chuçagem		HD	9,6	15,00	144,00
2.4 Plantio		HD	6	15,00	90,00
2.5 Adubações de cobertura		HD	3	15,00	45,00
2.6 Capinas manuais		HD	35	15,00	525,00
2.7 Aplicação de herbicidas		HD	1,8	15,00	27,00
2.8 Pulv. para controle de pragas		HD	4	15,00	60,00
2.9 Indução ao florescimento		HD	....	.....	.....
2.10 Colheita e transporte		HD	8,0	15,00	120,00
Subtotal					**1 015,50**
3. INSUMOS					
3.1 Mudas		muda	31 500	0,08	2 520,00
3.2 Fertilizantes	- Uréia	t	0,235	334,00	78,49
	- SFT-SFS	t	0,052-0,112	610,00-310,00	66,44
	- KCL	t	0,218	510,00	111,18
	- Calcário	t	0,600	86,00	51,60
3.3 Defensivos					
3.3.1 Herbicidas	- Glifosato	l	3,6	12,00	43,20
	- Simazine	l	1,8	10,00	18,00
	- Atrasine	l	1,8	10,00	18,00
	- Diuron	l	1,8	10,00	18,00
3.3.2 Inseticidas	- Kilval	l	1	34,00	34,00
	- Folidol	l	1	24,00	24,00
	- Dipterex	l	1	17,00	17,00
3.4 Outros	- Ethrel	l	.....	.....	.....
	- Agral	l	1	4,20	4,20
Subtotal					**3 004,11**
4. MAT. E EQUIPAMENTOS					
4.1 Pulverizadores costais		pulverizador	1	85,00	85,00
4.2 Conj.(macacão,botas,luvas)		conjunto	.....	.....	.....
4.3 Caixas d água – 250 l		caixa	.....	.....	.....
4.4 Caixas para acond. Frutos		caixa	.....	.....	.....
4.5 Balaios		balaio	1	20,00	20,00
4.6 Foice		foice	1	5,00	5,00
4.7 Enxada		enxada	1	5,00	5,00
4.8 Facão		facão	1	7,00	7,00
4.9 Luvas de proteção		par	1	7,00	7,00
4.10 Lonas p/tapar frutos/adubo		lona	.....	.....	.....
Subtotal					**129,00**
5. ARRENDAMENTO		mês	30	150,00ha-ano	375,00
6. JUROS		mês	30	2 355,05	**1 318,08**
7. DEPREC. MAT. E EQUIPAM.		mês	30		**65,08**
CUSTO TOTAL					**5 999,77**

[1]HM/h = Homem Máquina/hora [2]HD = Homem Dia

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A receita bruta, oriunda da venda dos frutos colhidos, foi de R$ 23 200,00, R$ 15 000,00 e R$ 8820,00 (Quadro 4), para um custo de produção de R$ 10 061,16 (Tabela 2), R$ 8181,80 (Tabela 3) e R$ 5999,77 (Tabela 4), resultando em lucro ou margem líquida de R$ 13 139,00; R$ 6618,00; R$ 2820,00 e taxas de retorno de 130%, 83% e 47%, para os níveis tecnológicos alto, médio e baixo, respectivamente, conforme resumido na Tabela 5.

TABELA 5 - Receita bruta, custo, lucro e taxa de retorno para a cultura do abacaxizeiro cultivado no RS sob diferentes níveis tecnológicos.

	Nível Tecnológico		
	ALTO	MÉDIO	BAIXO
Receita bruta (R$)	23 200	15 000	8 820
Custo (R$)	10 061	8 182	6 000
Lucro-margem líquida	13 139	6 818	2 820
Taxa de retorno (%)	130 %	83%	47%

Na Tabela 6 está especificada (em ordem decrescente, para o nível tecnológico médio), a participação relativa de cada item dentro do custo total, para os três níveis tecnológicos considerados.

No nível tecnológico médio, mudas, juros, operações manuais, fertilizantes, materiais e equipamentos, herbicidas, arrendamento, depreciação, operações mecanizadas, indutor e surfactante e inseticidas representam 41, 18, 13, 8, 5, 5, 4, 2, 2, 1 e 1% do custo total da lavoura.

Para o nível tecnológico alto, a aquisição de mudas representa 42% do custo total da lavoura. Embora a receita bruta esperada para este nível tecnológico seja de R$ 23 200,00 e possa cobrir com folga o gasto com a sua compra, há dificuldade de iniciar empreendimento nesta cultura, com material propagativo de qualidade. Na região produtora é difícil encontrar mudas em bom estado fitossanitário, grandes e de tamanho uniforme, com idade, coloração e consistência adequadas. Além disso, a colheita e comercialização de mudas de pedúnculo é feita em cachopas compostas de mudas de tamanhos variados. Para fazer plantios com mudas de tamanho uniforme e com as demais características acima mencionadas, é necessário fazer rigorosa seleção, gerando grande descarte e há necessidade de adquirir número de mudas muito maior do que aquele a ser plantado, onerando muito os custos de produção da lavoura.

Este problema é resolvido quando, em lavoura própria, faz-se colheita seletiva. Deixa-se as cachopas no pé e colhe-se somente as mudas que, naquele momento, apresentam tamanho e demais características desejadas.

A participação relativa do porcentual dos juros e arrendamento aumenta com a diminuição do nível tecnológico, devido ao aumento do ciclo de 18 para 30 meses. No nível tecnológico baixo, mudas, juros e arrendamento representam 70% do custo total. Indicam que é conveniente ao pequeno produtor rural expandir a atividade, somente, quando tiver mudas e não precisar de empréstimos bancários. Iniciando com pequena quantidade de plantas, poderá multiplicar a quantidade de mudas e aumentar sua lavoura com muda própria. Tendo a muda, que no nível tecnológico baixo representa 42% do custo total, não pagando juros (22%), usando a mão-de-obra familiar para as operações manuais (17%) e plantando em terra própria (6%), terá o custo de produção de R$ 5 999,77 reduzido para R$ 779,97.

No nível tecnológico médio, a participação dos fertilizantes, herbicidas e inseticidas no custo total é de 8, 5 e 1%, respectivamente. Como o custo percentual relativo é baixo e o retorno agronômico por unidade investida é alto, qualquer economia deverá ser feita, preferencialmente, em outros itens, para não restringir a quantidade destes insumos e a produtividade.

TABELA 6 - Participação relativa (em ordem decrescente, para o nível tecnológico médio) de cada item, dentro do custo total, nos níveis tecnológicos considerados

Especificações	Nível tecnológico					
	ALTO		MÉDIO		BAIXO	
	R$	%	R$	%	R$	%
Mudas	4200	42	3360	41	2520	42
Juros	1340	13	1446	18	1318	22
Operações manuais	1320	13	1053	13	1015	17
Fertilizantes	1027	10	616	8	308	5
Materiais e equipamentos	751	7	426	5	129	2
Herbicidas	324	3	432	5	97	2
Arrendamento	225	2	300	4	375	6
Depreciação	259	3	202	2	65	1
Operações mecanizadas	262	3	177	2	93	2
Indutor e surfactante	179	2	89	1	4,2	...
Inseticidas	173	2	80	1	75	1
CUSTO TOTAL	10 061		8 182		6 000	

TAKAGUI et al. 1996, determinaram o custo de produção para o cv. Cayenne, plantado na região de Guaraçaí-SP. Consideraram 20 000 mudas/ha e 20 000 frutos colhidos, pesando 1,5 kg cada. A produtividade, preço/kg, receita bruta, custos, lucro e taxa de retorno, comparados com aqueles calculados para o RS, encontram-se na Tabela 7.

TABELA 7 - Produtividade, preço, receita, custo, lucro e taxa de retorno para a cultura do abacaxizeiro cultivado sob diferentes níveis tecnológicos no RS, comparado com São Paulo

	Rio Grande do Sul		São Paulo	
			Nível Tecnológico	
	Alto	Médio	Baixo	Único
Produtividade (t/ha)	36, 6	24,0	14,4	30,0
Preço p/kg de fruto (R$)	0,63[1]	0,62[1]	0,61[1]	0,28
Receita bruta (R$)	23 200	15 000	8 820	8 400
Custo de produção (R$)	10 061	8 182	6 000	5 139
Lucro-margem liquida (R$)	13 139	6 818	2 820	3 261
Taxa de retorno (%)	130	83	47	63

[1] Receita bruta+produtividade

Para uma produtividade de 30 t/ha e frutos vendidos a R$ 0,28/kg, para o Estado de São Paulo, a receita bruta foi R$ 8 400,00 para um custo de produção de R$ 5 139,29 e lucro de R$ 3 261,00, resultando em taxa de retorno de 63%. A receita bruta e o custo de produção, calculados para São Paulo, são menores do que aqueles calculados para os três níveis tecnológicos no Rio Grande do Sul. A receita bruta é maior neste Estado devido ao maior preço médio dos frutos (R$ 0,62/kg). O custo de produção também foi maior devido à majoração de preços, ocorrida após o cálculo feito para São Paulo e, porque neste trabalho, foi previsto o plantio de maior número de mudas e incluídos alguns itens de custo não considerados naquele Estado. O lucro e as taxas de retorno também foram maiores no Rio Grande do Sul, mas somente nos níveis tecnológicos alto e médio.

Adversidades climáticas, pragas, roubos e preços baixos na colheita oferecem grandes riscos ao investimento. É uma cultura rentável, mas exige mão-de-obra especializada e intensiva, muitos

cuidados sanitários com a lavoura, planejamento, tecnologia e grande investimento. Considerando-se custos de produção de R$ 8182,00 para o abacaxizeiro, R$ 662,00 para o milho (RECOMENDAÇÕES, 1997), R$ 350,00 para o feijão, R$ 320,00 para a soja, e R$ 300,00 para o trigo, o que se investe no cultivo de um hectare de abacaxizeiros, no nível tecnológico médio, daria para custear o plantio de 12 ha de milho, 23 ha de feijão, 26 ha de soja ou 27 ha de trigo.

CONCLUSÕES

Apesar de oferecer muitos riscos e de exigir grande investimento, a cultura do abacaxizeiro apresenta alta rentabilidade, especialmente, quando cultivado no nível tecnológico alto.

A receita bruta foi de R$ 23 200,00, R$ 15 000,00 e R$ 8820,00 para um custo de R$ 10 061,16 R$ 8181,80 e R$ 5999,77, em 26/7/99, para os níveis tecnológicos alto, médio e baixo, respectivamente.

O lucro ou margem líquida foi de R$ 13 139,00, R$ 6618,00 e R$ 2820,00 com taxas de retorno de 130, 83 e 47%, para os níveis tecnológicos alto, médio e baixo, respectivamente.

No nível tecnológico médio, mudas, juros, operações manuais, fertilizantes, materiais e equipamentos, herbicidas, arrendamento, depreciação, operações mecanizadas, indutor, surfactante e inseticidas representam, respectivamente, 41, 18, 13, 8, 5, 5, 4, 2, 2, 1 e 1% do custo total da lavoura.

BIBLIOGRAFIA CITADA

CUNHA, G.A.P. da; MATOS, A.P. de; SOUZA, L.F. da S.; SANCHES, N.F; REINHARDT, D.H.R.C; CABRAL, J.R.S. **A cultura do abacaxi.** Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. (Coleção Plantar, 12).

COMPÊNDIO **de defensivos agrícolas**: guia prático de produtos fitossanitários para uso agrícola. 5.ed., São Paulo: Andrei, 1996. 506 p.

DURIGAN, J.C. Controle de plantas daninhas na cultura do abacaxi. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ABACAXICULTURA, 1., 1982. **Anais...** Jaboticabal: FCAV, 1982. p. 252-267.

GIACOMELLI, E.J. São Paulo: Instituto Agronômico de Campinas, 1985. p.73 (Boletim Técnico, 100)

IBGE. **Anuário estatístico do Brasil**. Rio de Janeiro, 1994. v.52, 1119 p.

KIST, H.G.K.; MÂNICA, I.; GAMA, F.S.N.; ACCORSI, M.R. Influência de densidade de plantio do abacaxi cv. Smooth Cayenne. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.3, p. 325-330, 1991.

MODEL, N.S.; SANDER, G.R. **Concentração e quantidade de nutrientes na biomassa do abacaxizeiro em função do preparo de solo e técnicas de plantio.** Projeto de Pesquisa, FEPAGRO, Porto Alegre, 1997. 15p. [Não publicado]

MODEL, N. S.; SANDER. G.R. Produtividade e características do fruto de abacaxizeiro em função do preparo do solo e de técnicas de plantio. Fertilidade do solo. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha,** Porto Alegre, v.5, n.2, p. 209 - 216, 1999.

RECOMENDAÇÕES **técnicas para a cultura do milho no estado do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: FEPAGRO, EMATER/RS, FECOTRIGO, 1997. (Boletim Técnico, 4)

REINHARTD, D. H. R. C.; SANCHES, N. F.; CUNHA, G..P. da. Métodos de controle de ervas daninhas na cultura do abacaxizeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.16, n.5, p.719-24, 1981..

TAKAGUI, C.M.; TARSIANO, M. A..A.; BOLIANI, A. C. Custo de produção e análise econômica da cultura do abacaxizeiro (*Ananas comosus* L. cv. Smooth Cayenne) em Guaraçaí-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura,** Cruz das Almas, v.18., n.2., p.219-224, 1996.

ÁGUA NO SOLO E CONVENIÊNCIA DE IRRIGAÇÃO DO ABACAXIZEIRO NO LITORAL NORTE DO RIO GRANDE DO SUL

NELSON SEBASTIÃO MODEL[1]

RESUMO - Buscando subsídios para manejar o solo, de modo a maximizar a infiltração e o armazenamento de água, e avaliar se e quando a irrigação é recomendada para o abacaxizeiro cultivado no litoral norte do Rio Grande do Sul, foram usados dados de evapotranspiração (1980-1990) e temperatura (1956-1999) e o comportamento da precipitação (1931-1960), na Estação de Pesquisa e Produção de Maquiné - RS, foi comparado com as condições em que a irrigação é recomendada. No mesmo local, de agosto/1997 a outubro/1999, foi conduzido ensaio em solo franco-argiloso (Brunizem Avermelhado: Vila) e determinado em diferentes datas (28/08/97; 19/11/97; 18/12/97; 4/03/98; 18/05/99; 18/08/99), nas parcelas principais, o efeito de técnicas de preparo do solo (convencional, cultivo em faixas e plantio direto) e, nas subparcelas, as técnicas de plantio (sulco e chuço), sobre a umidade gravimétrica do solo. O preparo do solo e a técnica de plantio não afetaram a umidade gravimétrica do solo. Em Maquiné - RS, a precipitação anual (1659 mm) e as mensais de janeiro-173 mm, fevereiro-190 mm, março-178 mm, agosto-149 mm, setembro-167 mm, outubro-137 mm e dezembro-146 mm são maiores do que aquela tida como ideal para o abacaxizeiro (1000 - 1500 mm/ano ou 125 mm/mês), sendo, também, superior à evapotranspiração (1091 mm/ano) nos onze meses do ano. Estes valores, comparados com as condições em que a irrigação é recomendada, indicam que, naquela região, o abacaxizeiro não precisaria ser irrigado. Porém, em algumas circunstâncias, pode ser necessário fazê-la, como no período de maior crescimento e demanda de água pela cultura (outubro a junho), especialmente nos meses de novembro-dezembro e abril-maio, que são os mais secos.

Palavras chave: *Ananas comosus* (Stickm.) Merr., abacaxi, preparo de solo, técnicas de plantio.

WATER IN SOIL AND IRRIGATION CONVENIENCE IN PINEAPPLE GROWN IN NORTHEASTERN COAST OF RIO GRANDE DO SUL

ABSTRACT - Adequate soil management may increase its permeability and water storage and allow to estimate the irrigation requirements for growing pineapple in the northeastern coast of Rio Grande do Sul state, Brazil. Evapotranspiration data of the period 1980-1990, as well as temperatures from 1956 to 1999, and rainfall from 1931 to 1960, for this region, were compared with the conditions when irrigation is indicated. At Estação de Pesquisa e Produção of FEPAGRO, in Maquiné - RS, was conducted an assay to study the effects of soil management (conventional tillage, strip-tillage and no-tillage), in the main plots, and planting techniques (furrow and spear), in the subplots, on the soil gravimetric moisture. Soil management and planting techniques did not affect the gravimetric moisture. In Maquiné the average rainfall is 1,650 mm/year, above the required for pineapple (1,000 to 1,500/year). The analysis of evapotranspiration, and temperature data collected at the experiment station indicates no need of irrigation for pineapple culture in this region. Therefore, during the period of intensive growth, when water needs increases, and under conditions of low rainfall, such as the period of November-December, and April-May, irrigation might be necessary.

Key words: Ananas comosus (Stickm.) Merr., soil management, soil tillage, planting techniques.

INTRODUÇÃO

A temperatura e a umidade do solo, dentro de certos limites, podem ser controladas pela proteção de sua superfície através de resíduos culturais ou outros materiais (DERPSCH et al., 1985; LAL, 1974a, b; UNGER, 1978 ; MOODY et al., 1963).

Quando o preparo envolve arações e gradagens (sistema convencional), há grande mobilização da camada arável e incorporação de resíduos, o que reduz a porcentagem de cobertura sobre o solo. Nos preparos onde não há mobilização do solo (sem preparo) ou há moderada mobilização (escarificação) e os resíduos da cultura anterior

1. Eng. Agr., M. Sc. - FEPAGRO, Secretaria da Ciência e Tecnologia. Rua Gonçalves Dias 570, 90130-060 Porto Alegre, RS.
Recebido para publicação em 10/11/1999.

permanecem em grande parte sobre a superfície, geralmente as taxas de infiltração de água são maiores, pois a cobertura, protegendo o solo contra o impacto direto da chuva, evita a desagregação e o selamento superficial, além de diminuir as perdas posteriores de água por evaporação e as de solo e água por erosão (LEVIEN et al., 1990).

Nos períodos iniciais de implantação da cultura do milho, LAL (1974b) observou até nove pontos percentuais a mais de água no solo coberto com 4 t/ha de casca de arroz, em relação ao solo descoberto. DERPSCH et al. (1985) relatam reduções da temperatura máxima diária do solo, a 3 cm de profundidade, em torno de 15° C, e aumentos no teor de água em oito unidades percentuais, pela cobertura do solo por resíduos de aveia. BOND e WILLIS (1969) verificaram que a taxa constante de evaporação de 8 mm/dia em solo descoberto foi reduzida para menos de 2 mm/dia com 6 720 kg/ha de palha de centeio uniformemente espalhada na superfície.

O grau de mobilização e a porcentagem de cobertura remanescente sobre o solo, depois do preparo, inerentes a cada sistema de cultivo, definem a maior ou menor influência sobre a umidade (MODEL, 1990). Em função disso, é possível manejar o solo e os resíduos para ter maiores taxas de infiltração, menores taxas de evaporação e maior volume de água armazenada no solo ao longo do ciclo do abacaxizeiro. Esta cultura possui mecanismos morfo-fisiológicos que lhe permitem o uso eficiente da água - inclusive a do orvalho; apresenta baixa taxa de transpiração (0,3 a 0,5 mg de água/cm² de folha/hora (PY et al., 1984; ABACAXI, 1987) e certa resistência aos períodos secos. Mas a ocorrência de déficit hídrico pode reduzir o número e o comprimento das raízes, que, mesmo após a retomada do crescimento, continuam frágeis e com pouca capacidade de absorção de nutrientes (PY et al., 1984). Nessas situações a planta paralisa o crescimento, aumenta o ciclo e podem ocorrer perdas de produção de 250 a 300 g/ fruto, o que reduz bastante o rendimento.

Ainda assim, têm-se conseguido rendimentos elevados em condições adversas de umidade do solo (BARTHOLOMEW e KADZIMIN, 1977), a exemplo do Havaí, em locais onde a evapotranspiração potencial medida no tanque classe A alcança 1850 mm/ano, sendo maior do que a precipitação média no local que é de 1000 mm anuais. Na maioria das regiões produtoras do mundo, as chuvas ocorrem em períodos definidos, com escassez em alguns meses, em muitos casos contribuindo para rendimento e qualidade do fruto baixos, fazendo com que a irrigação seja necessária, principalmente nos plantios que visam a obtenção de frutos na entressafra.

Segundo COMBRES (1983) e DU PRESSIS (1989), a necessidade hídrica do abacaxizeiro, em função dos estádios de desenvolvimento, é elevada e constante, do primeiro ao segundo mês, para a emissão de raízes e boa pega. Do segundo ao quinto mês, as necessidades hídricas da planta são escassas e crescentes, com a emissão e o desenvolvimento das raízes e folhas. Entretanto, estando o solo nu, ocorre evaporação intensa. Do quinto mês até dois meses após a indução floral o desenvolvimento foliar é máximo e, estando o solo coberto, as necessidades hídricas são altas, porém exclusivamente para a planta. Da floração à colheita os frutos crescem em função do potencial inicial do clima.

Para o bom crescimento do abacaxizeiro, a precipitação anual deve situar-se entre 1000 e 1500 mm, com chuvas bem distribuídas. Segundo NEILD e BOSHELL (1976), em áreas com precipitações anuais menores que 50 mm, o abacaxizeiro só deve ser plantado sob irrigação. Estes autores acrescentam, ainda, que mesmo em regiões com precipitação dentro da faixa ótima, se ocorrerem três meses consecutivos com precipitação menor que 15 mm, ou quatro meses com menos de 25 mm, ou ainda cinco meses com precipitação inferior a 40 mm, o cultivo também deverá ser feito sob irrigação (Figura 2).

O objetivo deste trabalho foi determinar a umidade gravimétrica em função do preparo do solo e técnicas de plantio e comparar o comportamento dos elementos meteorológicos, especialmente da precipitação em Maquiné, Rio Grande do Sul, com as condições em que a irrigação é recomendada, para se obter subsídios que indiquem se e quando ela deve ser feita naquela região.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na Estação de Pesquisa e Produção de Maquiné da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária - FEPAGRO, no período de agosto de 1997 a outubro de 1999, sobre solo Brunizem Avermelhado, unidade de mapeamento Vila, cuja análise química, feita antes do plantio mostrava: pH = 5,5; P = 2 mg/L; K = 274 mg/L; S = 23 mg/L; B = 0,28 mg/L; Zn = 5,76

mg/L; Cu = 4,3 mg/L; Mn = 110 mg/L; argila = 22% e 2,8 % de matéria orgânica.

Em agosto de 1997, a área foi roçada e a biomassa de cobertura foi quantificada (3,1 t/ha). O delineamento experimental utilizado foi de parcelas subdivididas, com as parcelas principais organizadas em blocos casualizados com três repetições. As técnicas de preparo do solo (cultivo convencional, cultivo em faixas e plantio direto) constituíram as parcelas principais (10 x 5 m = 50 m²). Estas, subdivididas em duas (5 x 5 m = 25 m²) receberam os tratamentos de técnicas de plantio (chuço e sulco). O convencional consistiu de uma aração (17-20 cm de profundidade) e uma gradagem. No cultivo mínimo o solo foi mobilizado numa faixa de, aproximadamente, 17 cm de profundidade por 27 cm de largura, com o uso de microtrator Tobatta, com rotativa trabalhando somente com as oito enxadas centrais. No plantio sem preparo as mudas foram plantadas diretamente sobre a palha. Para as técnicas de plantio em sulcos foi usado sacho ou enxada que abriram sulcos em V com 10-15 cm de profundidade e 15-18 cm de largura junto à superfície. Para a técnica de plantio com chuço foram abertos buracos com instrumento de madeira cilíndrico e de, aproximadamente, 2 m de comprimento e 4-6 cm de diâmetro, com as pontas afiladas, que, pressionado manualmente em posição vertical, insere-se no solo, abrindo buraco com diâmetro e profundidade capazes de permitir a inserção e o enterro da base das mudas (12-15 cm). As mudas do cultivar Pérola foram adquiridas de produtor do município de Terra de Areia e tinham peso entre 100 e 150 g. Foram plantadas a 20 cm uma da outra, em filas distantes de 1 m, perfazendo população de 50 000 plantas/ha. Os replantios (19/11/97, 18/12/97 e 4/03/98) foram feitos com mudas previamente plantadas ao lado do experimento, posteriormente escolhidas e transplantadas de modo que ficassem com o tamanho daquelas já estabelecidas no ensaio.

As plantas daninhas foram controladas através da aplicação de mistura de herbicidas pré (atrazine, simazine e diuron) e pós-emergentes (glyfosate, setoxydim), usando pulverizadores costais, com freqüência suficiente para manter a área isenta de plantas competidoras. As pragas (cochonilhas, ácaros e broca do fruto) foram controladas com produtos recomendados para a cultura (vamidothion, parathion metílico, triclorfon etc). A adubação para a primeira colheita (MODEL et al., 1999a) consistiu em 7,65 g N + 3,6 g P_2O_5 + 7,65 g K_2O por planta. Como fontes destes nutrientes foram usados, uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio, respectivamente. Todo o fósforo (3,6 g P_2O_5 por planta ou 180 kg de P_2O_5/ha) foi distribuído a lanço logo após o plantio. As adubações nitrogenada e potássica foram feitas em três vezes. Na primeira (set./97) usou-se 17% do total (1,35 g N +1,35 g K por planta). Na segunda (dez./97), três meses depois do plantio, 41% do total (3,15g N + 3,15 g K_2O) e na terceira adubação (mar./98), seis meses depois do plantio, foi colocado o restante.

Para o segundo ciclo, em 30/03/99, dois meses depois da primeira colheita, foi colocado N e K em quantidades correspondentes a 35% da quantidade total usada para o primeiro ciclo. Em todas elas N e K foram misturados e aplicados paralelamente às linhas das plantas.

A umidade gravimétrica do solo foi monitorada durante o primeiro e o segundo ciclos (ago./97- out./1999). As amostragens começaram a ser feitas logo após o plantio e tinham como objetivo detectar possíveis diferenças de umidade do solo decorrentes da cobertura remanescente, inerente a cada preparo e técnica de plantio. Aproximadamente cinco meses depois (mar./98) as determinações de umidade gravimétrica deixaram de ser feitas, pois toda a cobertura havia sido decomposta. Quatro meses depois da colheita (maio/99) a umidade do solo voltou a ser monitorada e desta vez tinha por objetivo detectar possíveis diferenças de umidade, não devido à cobertura morta, mas às diferentes coberturas proporcionadas pela biomassa verde das plantas de abacaxizeiro, que apresentavam tamanhos diferentes em cada preparo. As amostras de solo (0-8 cm), para o cálculo da umidade gravimétrica, foram retiradas com um trado calador, exatamente do meio das filas do abacaxizeiro, nos dias 28/08/97, 19/11/97, 18/12/97, 4/03/98, 18/05/99 e 18/08/99. Os cálculos e determinações da umidade gravimétrica foram feitos conforme método descrito em GARDNER (1965).

O clima da região é caracterizado como do tipo Cfa (KÖEPPEN, 1948). A temperatura média do mês mais quente (janeiro) é de 24,5° C, e do mês mais frio (julho) é de 15,5° C. O inverno é ameno e a temperatura excepcionalmente baixa a zero grau. As geadas são raras e, quando ocorrem, são de fraca intensidade. No inverno (jun.- jul.- ago.) a temperatura média das mínimas é de 10,2° C. A temperatura média anual é de 19,9° C, com chuvas de 1659 mm anuais bem distribuídas e umidade relativa do ar de 80%. Os dados de precipitação

usados são médias de observações feitas de 1931 a 1960. Os valores de evapotranspiração de referência foram calculados pelo método de PENMAN (1956) e são médias do período de 1980 a 1990. O comportamento dos demais elementos meteorológicos durante o experimento (ago./97 a out./99) foi obtido da estação meteorológica instalada ao lado do ensaio e sistematizados pela equipe de agrometeorologia da FEPAGRO (Tabela 1).

As comparações entre as médias de umidade gravimétrica foram realizadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade ($P < 0,05$).

Tabela 1 - Comportamento de elementos meteorológicos (temperatura máxima média, temperatura média, tempertura média das mínimas, precipitação, normal, desvio da normal e nº de dias de chuva) durante o experimento (agosto/97-outubro/99) na E.P.P. de Maquiné, RS

Mês/ano	Temperatura °C			Precipitação (mm)	Normal* (mm)	Desvio da normal	Nº de dias de chuva
	Máxima média	Média	Mínima média				
1997							
Agosto	22,8	15,8	8,9	269,4	149	+120	13
Setembro	22,2	16,0	9,8	91,5	167	75	13
Outubro	22,5	17,6	12,6	284,8	137	+148	20
Novembro	25,1	19,8	14,4	148,4	117	+31	18
Dezembro	29,0	22,7	16,4	203,8	146	+58	14
1998							
Janeiro	28,3	23,0	17,9	227,8	173	+55	18
Fevereiro	27,7	23,0	18,3	238,8	190	+49	17
Março	27,5	21,8	16,1	145,2	178	-33	12
Abril	24,8	19,8	14,7	86,0	105	-19	13
Maio	22,6	16,6	10,7	134,4	85	+49	9
Junho	20,6	14,2	7,8	68,0	108	-40	6
Julho	21,0	15,3	9,6	160,7	104	+57	12
Agosto	20,5	16,3	12,1	128,0	149	-21	11
Setembro	21,0	16,3	11,7	144,3	167	-23	14
Outubro	23,7	18,6	17,4	63,4	137	-74	9
Novembro	25,9	19,9	13,9	70,7	117	-46	7
Dezembro	27,0	21,4	15,6	98	146	-48	13
1999							
Janeiro	28,6	23,2	17,9	148,6	173	-24	11
Fevereiro	27,9	22,8	17,7	80,0	190	-110	10
Março	29,0	23,6	18,2	207,3	178	+29,3	11
Abril	23,5	18,6	13,6	222,0	105	+117	11
Maio	21,9	16,4	10,9	120,3	85	+35,3	9
Junho	19,6	14,0	8,3	88,8	108	-19,2	7
Julho	18,9	14,2	9,4	152,0	104	+48	-
Agosto	22,5	15,5	8,5	17,5	149	-131,5	-
Setembro	23,1	17,3	11,5	49,2	167	-117,8	-
Outubro*	20,4	16,0	11,5	109,8	137	-27,2	-

*1931-1960

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O preparo de solo e a técnica de plantio não afetaram a umidade gravimétrica do solo em nenhuma das datas amostradas (Tabelas 2 a 7). Em função de resultados obtidos por outros autores (DERPSCH et al., 1985; LAL 1974b; BOND e WILLIS, 1969; MODEL et al., 1995), a hipótese formulada era a de que a umidade gravimétrica fosse maior no cultivo em faixas e plantio direto, pois nestes preparos os resíduos permanecem em grande parte sobre a superfície. Isto poderia resultar em maiores taxas de infiltração e, posteriormente, menores perdas de água por evaporação,

especialmente no estabelecimento do abacaxizeiro. Porém, no primeiro ciclo da cultura as amostragens de solo foram feitas em 28/08/97, 19/11/97, 18/12/97 e 4/03/98 e, nestes meses, excetuando-se março, a precipitação foi superior à normal, com grande número de dias de chuva, ano de "El Niño". Isto, aliado à pouca cobertura remanescente sobre o solo após o preparo (3,1 t/ha), à grande profundidade, porosidade e capacidade de armazenamento de água no solo, propiciou a manutenção de teores de umidade relativamente altos e semelhantes entre os tratamentos (Tabelas 2 a 4), mesmo tendo as amostragens sido feitas em datas em que o grau de saturação com água do solo era o mais baixo possível (Figura 1), porém não o suficiente para detectar diferenças entre os tratamentos. As amostragens feitas no segundo ciclo da cultura (18/05/99; 18/08/99), quando não mais havia cobertura morta e as plantas estavam com maior porte e cobriam parcialmente o solo, objetivavam monitorar a umidade em condições diferentes quanto à quantidade e natureza da cobertura, demanda evaporativa e estádio da cultura. Também não detectaram diferenças de umidade entre os preparos, pois em maio também choveu mais do que a normal, e agosto é um mês com baixa demanda evaporativa (Tabelas 6 e 7).

TABELA 2 - Umidade gravimétrica do solo, na camada de 0-8 cm, em função do preparo do solo e de técnicas de plantio de abacaxizeiros recentemente plantados (1° ciclo - 28/08/97). Maquiné, RS

Preparo do solo	Técnica de plantio		
	Sulco	Chuço	Média
Convencional	29,8	28,8	29,3 a
Cultivo em faixas	31,7	32,8	32,3 a
Sem preparo	34,9	32,3	33,6 a
Média	31,6 a	31,3 a	-

Colunas ou linhas seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente (Duncan P< 0,05).
Interação não significativa (P< 0,05). CV parcela principal (pp) = 29% e CV subparcela (sp) = 23%.

TABELA 3 - Umidade gravimétrica do solo, na camada de 0-8 cm, em função do preparo do solo e de técnicas de plantio de abacaxizeiros com três meses (1°ciclo - 19/11/97). Maquiné, RS

Preparo do solo	Técnica de plantio		
	Sulco	Chuço	Média
	..... Ug (%)		
Convencional	34,3	34,4	34,3 a
Cultivo em faixas	32,7	34,4	33,5 a
Sem preparo	33,0	32,8	32,9 a
Média	33,3 a	33,8 a	-

Colunas ou linhas seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente (Duncan P < 0,05).
Interação não significativa (P < 0,05). CV pp = 12,0% e CV sp = 6,7%.

TABELA 4 - Umidade gravimétrica do solo, na camada de 0-8 cm, em função do preparo do solo e de técnicas de plantio de abacaxizeiros com quatro meses (1°ciclo - 18/12/97). Maquiné, RS

Preparo do solo	Técnica de plantio		
	Sulco	Chuço	Média
	..... Ug (%)		
Convencional	29,8	28,8	29,3 a
Cultivo em faixas	29,9	28,5	29,2 a
Sem preparo	29,8	28,8	29,3 a
Média	29,8 a	28,7 a	-

Colunas ou linhas seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente (Duncan P< 0,05).
Interação não significativa (P< 0,05). CV pp = 7,8% e CV sp = 3,8%.

TABELA 5 - Umidade gravimétrica do solo, na camada de 0-8 cm, em função do preparo do solo e de técnicas de plantio de abacaxizeiros com sete meses (1°ciclo - 04/03/98). Maquiné, RS

Preparo do solo	Técnica de plantio		
	Sulco	Chuço	Média
	..... Ug (%)		
Convencional	31,0	29,3	30,1 a
Cultivo em faixas	31,4	31,3	31,3 a
Sem preparo	31,0	30,8	30,9 a
Média	31,1 a	30,5 a	-

Colunas ou linhas seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente (Duncan P< 0,05).
Interação não significativa (P< 0,05). CV pp = 5,9% e CV sp = 6,7%.

TABELA 6 - Umidade gravimétrica do solo, na camada de 0-8 cm, em função do preparo do solo e de técnicas de plantio de abacaxizeiros com 20 meses (2°ciclo -18/05/99). Maquiné, RS

Preparo do solo	Técnica de plantio		
	Sulco	Chuço	Média
	..... Ug (%)		
Convencional	31,9	29,6	30,2 a
Cultivo em faixas	28,2	28,6	28,4 a
Sem preparo	29,4	28,4	28,9 a
Média	29,5 a	28,9 a	-

Colunas ou linhas seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente (Duncan P< 0,05).
Interação não significativa (P< 0,05). CV pp = 7,6% e CV sp = 3,4%.

TABELA 7 - Umidade gravimétrica do solo, na camada de 0-8 cm, em função do preparo do solo e de técnicas de plantio de abacaxizeiros com 24 meses (2°ciclo - 18/08/99). Maquiné, RS

Preparo do solo	Técnica de plantio		
	Sulco	Chuço	Média
	..... Ug (%)		
Convencional	31,9	29,6	30,2 a
Cultivo em faixas	28,2	28,6	28,4 a
Sem preparo	29,4	28,4	28,9 a
Média	29,5 a	28,9 a	-

Colunas ou linhas seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente (Duncan P< 0,05).
Interação não significativa (P< 0,05). CV pp = 7,9% e CV sp = 7,7%.

A precipitação normal anual na E.P.P. de Maquiné - RS (1659 mm) é maior do que aquela tida como ideal (1000-1500 mm/ano) para o bom desenvolvimento do abacaxizeiro. É, também, superior à evapotranspiração (1091 mm) naquele local em onze meses do ano (Figura 2). Os valores de precipitação, evapotranspiração e a diferença entre elas, também em ordem decrescente, encontram-se na Tabela 8.

Tabela 8 - Precipitação[1], evapotranspiração[2] e diferença entre ambas (em ordem decrescente) ao longo dos meses do ano na E.P.P. de Maquiné - RS

Mês	Precipitação	Evapotranspiração- ETo	Diferença	Mês	Diferença
	mm			(decrescente - mm)	
Agosto	149	69	80	Setembro	85
Setembro	167	82	85	Fevereiro	84
Outubro	137	05	32	Agosto	80
Novembro	117	118	-1	Março	78
Dezembro	146	130	16	Junho	53
Janeiro	173	123	50	Janeiro	50
Fevereiro	190	106	84	Julho	45
Março	178	100	78	Outubro	32
Abril	105	77	28	Abril	28
Maio	85	67	18	Maio	18
Junho	108	55	53	Dezembro	16
Julho	104	59	45	Novembro	-1

[1]1931-1960; [2]1980 -1990 (PENMAN, 1956)

Ao contrário da maioria das regiões de cultivo de abacaxi do mundo, onde as chuvas ocorrem em períodos definidos, com escassez em alguns meses, na região de Maquiné - RS, excetuando-se novembro, há saldo de precipitação nos demais meses do ano. Setembro e fevereiro são os meses em que é maior, e novembro e dezembro os meses em que é menor, o que pode não ser suficiente para atender à demanda de água do abacaxizeiro. Necessidade esta que varia de 1,3 a 5 mm/dia (PINON, 1978; MEDCALF, 1982; COMBRES, 1983; PY et al, 1984), dependendo das condições de solo, clima e estádio de desenvolvimento da cultura e pode ser atendida com irrigação de 60-120 mm/mês, geralmente recomendada (PY et al., 1980).

Considerando-se o limite superior (1500 mm/ano) da precipitação ideal para o abacaxizeiro (1000-1500 mm/ano) esta deveria ser de 125 mm mensais, valor este inferior ao que chove em Maquiné nos meses de agosto-149 mm, setembro-167 mm, outubro-137 mm, dezembro-146 mm, janeiro-173 mm, fevereiro-190 mm e março-178 mm. Naquela região o abacaxizeiro não precisaria ser irrigado se esta decisão dependesse somente do cotejo da precipitação total e sua distribuição ao longo do ano com as condições em que a irrigação é recomendada (Figura 2).

No Rio Grande do Sul a maioria dos plantios são feitos em agosto-setembro. Neste período a necessidade de água é baixa e aumenta, posteriormente, a partir de outubro (Figura 3a) devido ao aumento da temperatura (Figura 3b) e da evapotranspiração (Figura 2) no solo eventualmente desnudo, bem como ao acúmulo crescente de biomassa cujo pico é atingido em maio-junho. Em função disso é pouco provável que o abacaxizeiro cultivado no Estado precise ser irrigado fora deste período pois de junho a outubro chove 108, 104, 149, 167 e 137 mm, respectivamente (Figura 2). Neste período a temperatura média é baixa, 16-17° C (Figura 3b), muito aquém da faixa ótima para o bom desenvolvimento do abacaxizeiro (21 a 27°C). Além disso, grande percentual de plantas terá florescido e este período, que vai até a colheita, caracteriza-se pela baixa necessidade de água (Figura 3a).

A magnitude do acréscimo de rendimento e retorno econômico em função do uso da irrigação depende do nível tecnológico da lavoura, grau de eficiência dos demais fatores de produção e, especialmente, do manejo do solo e da água.

MODEL et al. (1995) avaliaram o efeito de oito sistemas de manejo do solo sobre o volume de água armazenada - a diferença entre o manejo que armazenou mais e o que armazenou menos água foi de 67%. Outros trabalhos (LAL, 1974b ; DERPSCH et al., 1985; BOND e WILLIS, 1969) também mostram que é possível manejar o solo e os resíduos de modo a se ter maiores taxas de infiltração, menores taxas de evaporação e maior volume de água armazenada ao longo do ciclo das culturas. Manejo este que pode evitar que a irrigação seja necessária, inclusive para o abacaxizeiro. Especialmente, na fase inicial de implantação da cultura, manejando-se o solo de modo que sobre ele fique cobertura morta, que diminua a evaporação e ajude a criar condições adequadas (espaçamento, adubação, sanidade etc.) para que o abacaxizeiro cresça rápido e a substitua, cobrindo o solo com biomassa verde de plantas, que poderão usar exclusivamente para si toda a água numa época em que a demanda da cultura é muito alta.

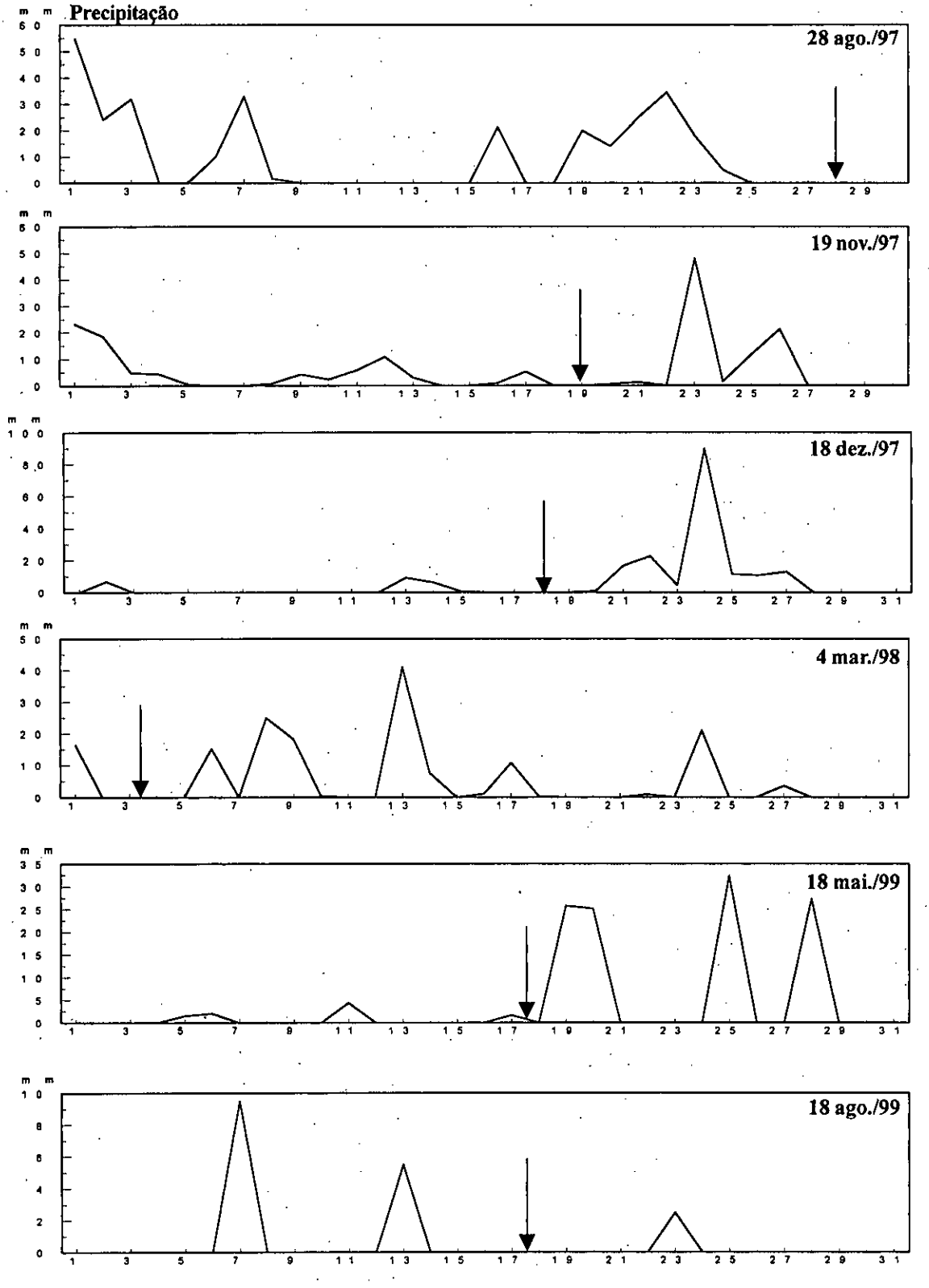


Figura 1 - Distribuição da precipitação ao longo dos meses em que foram feitas as coletas de solo para determinação da umidade gravimétrica (Maquiné, RS)

MAQUINÉ-RS[1]	IDEAL[2]	RECOMENDADA[3]
1659 mm-ano	1000 -1500 mm-ano	a) Precipitação anual < 500 mm
1091mm-ano	Evapotranspiração	b) Precipitações dentro da faixa ideal: três meses seguidos com ppt < 15 mm
		quatro meses seguidos com ppt < 25 mm
		cinco meses seguidos com ppt < 40 mm

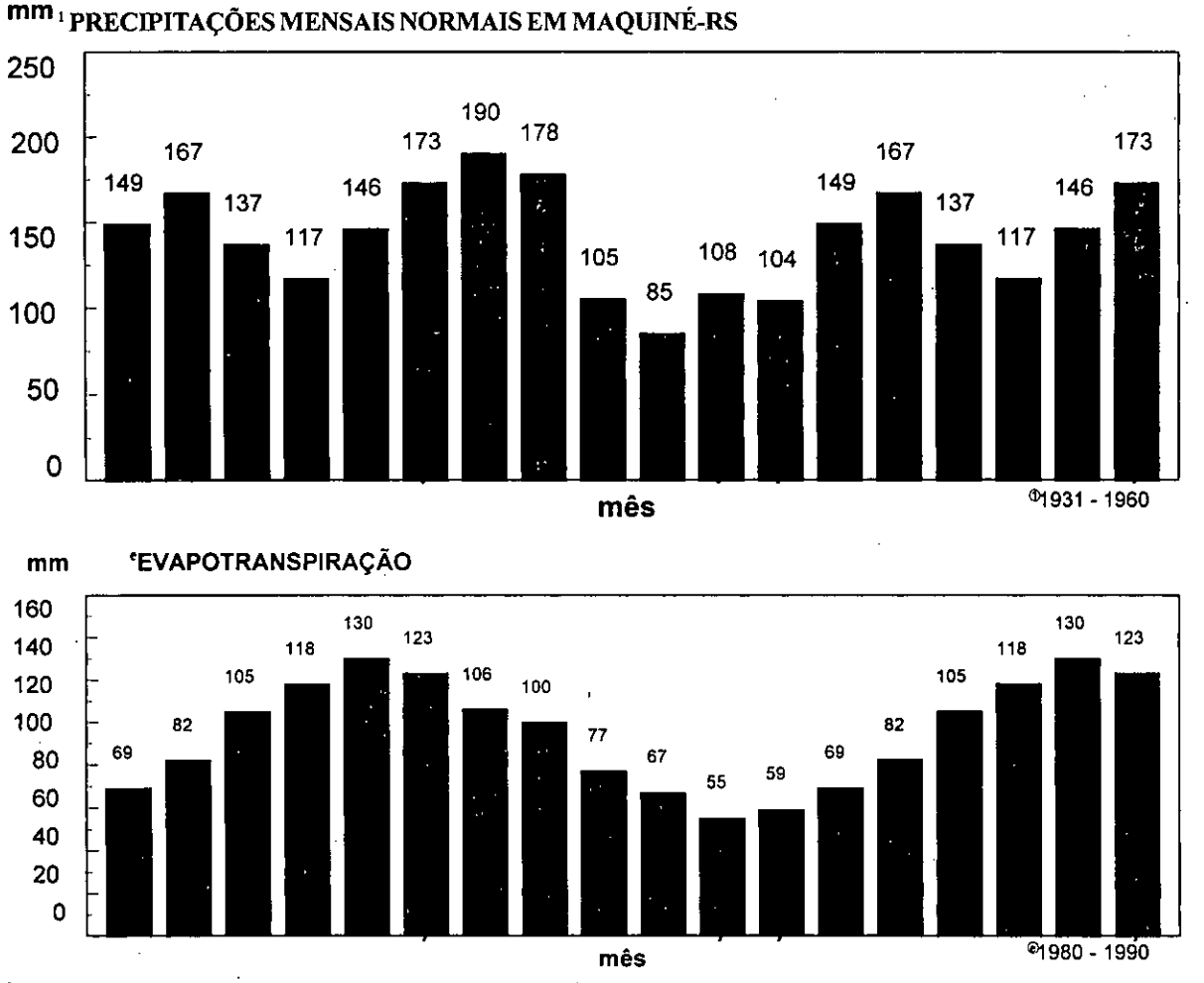
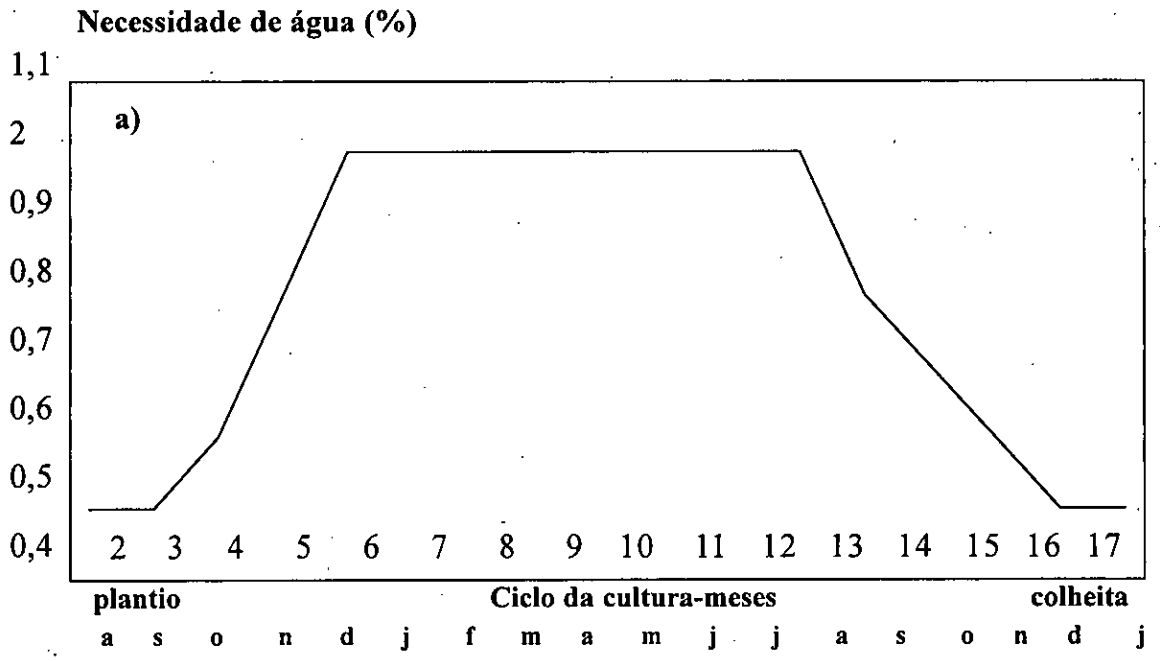
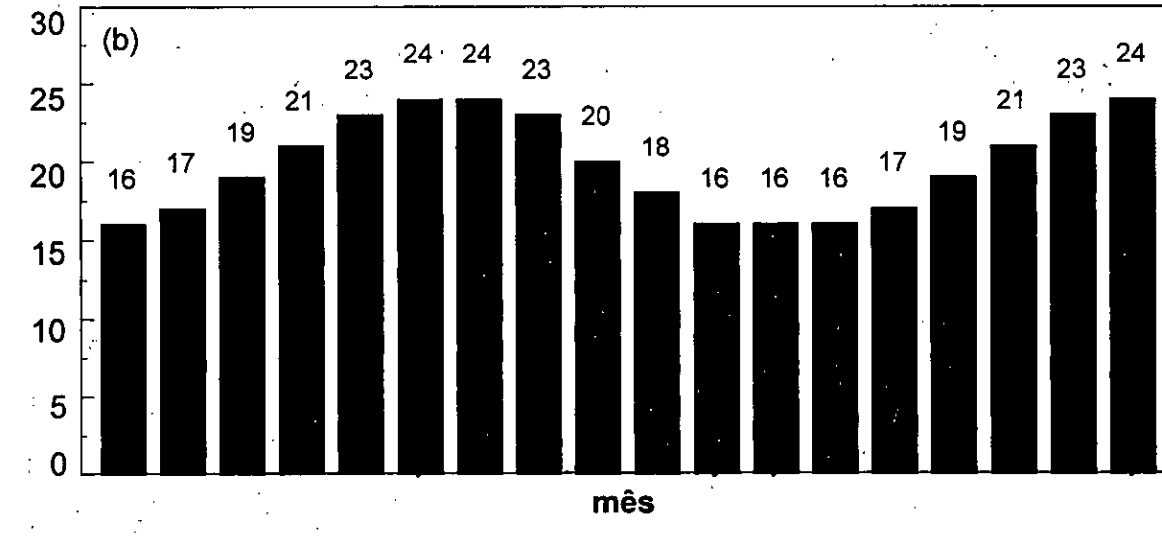


FIGURA 2 - Precipitações mensais normais e evapotranspiração em Maquiné - RS[1], precipitação ideal[2] e condições em que a irrigação é recomendada[3] para a cultura do abacaxizeiro (NEILD e BOSHEL, 1976)

As necessidades hídricas do abacaxizeiro, o comportamento da evapotranspiração, da temperatura e da precipitação em Maquiné - RS, comparada com as condições em que a irrigação é recomendada, indicam que acréscimos de rendimento e retorno econômico em função da irrigação do abacaxizeiro em Maquiné e adjacências, só devem ser esperados, quando esta for de baixo custo, feita em novembro-dezembro e/ou abril-maio ou outros períodos excepcionalmente secos, depois de maximizados a infiltração e o armazenamento de água em solo de lavouras de nível tecnológico alto (MODEL, 1999b).





(a) adaptado de ALMEIDA (1995) (b) 1956-1999

FIGURA 3- Demanda de água do abacaxizeiro nos diferentes estádios (a) para colheitas feitas 17 meses depois do plantio e temperatura média do ar (b) na E. P.P. de Maquiné, RS ao longo do ciclo do abacaxizeiro

CONCLUSÕES

O preparo do solo e a técnica de plantio não afetaram a umidade gravimétrica do solo em nenhuma das datas amostradas.

Em Maquiné - RS a precipitação anual (1 659 mm) e as mensais de janeiro-173 mm, fevereiro-190 mm, março-178 mm, agosto-149 mm, setembro-167 mm, outubro-137 mm e dezembro-146 mm são maiores do que aquela tida como ideal para o abacaxizeiro (1 000-1 500 mm/ano ou 125 mm/mês), sendo, também, superior à evapotranspiraração (1 091 mm/ano) em onze meses do ano.

Estes valores comparados com as condições em que a irrigação é recomendada indicam que naquela região o abacaxizeiro não precisaria ser irrigado.

Em algumas circunstâncias pode ser necessário fazê-la e, se isto ocorrer, a probabilidade é maior de que seja no período de maior crescimento e demanda de água pela cultura (outubro a junho), especialmente nos meses de novembro-dezembro e/ou abril-maio, que são os mais secos.

BIBLIOGAFIA CITADA

ABACAXI, respostas favoráveis à irrigação. **Toda Fruta**, São Caetano do Sul, v.2, n.10, p.26-27, 1987.

BARTHOLOMEW, D.P.; KADMIZIN, S.B. Eco-physiology of pineapple In: ALVIN, P. de T.; KOZLOWSKI, T.T. (Eds.), **Eco-physiology of tropical crops**. New York, Academic Press, 1977. 502p.

BOND, J.J.; WILLIS, W.O. Soil water evaporation: surface residue rate and placement effects. **Soil Science Society of America**, Madison, n.33, p.445-448, 1969.

COMBRES, J.C. **Bilan énergétique et hidrique de l'ananas, utilisation optimale des potentialités climatiques**: compte-rendu d'atividés. Auquédedou: IRFA, 1983.108 p.

DERPSCH, R.; SIDIRAS, N.; HEINZMAN, F.X. Manejo do solo com coberturas verdes de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.20, n.7, p.761-773, 1985.

DU PRESSIS, S.F. Irrigation of pineaples. In: PINEAPPLES. South Africa: Departament of Agriculture and Water Suply, 1989. 1p.

GARDNER, W.H. Water Content. In: BLACK, C.A (Ed.), **Methods of soil analysis**. Madison : American Society of Agronomy, 1965. Chap.7, p. 82-125.

KÖEPPEN, W. **Climatologia**. México: Fondo de Cultura Económica, 1948. 448p.

LAL, R. No-tillage effects on soil properties and maize (Zea mays L.) production in Western Nigeria. **Plant and Soil**, Amsterdam, v. 40, p.321-331, 1974a.

LAL, R. Soil temperature, soil moisture and maize yield from mulched and unmulched tropical soil. **Plant and Soil**, Amsterdam, v. 40, p.129-143, 1974b.

LEVIEN, R.; COGO, N.P.; ROCKENBACH, C.A. Erosão na cultura do milho em diferentes sistemas de cultivo anterior e métodos de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, n.14, p.73-80, 1990.

MEDCALF, J.C. Respostas do abacaxizeiro quando irrigado. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ABACAXICULTURA, 1, 1982, Jaboticabal, SP. **Anais**...Jaboticabal: FCAV, 1982. p. 91-98.

MODEL, N.S. **Rendimento de milho e aveia e propriedades do solo relacionados ao modo de aplicação de fósforo e potássio e técnicas de preparo do solo**. Porto Alegre: UFRGS, 1990. 115p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia, UFRGS. 1990.

MODEL, N. S.; LEVIEN, R.; FROSI, R.A. Água armazenada e temperatura do solo em oito sistemas de manejo do solo. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.1, n.1, p. 41-49, 1995.

MODEL, N. S.; SANDER, G.R. Produtividade e características do fruto do abacaxizeiro em função do preparo do solo e técnicas de plantio. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.5, n.2, p. 209-216, 1999.

MODEL, N. S. Rentabilidade da cultura do abacaxizeiro cultivado no Rio Grande do Sul sob diferentes níveis tecnológicos. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.5, n.2, p. 217-228, 1999.

MOODY, J.E.; JONES, J.N.; LILLARD, J. H. Influence of straw mulch on soil moisture, soil temperature and growth of corn. **Proceedings of the Soil Science Society of America**, Madison, v.27, p.700-703, 1963.

NEILD, R.E.; BOSHELL, F. An agroclimatic procedure and survey of the pineapple production potential of Colombia. **Agricultural Meteorology**, v.17, p. 81-92, 1976.

PENMAN, H. L. Evaporation: an introductory survey. **Netherland Journal of Agricultural Science**, Wageningen, v. 4, p. 9-29, 1956.

PINON, A. **L'ananas de conserverie et sa culture**. Côte D'Ivoire: IRFA, 1978, 82p.

PY, C.; LACOEUILE, J. J.; TEISSON, C. **L'ananas, sa culture, ses produit**. Paris: Maisonneuve et Larose et ACCT, 1984. 562 p.

UNGER, P.W. Straw mulch effects on soil temperature and sorghum germination and growth. **Agronomy Journal**, Madison, v.70, p.858-864, 1978.

AGRADECIMENTOS

O autor agradece aos Drs. Ronaldo Matzenauer e Lauro Beltrão pela colaboração prestada para a realização dos cálculos de evapotranspiração e análise estatística, respectivamente.

RELAÇÕES DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO MÁXIMA DO GIRASSOL (*Helianthus annuus L.*) COM A EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA E COM A RADIAÇÃO SOLAR GLOBAL

RONALDO MATZENAUER[1], JAIME RICARDO TAVARES MALUF[2], ARISTIDES CÂMARA BUENO[3]

RESUMO - A baixa disponibilidade hídrica é um dos fatores limitantes ao crescimento e desenvolvimento das culturas de verão no Rio Grande do Sul. Estudos visando a determinação de coeficientes de estimativa das necessidades hídricas são importantes para a recomendação de irrigação buscando minimizar o problema. Com este objetivo, relacionou-se a evapotranspiração máxima da cultura do girassol (ETm) com a evapotranspiração de referência (ETo) e com a radiação solar global (Rs), para obtenção das razões ETm/ETo (coeficiente Kc_1) e ETm/Rs (coeficiente Kc_2), em diferentes subperíodos da cultura. O trabalho foi desenvolvido no Centro de Pesquisa de Fruticultura de Taquari/RS (29°48' de latitude Sul, 51°49' de longitude Oeste e 76 m de altitude), durante os anos agrícolas 1987/88, 1989/90, 1990/91 e 1991/92. A razão ETm/ETo média no ciclo total (da semeadura até a maturação fisiológica) foi de 0,77, enquanto que, para a razão ETm/Rs, o valor médio foi de 0,48. O subperíodo onde foram verificados os maiores valores para os dois coeficientes, foi do início ao final da floração, com valores médios de 1,12 e 0,71, respectivamente, para Kc_1 e Kc_2.

Palavras-chave: agrometeorologia, relações hídricas.

EVAPOTRANSPIRATION OF SUNFLOWER (*Helianthus annuus* L.) AND ITS RELATIONSHIP WITH THE REFERENCE EVAPOTRANSPIRATION AND GLOBAL SOLAR RADIATION

ABSTRACT - Low water availability is a limiting factor for growth and development of summer crops in Rio Grande do Sul State, Brazil. Studies aiming to determine crop coefficients for water requirements are important for water supply recommendation. The objective of this study was to determine the maximum evapotranspiration of sunflower (ETm) in relation to the reference evapotranspiration (ETo) and with solar radiation (Rs), to obtain the ratios ETm/ETo (Kc_1 coefficient) and ETm/Rs (Kc_2 coefficient), at different crop stages. Field experiments were carried out at Centro de Pesquisa de Fruticultura, in Taquari, 29°48'S latitude, 51°49'W longitude and 76 m of altitude, during 1987/88, 1989/90, 1990/91 and 1991/92 crop seasons. The average ratio ETm/ETo for the whole crop cycle (from sowing to physiological maturity) was 0.77, while the average ratio ETm/Rs was 0.48 for the same period. The highest average values of crop coefficients occurred during flowering period with average values of 1.12 and 0.71, respectively, for Kc_1 and Kc_2.

Key words: agrometeorology, water relations.

INTRODUÇÃO

Diversos trabalhos indicam que a baixa disponibilidade hídrica, provocada pela baixa quantidade e (ou) má distribuição das chuvas, é o principal fator limitante ao rendimento das principais culturas de primavera-verão no estado do Rio Grande do Sul (BERLATO, 1987; MOTA et al., 1991; FARIAS et al., 1993; MATZENAUER et al., 1995; MOTA et al., 1996). ÁVILA et al. (1996) mostraram que a probabilidade de a precipitação pluvial superar a evapotranspiração potencial nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, em praticamente todo o Estado, é inferior a 60%, o que determina alta freqüência de ocorrência de deficiências hídricas e conseqüentes quebras de safras nas principais culturas de grãos.

FARIAS et al. (1993) citam que o Rio Grande do Sul é o estado da Região Sul que tem apresentado os maiores prejuízos devido às secas. Segundo os autores, nos anos de 1979, 1986, 1988 e 1991 verificaram-se perdas na produção de soja

1. Eng. Agr., Dr. Pesquisador da Equipe de Agrometeorologia da FEPAGRO/SCT, Rua Gonçalves Dias, 570, 90130-060 Porto Alegre, RS. Bolsista do CNPq.
2. Eng. Agr., M.Sc. - Pesquisador do CNTP/EMBRAPA, 99001-970 Passo Fundo, RS.
3. Eng. Agr., - Pesquisador da Equipe de Agrometeorologia da FEPAGRO/SCT.
Recebido para publicação em 12/07/1999

na ordem de 38, 36, 37 e 58 %, respectivamente, em relação a anos imediatamente anteriores ou posteriores, em que as condições de disponibilidade hídrica não eram adversas.

O desenvolvimento de metodologias, visando a estimativa confiável das necessidades de água das culturas, constitui-se em uma linha de pesquisa de fundamental importância para o melhor entendimento das relações no sistema solo-água-planta-atmosfera, para o planejamento da época de semeadura, para a elaboração de projetos de irrigação e para o aperfeiçoamento de zoneamentos agroclimáticos.

Diversos pesquisadores têm relacionado a evapotranspiração de culturas com elementos meteorológicos ou métodos de estimativa da evaporação e ou evapotranspiração. Os trabalhos mais encontrados na bibliografia são com o tanque de evaporação classe A, com a radiação solar global e com a evapotranspiração de referência calculada pela equação de Penman (DENMEAD e SHAW, 1959; DOSS et al., 1962; LOMAS et al., 1974; ASSIS, 1978; MATZENAUER, 1980; MATZENAUER et al., 1983; BERLATO et al., 1986; CUNHA, 1991; MATZENAUER, 1992; OLIVEIRA et al., 1993; SANTOS, 1993; MATZENAUER et al., 1998 a).

CUNHA (1991) e SANTOS (1993) testaram nove métodos para estimativa da evapotranspiração da alfafa, para as condições da Depressão Central do Rio Grande do Sul. Concluíram que o método de Penman, com saldo de radiação estimado a partir de uma função ajustada sobre a própria cultura, esteve entre os que apresentaram melhor desempenho para estimar a evapotranspiração da cultura.

ASSIS (1978) relacionou a evapotranspiração medida em lisímetros gramados com a evaporação calculada pela fórmula de Penman. Ele observou que, na maioria das vezes, a evaporação subestimou a evapotranspiração medida, atribuindo os resultados a um efeito local de advecção que não é computado pela fórmula de cálculo utilizada.

A principal fonte de energia para o processo da evaporação é a radiação solar (JENSEN, 1973). Segundo CHANG (1968), a evapotranspiração é determinada, principalmente, pelo saldo de radiação, havendo uma forte correlação entre o saldo de radiação e a radiação global. MATZENAUER et al. (1998 a) relacionaram a ETm do milho com a radiação solar global, em três épocas de semeadura, encontrando valores médios no ciclo completo da cultura que variaram entre 0,45 e 0,51.

O presente trabalho teve como objetivos determinar as relações entre a evapotranspiração máxima da cultura do girassol (ETm) com a evapotranspiração de referência e com a radiação solar global, em diferentes subperíodos e no ciclo completo da cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

As relações entre a evapotranspiração máxima da cultura do girassol (ETm) com a evapotranspiração de referência (ETo) e com a radiação solar global (Rs) foram obtidas a partir de uma série de quatro experimentos conduzidos durante os anos agrícolas 1987/88, 1989/90, 1990/91 e 1991/92. Os experimentos foram conduzidos no Centro de Pesquisa de Fruticultura de Taquari (Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária/SCT), localizado na região da Depressão Central do Rio Grande do Sul, município de Taquari, a 76 m de altitude, 29°48' de latitude Sul e 51°49' de longitude Oeste. O solo do Centro é classificado como Laterítico Bruno Avermelhado Distrófico de textura argilosa e relevo suave ondulado. O clima da região, segundo classificação climática de Köppen, é subtropical úmido de verão quente, do tipo fundamental Cfa.

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

A evapotranspiração máxima da cultura foi determinada a campo, utilizando-se um conjunto de evapotranspirômetros de drenagem do tipo Thornthwaite-Mather. Demais informações sobre a metodologia podem ser obtidas em MATZENAUER et al. (1998b).

O coeficiente Kc_1 é sinônimo de coeficiente de cultura, sendo que a razão (ETm/Rs) é denominada apenas de coeficiente Kc_2, conforme as expressões:

$$Kc_1 = ETm/ETo \quad (1)$$

$$Kc_2 = ETm/Rs \quad (2)$$

Os coeficientes foram determinados nos seguintes subperíodos: da semeadura até 10 dias

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

A evapotranspiração de referência (ETo) foi estimada pelo método de PENMAN (1956), onde:

$$ETo = [(s / \gamma) Rn + Ea] [(s / \gamma) + 1]^{-1} \quad (3)$$

sendo S a tangente à curva de pressão de saturação do vapor d'água versus temperatura do ar (kPa.°C^{-1}), γ a constante psicrométrica (kPa.°C^{-1}), Rn o saldo de radiação expresso em unidades de evaporação (mm) e Ea o termo aerodinâmico (mm), expresso pela função:

$$Ea = 2,63 (e_s - e) (0,5 + 0,537U_2) \quad (4)$$

sendo $(e_s - e)$ o déficit de saturação de vapor d'água do ar (kPa) e U_2 a velocidade do vento a 2m de altura (m.s^{-1}). O saldo de radiação foi estimado pela função ajustada por BARNI (1994).

Os valores do coeficiente de cultura Kc_1 (razão

Os dados de radiação solar global foram registrados em um actinógrafo de rotação diária, do tipo Robitzsch, marca Fuess, instalado em uma estação meteorológica localizada ao lado do experimento, sendo transformados em milímetros de evaporação. Os dados de evapotranspiração de referência e de radiação solar foram determinados nos mesmos subperíodos acima especificados, para o cálculo das relações com a evapotranspiração da cultura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os dados fenológicos do girassol, registrados a cada ano. Os dados de evapotranspiração máxima da cultura (ETm), de evapotranspiração de referência (ETo), de radiação solar global (Rs) e das razões ETm/ETo (coeficiente Kc_1) e ETm /Rs (coeficiente Kc_2), para os anos agrícolas de 1987/88, 1989/90, 1990/91 e 1991/92, são apresentados nas Tabelas 2 a 5, respectivamente, em diferentes subperíodos de desenvolvimento e no ciclo completo da cultura. Na Tabela 6, são apresentados os valores médios dos quatro anos e, na Tabela 7, os valores dos desvios padrões para os dois coeficientes

ETm/ETo), para o ciclo completo do girassol, variaram de 0,73 a 0,89, com uma média, nos quatro anos, de 0,77. MATZENAUER et al. (1998 a) determinaram a razão ETm/ETo para três épocas de semeadura do milho, encontrando valores que variaram de 0,74 a 0,84, portanto, semelhantes aos determinados neste trabalho.

O coeficiente de cultura Kc_1 apresentou valores mais baixos durante os dois primeiros subperíodos que englobam o estabelecimento da cultura (S-10E) e o período vegetativo (10E-40E), com uma média nos quatro anos de 0,43 e 0,65, respectivamente. Os valores mais elevados do coeficiente foram observados durante os subperíodos 40E-IF e IF-FF, que englobam o final do período vegetativo e a floração, com valores médios, respectivamente, de 0,91 e 1,12. No final do ciclo, durante o subperíodo FF-MF, o valor médio do coeficiente foi de 0,82. Estes resultados estão de acordo com os dados obtidos por RITCHIE e BURNETT (1971), os quais relatam que o coeficiente de cultura aumenta com o incremento do IAF. Segundo CAMARGO e PEREIRA (1990),

TABELA 1 - Datas de ocorrência das fases fenológicas do girassol. Centro de Pesquisa de Fruticultura de Taquari, RS, 1987/88 -1991/92

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

em termos práticos, o Kc pode ser considerado como uma função da porcentagem de cobertura do terreno pela folhagem da cultura.

A variação encontrada nos coeficientes, de ano para ano (Tabelas 2 a 5), é esperada, considerando-se que a variabilidade anual das variáveis meteorológicas determinantes da demanda evaporativa da atmosfera, exercem influência semelhante sobre a perda de água de superfícies vegetadas e sobre a evaporação de superfície de água. Como a ETm de culturas depende da demanda evaporativa da atmosfera e das características de cada cultura, as variações observadas são devidas também, a diferenças de crescimento e desenvolvimento das plantas que ocorreram entre os anos, em função das variações dos elementos meteorológicos que afetam a cultura, e das práticas culturais.

TABELA 2 - Evapotranspiração máxima (ETm), evapotranspiração de referência (ETo), radiação solar global (Rs) e coeficientes Kc_1 (ETm/ETo) e Kc_2 (ETm/Rs), em diferentes subperíodos e no ciclo do girassol. Centro de Pesquisa de Fruticultura de Taquari, RS, 1987/88

Subperíodos[1]	duração (dias)	ETm (mm) Total	ETm (mm) média diária	ETo (mm) média diária	Rs (mm) média diária	Kc_1	Kc_2
							S -
10E	20	31,8	1,6	4,4	7,5	0,36	0,22
10E - 40E	30	97,5	3,3	4,7	7,8	0,69	0,42
40E - IF	16	77,7	4,9	5,5	8,7	0,90	0,57
IF - FF	12	74,7	6,2	6,3	9,9	0,90	0,63
FF - MF	25	112,2	4,5	5,7	9,4	0,78	0,48
S - MF	103	393,9	3,8	5,2	8,5	0,73	0,45

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

TABELA 3 - Evapotranspiração máxima (ETm), evapotranspiração de referência (ETo), radiação solar global (Rs) e coeficientes Kc_1 (ETm/ETo) e Kc_2 (ETm/Rs), em diferentes subperíodos e no ciclo do girassol. Centro de Pesquisa de Fruticultura de Taquari, RS, 1989/90

Subperíodos[1]	duração (dias)	ETm (mm) Total	ETm (mm) média diária	média diária	ETo (mm) média diária	Rs (mm) Kc_1	Kc_2
S - 10E	17	40,4	2,4	5,1	8,4	0,46	0,28
10E - 40E	30	135,2	4,5	5,7	9,2	0,79	0,49
40E - IF	15	92,3	6,1	6,2	9,4	1,00	0,66
IF - FF	12	83,8	7,0	6,3	9,9	1,12	0,71
FF - MF	24	136,8	5,7	5,1	8,4	1,10	0,68
S - MF	98	488,5	5,0	5,6	9,0	0,89	0,56

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

TABELA 4.- Evapotranspiração máxima (ETm), evapotranspiração de referência (ETo), radiação solar global (Rs) e coeficientes Kc_1 (ETm/ETo) e Kc_2 (ETm/Rs), em diferentes subperíodos e no ciclo do girassol. Centro de Pesquisa de Fruticultura de Taquari, RS, 1990/91

Subperíodos[1]	duração (dias)	ETm (mm) Total	ETm (mm) média diária	ETo (mm) média diária	Rs (mm) média diária	Kc_1	Kc_2
S - 10E	17	32,3	1,9	3,6	5,9	0,53	0,32
10E - 40E	30	63,8	2,1	4,0	6,2	0,53	0,34
40E - IF	20	93,4	4,7	5,8	9,0	0,81	0,52
IF - FF	13	78,0	6,0	5,5	8,6	1,09	0,70
FF - MF	23	104,0	4,5	6,0	9,3	0,75	0,48
S - MF	103	371,5	3,6	4,9	7,7	0,73	0,47

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

TABELA 5 - Evapotranspiração máxima (ETm), evapotranspiração de referência (ETo), radiação solar global (Rs) e coeficientes Kc_1 (ETm/ETo) e Kc_2 (ETm/Rs), em diferentes subperíodos e no ciclo do girassol. Centro de Pesquisa de Fruticultura de Taquari, RS, 1991/92

Subperíodos[1]	duração (dias)	ETm (mm) Total	ETm (mm) média diária	ETo (mm) média diária	Rs (mm) média diária	Kc_1	Kc_2
S - 10E	17	29,0	1,7	4,4	6,9	0,39	0,25
10E - 40E	30	83,1	2,8	5,1	8,3	0,55	0,34
40E - IF	17	89,6	5,3	5,1	8,2	1,04	0,65
IF - FF	12	76,8	6,4	4,9	7,9	1,30	0,81
FF - MF	23	98,9	4,3	6,0	9,6	0,72	0,45
S - MF	99	377,4	3,8	5,2	8,3	0,74	0,46

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

Os valores do coeficiente Kc_2 (razão ETm/Rs), para o ciclo completo do girassol, variaram de 0,45 a 0,56, com uma média, nos quatro anos de 0,48, indicando que, durante o ciclo completo de desenvolvimento da cultura, em média, 48 % da radiação solar global foi utilizada no processo de evapotranspiração. Para a cultura do milho, MATZENAUER et al. (1998 a) encontraram valores que variaram de 0,45 a 0,51 durante o ciclo completo, para três épocas de semeadura. Estes resultados indicam que a quantidade de radiação solar global utilizada no processo de evapotranspiração é semelhante para as duas culturas.

Da mesma forma que a razão ETm/ETo, o coeficiente Kc_2 apresentou valores mais baixos durante os dois primeiros subperíodos (S-10E e 10E-40E), com uma média nos quatro anos de 0,26 e 0,41, respectivamente, sendo os valores mais elevados também registrados durante os subperíodos 40E-IF e IF-FF, com valores médios de 0,59 e 0,71, respectivamente. No final do ciclo, durante o subperíodo FF-MF, o valor foi de 0,51.

TABELA 6 - Evapotranspiração máxima (ETm), evapotranspiração de referência (ETo), radiação solar global (Rs) e coeficientes Kc_1 (ETm/ETo) e Kc_2 (ETm/Rs), em diferentes subperíodos e no ciclo do girassol. Centro de Pesquisa de Fruticultura de Taquari, RS. Valores médios do período 1987/88-1990/91

Subperíodos[1]	duração (dias)	ETm (mm) Total	ETm (mm) média diária	ETo (mm) média diária	Rs (mm) média diária	Kc_1	Kc_2
S - 10E	18	33,4	1,9	4,4	7,7	0,43	0,26
10E - 40E	30	95,0	3,2	4,9	7,9	0,65	0,41
40E - IF	17	88,3	5,2	5,7	8,8	0,91	0,59
IF - FF	12	78,3	6,5	5,8	9,1	1,12	0,71
FF - MF	24	113,0	4,7	5,7	9,2	0,82	0,51
S - MF	101	408,0	4,0	5,2	8,4	0,77	0,48

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

TABELA 7 - Desvio padrão dos coeficientes Kc_1 e Kc_2

Subperíodos[1]	Desvio Padrão Kc_1	Desvio Padrão Kc_2
S - 10E	0,076	0,044
10E - 40E	0,123	0,074
40E - IF	0,108	0,068
IF - FF	0,165	0,074
FF - MF	0,178	0,107
S - MF	0,078	0,051

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

Os resultados alcançados podem ser considerados representativos, levando-se em conta que são médias de quatro anos de experimentação, podendo ser utilizados para o planejamento e manejo de lavouras irrigadas, estabelecimento de épocas de semeadura e como subsídio à elaboração, aperfeiçoamento e refinamento de zoneamentos agroclimáticos.

CONCLUSÕES

As relações entre a evapotranspiração máxima da cultura do girassol com a evapotranspiração de referência, calculada pelo método de Penman (coeficiente de cultura Kc_1), e com a radiação solar global (coeficiente Kc_2), determinadas neste trabalho, são representativas, levando-se em conta que são médias de um período agrícola de quatro anos.

O subperíodo onde foram verificados os maiores valores para os dois coeficientes, foi durante a floração, com um valor médio, no ciclo completo de 1,12 e 0,71, respectivamente para Kc_1 e Kc_2.

A evapotranspiração máxima do girassol pode ser estimada para diferentes anos e localidades do Rio Grande do Sul, utilizando-se os coeficientes Kc_1 e Kc_2 médios derivados neste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁVILA, A. M.H. de; BERLATO, M.A.; SILVA, J.B. da et al. Probabilidade de ocorrência de precipitação pluvial mensal igual ou maior que a evapotranspiração potencial para a estação de crescimento das culturas de primavera-verão no estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.2, n.2, p.149-154, 1996.

ASSIS, F.N. **O uso do evapotranspirômetro no estudo de algumas relações entre evapotranspiração medida e estimada**. Piracicaba, 1978. 69p. Dissertação (Mestrado) - Agrometeorologia. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz/USP, 1978.

BARNI, N.A. **Modelos de crescimento, desenvolvimento e rendimento do girassol em função da radiação global, temperatura e disponibilidade hídrica**. Porto Alegre, 1994. 249 p. Tese (Doutorado) - Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, UFRGS, 1994.

BERLATO, M.A. **Modelo de relação entre o rendimento de grãos da soja e o déficit hídrico para o Estado do Rio Grande do Sul**. São José dos Campos, 1987. 93p. Tese (Doutorado) -Meteorologia - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1987.

BERLATO, M.A.; MATZENAUER, R.; BERGAMASCHI, H. Evapotranspiração máxima da soja e relaçãoes com a evapotranspiração calculada pela equação de Penman, evaporação do tanque "Classe A" e radiação solar global. **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v.22, n.2, p.251-59, 1986.

CAMARGO, A.P.; PEREIRA, A.R. **Prescrição de rega por modelo climatológico**. Campinas: Fundação Cargill, 1990. 27p. (Série Técnico Científica, 170).

CHANG, Jen-Hu. **Climate and agriculture**: an ecological survey. Chicago: Aldine. 1968. 30p.

CUNHA, G.R. **Evapotranspiração e função de resposta à disponibilidade hídrica em alfafa**. Porto Alegre, 1991. 198 p. Tese (Doutorado) - Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, UFRGS, 1991.

DENMEAD, O.T.; SHAW, R.H. Evapotranspiration in relation to the development of the corn crop. **Agronomy Journal**, Madison, v.51, p.725-726, 1959.

DOSS, B.D.; BENNET, O.L.; ASHLEY, D.A. Evapotranspiration by irrigated corn. **Agronomy Journal**, Madison, v.54, p.497-498, 1962.

FARIAS, J.R.B.; NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A.L. Impactos da seca na produção de soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 20, 1992. Chapecó, **Ata e Resumos** ... Chapecó: EPAGRI. 1993. p.186.

JENSEN, M.E. **Consumptive use of water and irrigation water requeriments**. New York: American Society of Civil Engineers, 1973. 215p

LOMAS, J.; SCHLESINGER, E.; LEWIN, J. Effects of environmental and crop factors on the evapotranspiration rate and water-use efficiency of maize. **Agricultural Meteorology**, Amsterdam, v. 13, p. 239-251, 1974.

MATZENAUER, R. **Evapotranspiração do milho (*Zea mays* L.) e suas relações com fórmulas e parâmetros meteorológicos**. Porto Alegre, 1980. 128 p. Dissertação (Mestrado) - Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, UFRGS, 1980.

MATZENAUER, R. Evapotranspiração de plantas cultivadas e coeficientes de cultura: In: BERGAMASCHI, H. (Coord.), **Agrometeorologia aplicada à irrigação**. Porto Alegre: Editora da Universidade, UFRGS, 1992. p. 33-47.

MATZENAUER, R.; BERGAMASCHI, H.; BERLATO, M.A. et al. Relações entre rendimento de milho e variáveis hídricas. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.3, 1995.

MATZENAUER, R.; BERGAMASCHI, H.; BERLATO, M.A.; MALUF, J.R.T. Evapotranspiração da cultura do milho. II: relações com a evaporação do tanque classe A, com a evapotranspiração de referência e com a radiação solar global, em três épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 15-21, 1998a.

MATZENAUER, R.; MALUF, J.R.T.; BUENO, A.C. Evapotranspiração da cultura do girassol e sua relação com a evaporação do tanque classe "A". **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.4, n.2, p.107-112, 1998b.

MATZENAUER, R.; WESTPHALEN, S.L.; BERGAMASCHI, H. Relações entre a evapotranspiração do milho e as fórmulas de Penman e Thornthwaite. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.18, n.11, p.1207-1214, 1983.

MOTA, F.S.; AGENDES, M.O.O.; SILVA, J.B. et al. Risco de seca para a cultura da soja em diferentes regiões climáticas e unidades de solo do Estado do Rio Grande do Sul. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v.44, n.394, p.11-14, 27-30, 1991.

MOTA, F.S.; AGENDES, M.O.O.; ALVES, E.G.P. et al. Análise agroclimatológica da necessidade de irrigação da soja no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.4, n.1, p.133-138, 1996.

OLIVEIRA, F.A.; SANTANA E SILVA, J.J.; CAMPOS, T.G.S. Evapotranspiração e desenvolvimento radicular do milho irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, p.1407-1415, 1993.

PENMAN, H.L. Evaporation: an introductory survey. **Netherland Journal of Agricultural Science**, Wageningen, v.4, p.9-29, 1956.

RITCHIE, J.T.; BURNETT, E. Dryland evaporative flux in a subumid climate: II. Plant influences. **Agronomy Journal**, Madison, v.63, p.56-72, 1971.

SANTOS, A.O. **Evapotranspiração máxima da alfafa na Depressão Central do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 1993. 106 p. Dissertação (Mestrado) - Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, UFRGS, 1993.

EFEITO DO DIFERIMENTO SOBRE A PRODUÇÃO DE FORRAGEM E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE *Panicum maximum* CV. TOBIATÃ

NEWTON DE LUCENA COSTA[1], JOSÉ RIBAMAR DA C. OLIVEIRA[2], VALDINEI TADEU PAULINO[3]

RESUMO - O efeito da época de diferimento sobre a produção e composição química da forragem de *Panicum maximum* cv. Tobiatã durante a estação seca, foi avaliado em experimento conduzido por dois anos em Ouro Preto do Oeste, Rondônia. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com parcelas divididas e três repetições. As épocas de diferimento (28 de fevereiro, 28 de março e 28 de abril) representavam as parcelas principais e os períodos de utilização (30 de junho, 30 de julho, 30 de agosto e 30 de setembro), as subparcelas. Os resultados obtidos sugerem a viabilidade do diferimento da gramínea, de forma a se ter forragem para a suplementação dos rebanhos durante o período da seca. Com utilizações em junho e julho, o diferimento, em fevereiro, proporcionou os maiores rendimentos de matéria verde seca (MVS). Já, com utilização em agosto e setembro, o diferimento em março foi o mais produtivo. Independente das épocas de diferimento, observou-se redução significativa ($P < 0,05$) dos teores de proteína bruta (PB) e dos coeficientes de digestibilidade *in vitro* da MSV (DIVMVS) com o aumento da idade das plantas. Contudo, os maiores rendimentos de PB foram obtidos com o diferimento em março e as utilizações em julho e agosto. Os maiores coeficientes de DIVMVS foram registrados com o diferimento em março ou abril e utilização em junho. Visando conciliar produção e qualidade da forragem, recomenda-se o diferimento em fevereiro, para utilizações em junho e julho, e o diferimento em março para utilizações em agosto e setembro.

Palavras-chave: matéria seca, proteína, digestibilidade, feno-em-pé

EFFECTS OF PASTURE DEFERMENT ON FORAGE YIELD AND CHEMICAL COMPOSITION OF *Panicum maximum* CV. TOBIATÃ

ABSTRACT - An experiment was conducted in Porto Velho, Rondônia, with the purpose to determine the best time for pasture deferment and utilization of the forage accumulated of *Panicum maximum* cv. Tobiatã for herd supplementation during the dry season. The experimental design was a randomized complete-block (split-plot) with three replications. The periods of deferment began on February 28, March 28 and April 28 and constituted the main plots, and the months of utilization (June 30, July 30, August 30 and September 30) the sub-plots. Results indicate the feasibility of stockpiling the grass during the rainy season, to provide forage for herd supplementation in the dry season. For utilization in June or July, the herbage deferred in February provided higher dry green matter (DGM) yield, while for utilization in August or September, the herbage stockpiled in March was the most productive. The grass, irrespective of deferment dates, showed significant reductions ($P < 0.05$) in crude protein (CP) content and *in vitro* DGM digestibility (IVDGMD) towards the later utilization date. However, the highest CP yields were obtained in herbage stockpiled in March and used in July or August. Deferment starting in March or April and to be used in June produced forage with higher IVDGMD coeficient. In order to obtain higher forage yields with better quality, it is suggested to start deferment in February for pasture utilization in June or July, and in March for pasture utilization in August or September.

Key words: dry matter yield, crude protein, digestibility, standing-hay.

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 conseqüência, há perda de peso dos animais ou redução drástica na produção de leite, além da redução da capacidade de suporte das pastagens.

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.
3. Eng. Agr., Ph.D. - Instituto de Zootecnia. Caixa Postal 60, Nova Odessa, São Paulo.
Recebido para publicação em 05/05/1998.

A conservação do excesso de forragem produzida durante o período chuvoso, sob a forma de feno ou silagem, embora constitua solução tecnicamente viável, é uma prática ainda inexpressiva no Estado. Deste modo, a utilização do diferimento, ou reserva de pastos durante a estação chuvosa, surge como alternativa para amenizar a estacionalidade da produção de forragem durante o ano (ANDRADE, 1993). O diferimento consiste em suspender a utilização da pastagem durante parte de seu período vegetativo, de modo a favorecer o acúmulo de forragem para utilização durante a época seca. Pesquisas realizadas com diversas gramíneas forrageiras tropicais demonstraram a viabilidade desta prática de manejo, desde que sejam selecionadas espécies adequadas para períodos de diferimento e utilização específicos (DAVIS et al., 1987; COSTA, 1989; EUCLIDES et al., 1990; ANDRADE e SALGADO, 1992; ANDRADE, 1993; COSTA et al., 1993).

O presente trabalho teve por finalidade avaliar o efeito do diferimento sobre a produção e composição química da forragem de *Panicum maximum* cv. Tobiatã nas condições ecológicas de Rondônia.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido no Campo Experimental do Centro de Pesquisa Agroflorestal de Rondônia, localizado no município de Ouro Preto do Oeste (400 m de altitude, 10°43' de latitude sul e 62°15'de longitude oeste), durante o período de novembro de 1995 a outubro de 1997.

O clima da região é tropical úmido do tipo Aw, com precipitação anual entre 1650 e 2200 mm, estação seca bem definida (junho a setembro), temperatura média anual de 24,9° C e umidade relativa do ar de 83%.

O solo da área experimental é um Podzólico Vermelho-Amarelo, textura argilosa, com as seguintes características químicas: pH = 6,1; Ca + Mg = 3,20 cmol/dm^3; P = 2 mg/kg e K = 72 mg/kg.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com parcelas divididas e três repetições. As épocas de diferimento (28 de fevereiro, 28 de março e 28 de abril) representavam as parcelas principais e as épocas de utilização (30 de junho, 30 de julho, 30 de agosto e 30 de setembro), as subparcelas. O plantio foi realizado em linhas espaçadas de 0,5 m, utilizando-se 10 kg de sementes/ha (Valor cultural = 20%). Cada parcela foi constituída por quatro linhas de 5 m de comprimento, utilizando-se as duas linhas centrais como área útil e, como bordadura, uma linha em cada lateral e 0,5 m em cada extremidade, sendo a área útil da subparcela de 1 m^2. A adubação de estabelecimento constou da aplicação de 22 kg de P/ha, sob a forma de superfosfato triplo.

Os cortes foram realizados, manualmente, a uma altura de 20 cm acima do solo. Após o corte da área útil, a forragem colhida foi separada em matéria verde e material morto. Da matéria verde foram retiradas amostras, as quais foram colocadas em estufa com circulação de ar quente a 65° C, por 72 horas, para determinação do conteúdo de matéria pré-seca (MS). Posteriormente, as amostras foram moídas em malha de 1 mm e preparadas para a determinação da matéria verde seca (MVS) a 105° C e quantificação dos teores de nitrogênio, coeficientes de digestibilidade *in vitro* da MVS (DIVMVS). A concentração de nitrogênio foi quantificada pelo método micro-Kjeldhal, 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

A análise da variância dos dados referentes à produção anual de MVS revelou significância ($P < 0,05$) para o efeito da interação épocas de diferimento x épocas de utilização. Com utilizações em junho e julho, o diferimento em fevereiro proporcionou os maiores rendimentos de MVS. Já, com utilização em agosto, o diferimento em março foi o mais produtivo, enquanto que com utilização em setembro, os diferimentos em fevereiro ou março não diferiram entre si ($P > 0,05$). Em geral, independente das épocas de diferimento, as utilizações em agosto e setembro apresentaram os maiores rendimentos de MVS, enquanto que, com a utilização em junho, face ao menor período de tempo que as plantas têm para acumular forragem, obtiveram-se os menores rendimentos de MVS (Tabela 1). Da mesma forma, EUCLIDES et al. (1990) verificaram que pastagens de *B. humidicola* e *Cynodon plectostachyus*, diferidas em janeiro ou fevereiro e utilizadas em setembro, proporcionavam maiores rendimentos de forragem do que aquelas utilizadas em maio. Resultados semelhantes foram relatados por ORTEGA e

SAMUDIO (1980) com *Brachiaria radicans*; OMALIKO (1983) com *Panicum maximum* e *C. nlenfuensis*; COSTA et al. (1993) com *B. brizantha* cv. Marandu; e LEITE et al. (1996) com vários genótipos de *B. brizantha*. No entanto, COSTA et al. (1981), avaliando pastagens de *Melinis minutiflora* submetidas ao diferimento em dezembro, janeiro e fevereiro, não observaram efeito significativo das épocas de utilização (junho e setembro); contudo, os maiores rendimentos de MS foram observados com o diferimento em dezembro.

TABELA 1 - Rendimento de matéria verde seca (t/ha) de *Panicum maximum* cv. Tobiatã, em função das épocas de diferimento e utilização

Épocas de diferimento	Épocas de utilização			
	Junho	Julho	Agosto	Setembro
Fevereiro	A 5,47 b	A 6,44 ab	B 7,08 a	AB 5,89 b
Março	B 4,38 c	B 5,31 c	A 8,10 a	A 6,72 b
Abril	C 2,23 c	C 3,42 b	C 5,46 a	B 5,35 a

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna, e minúscula, na linha, não diferem entre si (P > 0,05) pelo teste de Tukey.

Em geral, as produções de forragem verificadas, com utilizações em agosto ou setembro, independente das épocas de diferimento, foram satisfatórias, superando em mais de 200% aquelas reportadas por COSTA et al. (1988) e COSTA e OLIVEIRA (1994) em diversas localidades de Rondônia, avaliando 20 ecótipos de *P. maximum*, durante o período de estiagem, sem a utilização do diferimento.

Com relação aos teores de PB, observou-se decréscimo significativo (P < 0,05) à medida que se aumentava a idade das plantas (Tabela 2). O maior teor foi verificado com o diferimento em abril (8,9%), vindo, a seguir, os diferimentos em março (7,98%) e fevereiro (6,58%). Quanto aos períodos de utilização, junho proporcionou o maior valor (9,27%), seguindo-se julho (8,2%), ficando agosto (7,21%) e setembro (6,54%) com as menores concentrações. Estes valores são superiores aos obtidos por COSTA e OLIVEIRA (1994) para diversos ecótipos de *P. maximum*.

TABELA 2 - Teores de proteína bruta (%) de *Panicum maximum* cv. Tobiatã, em função das épocas de diferimento e utilização

Épocas de diferimento	Épocas de Utilização				
	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Médias
Fevereiro	8,12	7,06	6,05	5,10	6,58 c
Março	9,05	8,58	7,40	6,68	7,98 b
Abril	10,63	8,97	8,18	7,80	8,90 a
Médias	9,27 a	8,20 b	7,21 c	6,54 c	

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

O conteúdo de PB é um dos principais fatores que limita o crescimento e a produção animal em pastagens de gramíneas tropicais. Considerando-se que teores de PB inferiores a 7% são limitantes à produção animal, pois implicam em baixo consumo voluntário, menores coeficientes de digestibilidade e balanço nitrogenado negativo (MILFORD e MINSON, 1966), verifica-se que a gramínea atenderia às exigências nutritivas mínimas dos animais, quando utilizada em junho, julho e agosto, independente das épocas de diferimento. Segundo MILFORD e HAYDOCK (1965), um teor de 7,2%

de PB e 49% de DIVMS são exigidos para a manutenção de vacas consumindo gramíneas forrageiras tropicais. Declínios significativos na percentagem de PB, à medida que as plantas forrageiras maturam, foram reportados para diversas gramíneas (DAVIS et al., 1987; COSTA, 1990; EUCLIDES et al., 1990).

Os rendimentos de PB foram significativamente afetados ($P < 0,05$) pela interação épocas de diferimento x épocas de utilização (Tabela 3). Com o diferimento em fevereiro, utilizações em junho, julho ou agosto foram as mais produtivas. Com o diferimento em março, os maiores rendimentos de PB foram obtidos com utilizações em julho ou agosto, enquanto que, com o diferimento em abril, as utilizações em agosto ou setembro não diferiram entre si ($P > 0,05$) e foram superiores às demais. Com utilizações em junho ou julho, os diferimentos em fevereiro ou março proporcionaram os maiores rendimentos de PB. Com utilização em agosto, o diferimento em março foi o mais produtivo, enquanto que em setembro não se observaram diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os diferimentos em março ou abril, os quais foram superiores ($P < 0,05$) ao diferimento em fevereiro. Resultados semelhantes foram reportados por OMALIKO (1983), POSTIGLIONI (1987), EUCLIDES et al. (1990) e COSTA et al. (1993). No entanto, COSTA et al. (1981) não verificaram diferenças significativas nos rendimentos de PB de pastagens de *M. minutiflora* utilizadas em junho ou setembro, independente das épocas de diferimento (dezembro, fevereiro ou março).

TABELA 3 - Rendimento de proteína bruta (kg/ha) de *Panicum maximum* cv. Tobiatã, em função das épocas de diferimento e utilização

Épocas de	Épocas de utilização			
diferimento	Junho	Julho	Agosto	Setembro
Fevereiro	A 438 a	A 452 a	B 424 a	B 296 b
Março	A 380 c	B 506 ab	A 592 a	A 447 bc
Abril	B 233 b	B 305 b	B 442 a	A 413 a

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si ($P > 0,05$) pelo teste de Tukey

Os coeficientes de DIVMVS foram significativamente afetados ($P < 0,05$) pelas épocas de diferimento e utilização (Tabela 4). Os maiores valores foram registrados com o diferimento em abril (57,8%) e utilização em junho (60,9%). Estes resultados estão em concordância com os relatados por DAVIS et al. (1987) e EUCLIDES et al. (1990) para diversas gramíneas forrageiras tropicais. A redução na digestibilidade da forragem, à medida que a planta envelhece, decorre de modificações estruturais no tecido vegetal, com elevação dos teores de fibra e lignina e redução dos teores de PB, que dificultam a ação dos microrganismos do rúmen sobre a forragem ingerida (CRAMPTON, 1957). Durante o período de utilização, independente das épocas de diferimento, verificou-se decréscimo acentuado dos coeficientes de DIVMS que, em termos relativos, foi de 0,14% por dia em julho versus junho; 0,13% por dia em agosto versus julho, e 0,12% por dia em setembro versus agosto. Esses valores são semelhantes àqueles relatados por MINSON (1971), que estimou uma taxa diária de decréscimo na digestibilidade de gramíneas forrageiras tropicais em torno de 0,1% ao dia.

TABELA 4 - Coeficientes de digestibilidade *in vitro* da matéria verde seca (%) de *Panicum maximum* cv. Tobiatã, em função das épocas de diferimento e utilização

Épocas de	Épocas de utilização				
diferimento	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Médias
Fevereiro	58,3	51,8	50,4	46,2	51,7 c
Março	60,4	57,7	52,1	49,4	54,9 b
Abril	63,9	60,6	55,4	51,5	57,8 a
Médias	60,9 a	56,7 b	52,6 c	49,0 c	

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

CONCLUSÕES

1. O diferimento da forragem de *P. maximum*, no final do período chuvoso, de modo a acumular forragem para a utilização durante o período seco, pode ser uma prática tecnicamente viável;

2. O diferimento em abril, com utilizações em junho e julho proporciona forragem com maiores teores de proteína bruta; contudo, os maiores rendimentos foram verificados com o diferimento em março para utilizações em julho e agosto;

3. os maiores coeficientes de DIVMVS foram registrados com o diferimento em abril e utilização em junho;

4. visando conciliar rendimento, composição química e digestibilidade *in vitro* da forragem, recomenda-se o diferimento em fevereiro, para utilizações em junho e julho, e diferimento em março, para utilizações em agosto e setembro.

BIBLIOGRAFIA CITADA

ANDRADE, I.F. Efeito da época de vedação na produção e valor nutritivo do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cv. Mineiro. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.22, n.1, p.53-63, 1993.

ANDRADE, I.F.; SALGADO, J.G.F. Efeito da época de vedação do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cultivar Cameroon sobre a produção e seu valor nutritivo. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.21, n.4, p.637-646, 1992.

COSTA, N. de L. **Efeito da época de diferimento sobre a produção de forragem e composição química de capim-elefante cv. Cameroon.** Porto Velho: EMBRAPA-UEPAE, 1989. 4p. (Comunicado Técnico, 83)

COSTA, N. de L. **Avaliação agronômica de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* cvs. Cameroon e Anã) sob três freqüências de corte.** Porto Velho: EMBRAPA-UEPAE, 1990. 4p. (Comunicado Técnico, 86)

COSTA, N. de L.; OLIVEIRA, J.R. da C. Evaluación agronómica de accesiones de *Panicum maximum* en Rondônia. **Pasturas Tropicales**, Cali, v.16, n.2, p.44-47, 1994.

COSTA, J. L.; CAMPO, J.; GARCIA, R.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Efeito da época de vedação sobre o valor nutritivo de capim-gordura (*Melinis minutiflora* Paul de Beauv.) como pasto de reserva para o período da seca. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.10, n.4, p.765-783, 1981.

COSTA, N. de L.; GONÇALVES, C.A.; OLIVEIRA, J.R. da C. **Rendimento de gramíneas forrageiras em Ariquemes-RO.** Porto Velho: EMBRAPA-UEPAE, 1988. 4p. (Comunicado Técnico, 63)

COSTA, N. de L.; OLIVEIRA, J.R. da C.; PAULINO, V.T. Efeito do diferimento sobre o rendimento de forragem e composição química de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em Rondônia. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.22, n.3, p.495-501, 1993.

CRAMPTON, E.W. Interrelation between digestible nutrient and energy content, voluntary dry matter intake, and overall feeding value of forages. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.16, n.3, p.546-552, 1957.

DAVIS, C.E.; JOLLEY, V.D.; MOOSO, G.D.; ROBINSON, L.R.; MORRECKS, R.D. Quality of stockpiled bigalta limpograss forage at varying fertility levels. **Agronomy Journal**, Madison, v.79, n.1, p.229-235, 1987.

EUCLIDES, V.P.B.; VALLE, C.B. do; SILVA, J.M. da; VIEIRA, A. Avaliação de forrageiras tropicais manejadas para a produção de feno-em-pé. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, n.1, p.63-68, 1990.

LEITE, G.G.; COSTA, N. de L.; GOMES, A.C. Efeito do diferimento sobre a produção e qualidade da forragem de genótipos de *Brachiaria* spp. em cerrado do DF. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1996, p.221-223.

MILFORD, R.; HAYDOCK, K.P. The nutritive value of protein in subtropical pasture species grown in south-east Queensland. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, Victoria, v.5, n.1, p.13-17, 1965.

MILFORD, R.; MINSON, D.J. Intake of tropical pasture species. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 9., 1966, São Paulo. **Proceedings...** São Paulo: Secretaria de Agricultura, 1966, p.815-822.

MINSON, D.J. The nutritive value of tropical pastures. **Journal of Australian Institute of Agriculture Science**, Victoria, v.37, p.255-263, 1971.

OMALIKO, C.P. Stockpiling of three tropical forage grasses species. **Agronomy Journal**, Madison, v.75, n.4, p.677-679, 1983.

ORTEGA, C.M.; SAMUDIO, C. Efectos de la fertilización y edad de corte en la composición química de tres gramineas bajo utilización diferida. **Ciencia Agropecuária**, Ciudad de Panamá, v.3, n.1, p.77-83, 1980.

POSTIGLIONI, S.R. **Épocas de diferir *Hemarthria altissima* e o capim estrela *Cynodon nlenfuensis* como forma de reservar forragem para o outono-inverno.** Londrina: IAPAR, 1987. 7p. (IAPAR. Informe da Pesquisa, 70).

TILLEY, J.M.A; TERRY, R.A. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. **Journal of British Grassland Society**, Hurley, v.18, n.2, p.104-111, 1963.

EFFECT OF INSECTICIDES ON PREDATORS AND PARASITOIDS OF SOYBEAN PESTS

DÉCIO LUIZ GAZZONI[1], IVAN CARLOS CORSO[1], MAURÍCIO MIGUEL[2]

ABSTRACT - To evaluate the effect of chemical and biological insecticides on predators and parasitoids of soybean pests, an experiment with randomized block design, with plots measuring 100 x 100 m replicated three times, was set up. The treatments were applied two times on each plot, the first for controlling the velvetbean caterpillar (*Anticarsia gemmatalis*), and the second for stink bugs (*Nezara viridula, Piezodorus guildinii* and *Euschistus heros*) control. The treatments consisted of the insecticides and doses (g a.i./ha) applied two times: 1. endosulfan (210/525); 2. lambda-cyhalothrin; (4.5/9); 3. monocrotophos (96/180); 4. *Baculovirus anticarsia* (24 g formulated)/monocrotophos (120) + NaCl (0.5%). The shock method was used to sample the arthropod population, by applying a broad spectrum insecticide (dichlorvos) over the sampling area, collecting the dead insects on plastics placed on the ground and transferring them to the laboratory to be identified and counted. All insecticide treatments reduced the number of predators two days after being applied to control stink bugs, but only lambda-cyhalothrin showed a lower population than the check, 26 days after the first application. The determination index of parasitoid versus total dipterans population was r^2=0.99, meaning that the insecticide effect over the total dipterans and the population of parasitoids of this orders was the same. The parasitoids populations and the index of parasitism of pests were not affected by the treatments.

Key words: *Glycine max*, velvetbean caterpillar, stink bugs.

EFEITO DE INSETICIDAS SOBRE PREDADORES E PARASITÓIDES DE PRAGAS DE SOJA

RESUMO - Um experimento foi instalado para avaliar o efeito de alguns inseticidas químicos e biológicos sobre predadores e parasitóides de pragas de soja, utilizando-se o delineamento de blocos ao acaso com três repetições, e parcelas medindo 100 m x 100 m. Os tratamentos consistiram em duas aplicações de inseticida, sendo a primeira para controle da lagarta da soja (*Anticarsia gemmatalis*) e a segunda para o controle de percevejos (*Nezara viridula, Piezodorus guildinii e Euschistus heros*). Os inseticidas e doses (g i.a./ha) utilizados (1ª. e 2ª. aplicação) foram: 1. endossulfan (210/525); 2. lambda-cialotrina (4,5/9); 3. monocrotofós (96/180); *Baculovirus anticarsia* (24g formulado)/ monocrotofós (120) + NaCl (0,5%). O método do choque foi utilizado para amostrar a população de artrópodos, aplicando-se um inseticida de largo espectro (diclorvos) sobre a área a amostrar, coletando os insetos mortos sobre um plástico, colocado entre as linhas de soja, e transportando os insetos para o laboratório, onde foi procedida a identificação dos mesmos. Todos os inseticidas reduziram o número de predadores, dois dias após a aplicação para controle de percevejos; porém, 26 dias após a primeira aplicação, apenas lambda-cialotrina reduziu a população de predadores, em relação à testemunha,. O índice de determinação dos dípteros parasitóides, contrastado com o total de dípteros, foi de r^2 = 0.99, significando que a variação dos grupos tem causa comum. As populações de parasitóides e os índices de parasitismo não foram afetados pelos tratamentos.

Palavras-chave: *Glycine max,* lagarta da soja, percevejo.

INTRODUCTION

Insecticides are powerful tools for regulating outbreaking pest populations, and are often the only available to growers when pests approach the economic damage level. The concept of Integrated Pest Management includes the harmonic use of pest control techniques, in order to avoid a negative effect of one over the other. In the case of using insecticides as a tactic for pest control, a consideration must be made about its selectivity to natural enemies. The key point is how to use pesticides so that their maximum benefits can be obtained and, at the same time, minimizing its non-

1. Eng. Agr., M.Sc. - Researcher at Embrapa-Soja - Caixa Postal, 231, 86001-970 Londrina, PR. E-mail: gazzoni@cnpso.embrapa.br
2. Undergraduate student - Londrina State University, Londrina, PR.
Recebido para publicação em 15/07/1998.

target effects.

Selectivity has a relative sense, as all pesticides have a degree of selectivity. At one extreme, a chemical that sterilizes the area, where it has been applied, would be a true non-selective one, whereas a pesticide that only kills the target organism and nothing else would be completely selective. In this last case some insect viruses are the best known examples. Two types of selectivity should be considered: the intrinsic selectivity of the chemical and its selective use. Insecticides possessing inherent low toxicity to all non-target species are unusual. The selectivity concept should be expressed in relation to the arthropod community to whom differential impact is desired, as the insecticide effect can vary according to the beneficial organism (predator or parasitoid), or its feeding habit (chewing or sucking). In this context, the degree of intrinsic selectivity can be different among crops or regions, depending on the community composition. OLIVEIRA et al. (1988) produced a comprehensive study on the intrinsic selectivity of several insecticides on natural enemies of soybean pests in Brazil.

A recently developed group of insecticides, the non-steroidal ecdysteroid agonists could be an example of intrinsically low toxicity to beneficials. Insecticides of this group, like the tebufenozide, induce an anticipation of larval molt, by interfering directly with the ecdysteroid receptors, which is lethal to the insect (ALLER and RAMSAY, 1988; CHANDLER et al., 1992; SILHACEK et al., 1990; WING et al., 1988). No effects of tebufenozide on *Orius insidiosus* (SMAGGHE and DEGHEELE, 1994) or *Podisus nigrispinus* and *P. maculiventris* (SMAGGHE and DEGHEELE, 1995) were observed. Diflubenzuron is also largely considered as having a high degree of intrinsic selectivity, as its innocuity has been proved to predacious mites (HASSAN et al., 1987; RIEDL and SHEARER, 1988), Coccinelidae (WESTGARD et al., 1986), carabids (PASINI and FOERSTER, 1989), neuropterans (ABLES et al., 1977; FYE, 1985), hemipterans (CIGLAR and CVETVOKIC, 1989; HOYING and RIEDL, 1980), earwigs (DRUKKER and BLOM, 1985) or parasitoids like himenopterans (HOUSE et al., 1980; NAVARAJAN, 1988) or dipterous (HASSAN et al., 1987). Otherwise, some studies showed the effect of diflubenzuron on beneficials, like mortality or reproduction abnormalities in *Amblyseius gossipi* (EL-BANHAWY and REDA, 1988), *Chrysopa carnea* (HASSAN et al., 1987; ZAKI and GESRAHA, 1987), *Deraecoris brevis* and *Anthocoris nemoralis* (BURTS, 1983), and *Cirrospilus vitratus* (MEY, 1988). Sub-lethal effects, like morphological abnormalities, body weight and mobility reduction, were also observed as side effects of diflubenzuron on *Forficula auricularia* by SAUPHANOR et al. (1993).

The selective use of insecticides can be achieved by reducing the number of applications or field rates, timing applications as to desynchronize with beneficials peak populations or most affected instars, and leaving refugia for predators and parasitoids in the field. Alternating insecticide application on apple orchards, so even rows were sprayed seven days after odd rows, improved the insecticide selectivity according to ASQUITH (1973). CROFT and BROWN (1975) observed that even insecticides with low degree of selectivity to a predacious mite (*Amblyseius fallacis*) could be used in a selective way during the spring, when the mites were in the soil. CORSO and GAZZONI (1995) failed to demonstrate refugia importance to selectivity, as none of the insecticides studied reduced the beneficials population, in order to allow refugia to be an important selectivity factor.

The main objectives of this study were to determine the seasonal-long impact of insecticides on predators and parasitoids of soybean pests and on the parasitism index; to observe the occurrence of secondary pest outbreak and pest population resurgence; and to determine possible differences between the effect of insecticides on Diptera in general, as compared to parasitoid population of species of this order.

MATERIAL AND METHODS

The experiment was carried out at Tibagi farm, (Sertanópolis, Paraná). Soybean cv. BR-37 was planted in Nov. 24, 1993, with rows spaced by 0.38cm, and 20 plants per meter. The experimental design used was a randomized block with three replications, and plots measuring 100 m x 100 m. Treatments used are presented in Table 1.

Table 1. Insecticides and doses used to verify its selectivity to beneficial arthropods

Velvetbean caterpillar (VBC)		Stink bugs (SB)	
Insecticide	**Dose (g a.i./ha)**	**Insecticide**	**Dose (g a.i./ha)**
Endosulfan	210	Endosulfan	525
Lambda-cyhalothrin	4.5l	Lambda-cyhalothrin	9
Monocrotophos	96	Monocrotophos	180
Baculovirus anticarsia	20*	Monocrotophos + salt**	120
Control (prophenophos)	40	Control	

* 20 g commercial formulation/ha.
** NaCl at 0.5% in insecticide solution

Insecticides and doses were selected among the most commonly used by soybean growers (GAZZONI, 1994). Addition of salt (NaCl) to the insecticide solution in the sprayer tank is a technology developed by CORSO (1988), which resulted in a reduction of ca. 50% in the insecticide field application dose without reducing the target pest mortality. The insecticide prophenophos, known for its low impact upon soybean pest predators (OLIVEIRA et al., 1988), was applied on the control plots at 40% of the recommended dose, to partially control the population of the velvetbean caterpillar (*Anticarsia gemmatalis*), avoiding possible large defoliation and consequent disturbance of pest and natural enemies distribution in the field by shortage of food. A tractor-propelled sprayer, delivering 180 l/ha, applied the insecticides. Applications were made on January 5, for the control of the velvetbean caterpillar, and on February 21, for control of the stink bug complex (mainly *Nezara viridula, Piezodorus guildinii* and *Euschistus heros*), which are the key pests to soybeans in Brazil.

Both, pests and natural enemies, were sampled each week, from January 4 up to the soybean harvesting (March 24). In each plot, a permanent flag placed in the plots identified four sampling sites located at ca. 30 m of the nearest plot edges. Inside a circle of 10 m radius, centered on the flag, 4 m of soybean row were sampled each week. Samples were assigned to a cardinal point, rotating clockwise weekly, to avoid effect of one week sampling over the next one. The shock technique was used, consisting of spraying a broad spectrum insecticide (dichlorvos 500 g a. i./ha) over the soybean rows to be sampled, and collecting dead insects fallen on a cloth placed on the ground. Insects were transferred to the laboratory, to be identified and counted. All phytophagous and beneficial insects were identified to the lowest possible taxonomic level, but specifically parasitoids were identified to species or genus level, to compare the effect of treatments on beneficial and other species of Diptera and Hymenoptera.

The mortality factors of both, *A. gemmatalis* larvae and stink bug eggs, were recorded in the laboratory. Ten VBC larvae of 3rd. instar were collected from each plot, in three sampling dates between January 4 to 17. Larvae were placed in Petri dishes and fed on soybean leaves previously sterilized with a 5% NaClO water solution washing. The causes of mortality were established, and dead insects were discarded, as well as moths normally emerged. Egg parasitism index was established by collecting 10 egg masses of *N. viridula* from each plot, in each sampling date from March 3 to 24. When the egg masses of *N. viridula* did not reach the established number, egg masses of *P. guildinii* and *E. heros* were collected to complete the sample. Eggs were placed in Petri dishes containing sterilized soybean pods, and were observed until nymphal hatching or the emergence of parasitoids.

Data were submitted to ANOVA using the SANEST package (ZONTA et al., 1982), after being tested for its suitability to the requirements of the analysis of variance. When ANOVA showed a significant effect, means of treatments were compared using the Duncan's multiple range test at 5% of probability.

RESULTS AND DISCUSSION

Predators - Major species of predators found on the experiment were nabids, geocorids and *Orius* sp. (Hemiptera), *Callida* sp. (Coleoptera) and spiders, but data will be presented only for predators as a group, as the number of individuals of each species is usually low on each date, and also shows a high variability. For the most frequent predators found on the plots, the population of *Orius* sp. peaked in February 1 (data not shown), and almost disappeared from the field by the end of February, probably due to the lack of its preferred preys.

Almost the same seasonal trend was observed for *Tropiconabis* species, while the spiders distributed all over the season. The most likely explanation for this behavior is linked to the preferred host, as the range of hosts for spiders includes more preys than the other predators; nevertheless, generally they are polyphagous. Considering predators as a group, significant differences were found between the control and lambda-cyhalothrin (Figure 1), for the evaluation made 26 days after controlling VBC, following a trend of lower predators number, after the insecticide application. The predators number recovery was observed only 41 days after application, when this treatment showed the highest number, but not significantly different from the other treatments. These results were similar to those obtained by WHITE et al. (1992), where effects of this insecticide on natural enemies lasted 24 days, and there was a populational recovery to control plot levels at the time of subsequent infestations of *A. gemmatalis*, thus preventing the reaching of economic damage levels.

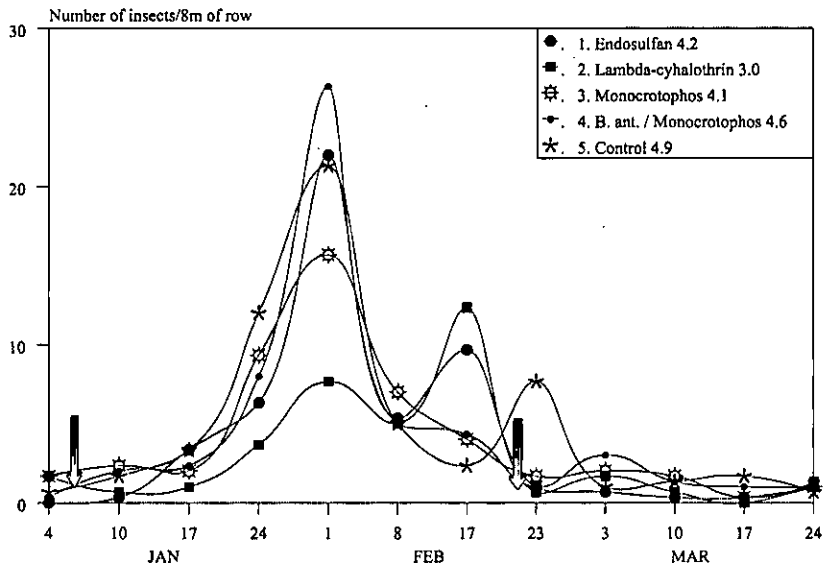


FIG. 1. Effect of experimental treatments on the total population of predators, on the specified dates.

A significant difference was also observed among the control and all insecticides, three days after application for the control of stink bugs. In this case, the most probable explanation for the difference on the second application, and not on the first, is due to the doses of the insecticides, which are at least the double for controlling stink bugs, when compared to velvetbean caterpillar. Also, the application of the innocuous *B. anticarsia* was replaced by monocrotophos + NaCl, less selective than the biological insecticide.

The seasonal accumulated number of predators was significantly lower for plots receiving lambda-cyhalothrin, when compared to the control. The same results were observed by WHITE et al. (1992), who indicated lack of selectivity of lambda-cyhalothrin to *Nabis capsiformis*. These authors did not accumulate the individual sampling values to make it possible to compare with present data; nevertheless evidences are that a lower number during 24 days would lead to seasonal-long lower number of predators.

At the predators peak, plots receiving monocrotophos presented 70% of the control numbers, but this difference was not significant, as the predators total number was so low that variation prevented observed differences to be significant. This difference was particularly due to reductions on the number of individuals of *Orius* and *Tropiconabis* (data not shown). HEINRICHS et al. (1979) stated that geocorids and nabids species were severely affected by monocrotophos at 250 g a.i./ha, resulting in significant differences compared to the control. In the present experiment lower doses of the insecticide were used, which explains a lesser impact of this insecticide on the predators. This kind of result can be an evidence of selective use of a non-selective insecticide, by reducing its field application dose to a minimum, in order to have sufficient pest control and reduced non-target effects.

The number of predators on plots treated with endosulfan was similar to the control plots. Endosulfan is known as a potent acaricide and had an impact on arachnid species. On a lesser extent, lambda-cyhalothrin and monocrotophos also reduced spiders number on the plots after the second application, notwithstanding significantly different from other treatments (data not shown). Monocrotophos partially affected the spiders population on the work of SONTAKKE (1993), even though phosphorinated insecticides are considered very toxic to arachnid species, as observed by SHUNMUGAVELU and PALANICHAMY (1991), PATEL et al. (1986), PATEL and NIGAM (1989) and BARATHI et al. (1982). The particular impact on spiders was not consistently observed on the overall predators (Figure 1), as arachnid constituted a minor fraction of the predators.

Parasitoids - Several species of parasitoids were identified, whereas *Trissolcus basalis, Telenomus* spp. (Hymenoptera), *Patelloa similis*, and *Eutrichopodopsis nitens* were the most commonly found ones. Species of Diptera were largely dominant over Hymenoptera, for parasitoid or non-parasitoid species. Comparing dipterans as a whole (Figure 2) with dipterans parasitoids (Figure 3), evidences are that parasitoids were higher at the end of January, while non-parasitoid species were dominant during the rest of the soybean season. No statistical differences were observed between treatments for each parasitoid species, for the group of parasitoids and even for Diptera species (Figure 2 and 3) or Hymenoptera (Figure 4), as well as for the sum of specimens of both orders.

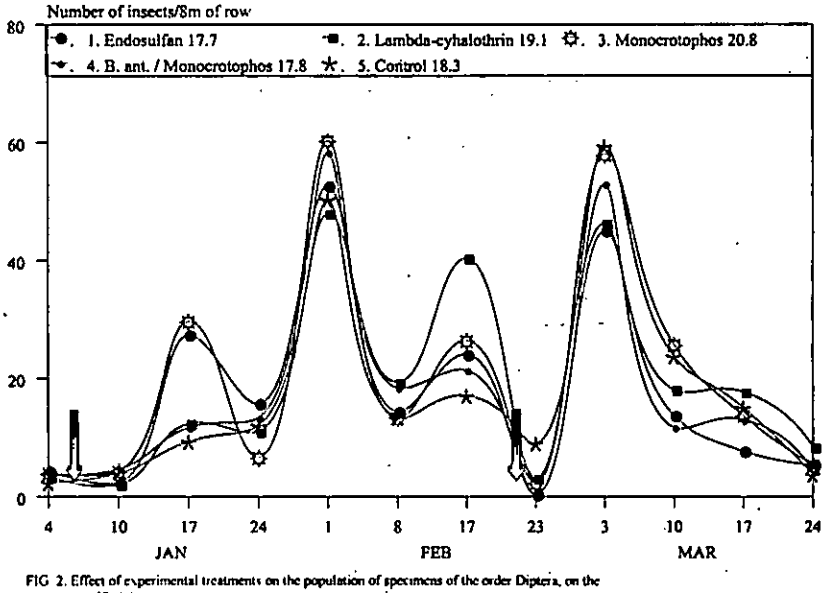


FIG 2. Effect of experimental treatments on the population of specimens of the order Diptera, on the specified dates

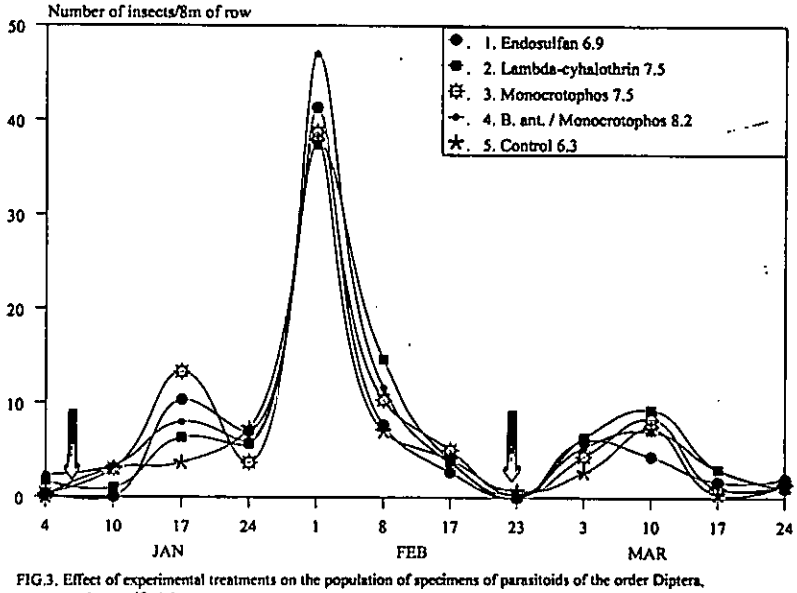


FIG.3. Effect of experimental treatments on the population of specimens of parasitoids of the order Diptera, on the specified dates.

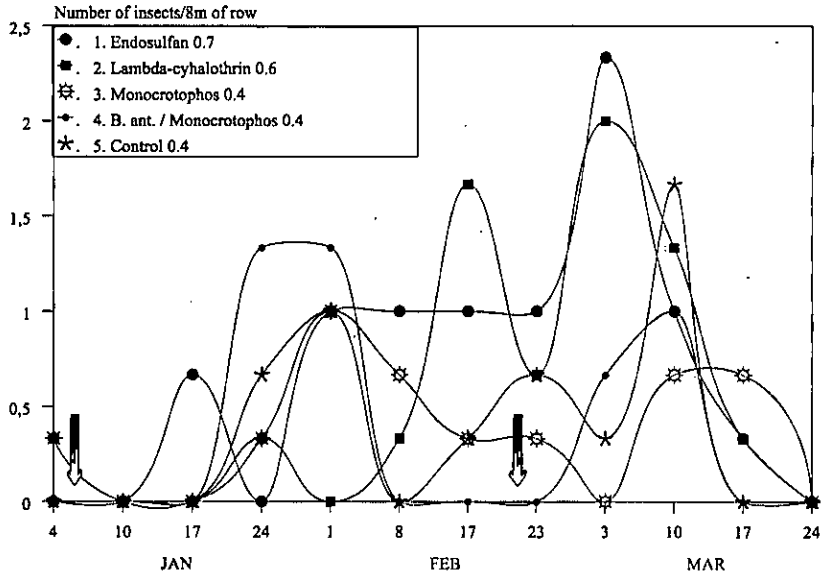


FIG. 4. Effect of experimental treatments on the population of specimens of the order Hymenoptera, on the specified dates.

The identification of each Hymenoptera or Diptera species when dealing with large number of samples, containing several species of different families, and also a large number of small size specimens is a time-consuming task, with field samples taking several days instead of minutes to be completely evaluated. Also it demands large evaluation teams, the support of taxonomists, normally requiring sending insects to specialists to identify to species level. This careful and complete procedure takes a lot of time, personnel and turns investigation budgets too expensive, often being impeditive to evaluate the impact of insecticides over the community of beneficial insects. In this study, it was correlated the impact of the treatments over two distinct groups of Diptera species: group one, consisting of exclusive identified parasitoid species; and group two, comprising all species of insects of these orders. Adjustment of seasonal populations of the two groups best fitted to a quadratic model ($Y= -2.9 + 0.3X + 0.0005X^2$), with a determination coefficient $r^2=0.99$, where the dependant variable is the parasitoid number. In spite of being significant, the quadratic component of the equation is very low, so the strongest relationship between the two insect groups is of a linear model. From this study is possible to infer that the source of variation of the number of both groups is the same, as demonstrated by the determination coefficient. In this sense, it is understood that, under the conditions of this experiment, it was possible to estimate the effect of insecticides over parasitic species of Diptera, by evaluating the impact of the chemicals upon the total number of individuals of this order.

Data on mortality of *A. gemmatalis* collected in the field and reared in the laboratory are presented on Figure 5. It was observed higher mortality caused by entomopathogens (especially *B. anticarsia* and *N. rileyi*) for those larvae collected on plots where chemical insecticides were applied. The possible explanation is that larvae were stressed by sub-lethal effects of insecticides, partially depressing their immunologic defense system, turning them more susceptible to disease infection. Plots receiving endosulfan presented the highest mortality caused by larval diseases (24%), but no parasitoid emergence was observed. It is supposed that parasitised larvae died first by disease infection, and in this case this insecticide would particularly favor insect diseases. Overall mortality caused by natural enemies (entomopathogens and parasitoids), on plots where chemical insecticides were applied, is the same (ca. 24%), reinforcing the conclusion of endosulfan favoring insect diseases incidence. Also the mortality on these treatments was higher than the observed for the control or plots receiving *B. anticarsia*, although no significant differences were found. Probably the most susceptible portion of the VBC population which received a *B. anticarsia* spraying died directly in the field, and larvae collected on these plots were just ones surviving the viral treatment, and might be slightly more tolerant to the virus, causing less viral mortality than plots receiving chemical insecticide.

Effects of treatments on stink bug eggs parasitoids are presented on Figure 6. The most frequent parasitoids found were *Trissolcus basalis* and *Telenomus* spp. The first species was dominant

on *N. viridula* eggs, but species of *Telenomus* prevailed on *P. guildinii* and *E. heros* eggs. No significant differences were observed between the control and the insecticide treatments. The general trend was the decreasing of parasitism index for all treatments, including the control, towards the end of the season. Seasonal means indicated that plots receiving both lambda-cyhalothrin or *B. anticarsia* plus monocrotophos and salt showed the highest index of parasitism, while lower numbers of parasitised egg masses were associated with monocrotophos at full rate and the control, but none of these differences were significant.

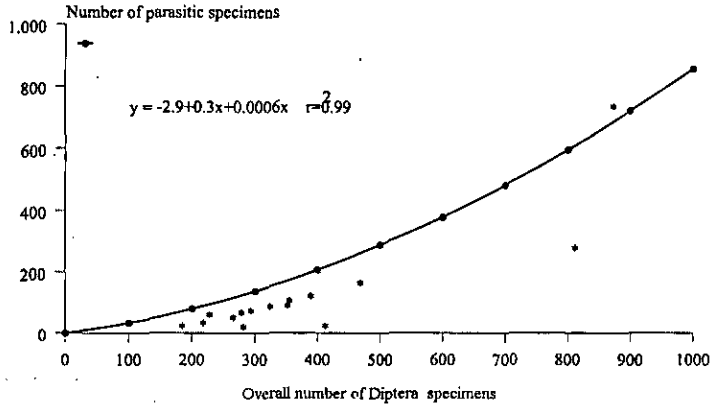


FIG. 5. Graphical correlation between parasitic and overall Diptera specimens, fitness equation and its coefficient of determination.

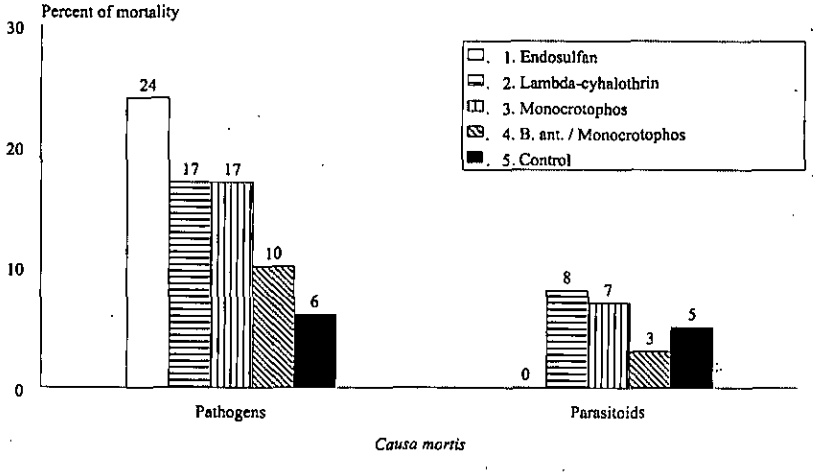


FIG. 6. Causa mortis and mean percent mortality of larvae of Anticarsia gemmatalis collected in the experimental plots and reared in the laboratory.

Pest resurgence and secondary pest outbreaks

The key pests like *A. gemmatalis* and the stink bug complex (mainly *N. viridula, P. guildinii* and *E. heros*) were followed throughout the season to observe possible population resurgence due to reduction of populations or activity of the natural enemies. Figure 7 shows the seasonal population of VBC, while stink bug complex is shown on Figure 8. No ressurgence of the stink bug complex was observed, as would happen if the insecticides had adversely affected the biological control agents population or activity. Population of VBC had a larger first peak on plots sprayed with *B. anticarsia*, due to the time required for contaminated larvae to die, generally seven days. As the sampling was made five days after application, and did not discriminate between healthy and diseased individuals, an erroneous impression of unsuccessful control may arise. Population of larvae on the control situated half-way between *B. anticarsia* and the other treatments, due to an application of prophenophos at 40% of the recommended rate. The application aimed to partially control the VBC population, avoiding large defoliation and consequent

strong reduction of the VBC population. The lack of prey would possibly cause migration or death of natural enemies. In this case, an erroneous comparison would arise, as control plots could present a lower number of individuals of natural enemies, and might favor an insecticide with higher impact on the biological control agents.

Data on phytophagous coleopterans species (Figure 9) are shown, as representative of soybean secondary pests, being, normally, the most frequent on soybeans grown in the region where the experiment was carried out. Again, no deleterious effect of the treatments could be observed on both groups of insects, leading to the conclusion that the impact of treatments was not enough to induce pest population outbreaks.

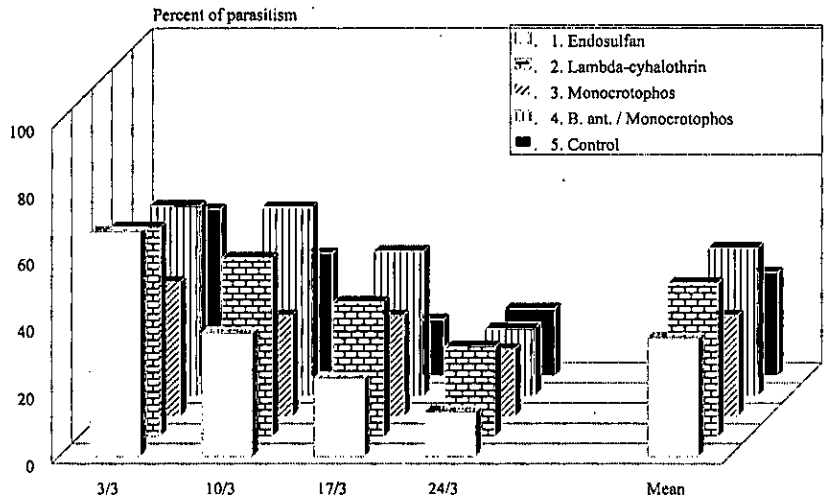


FIG. 7. Percent of parasitism of eggs of stinkbugs, collected on experimental plots and reared in the laboratory

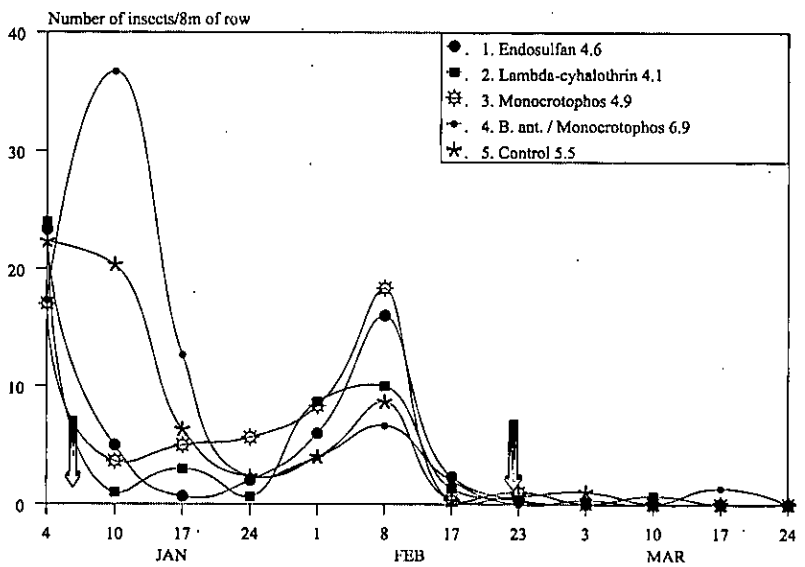


FIG. 8. Effect of experimental treatments on the population of Anticarsia gemmatalis, on the specified dates.

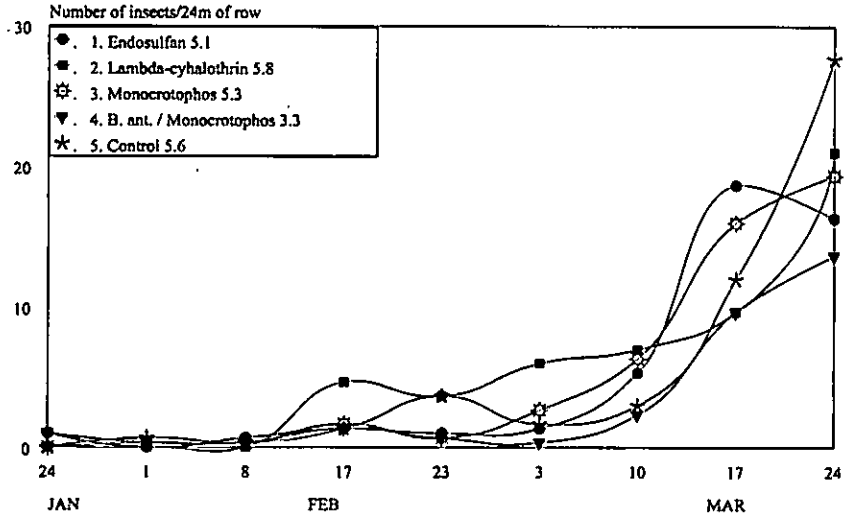


FIG. 9. Effect of experimental treatments on the population of stink bugs, on the specified dates.

CONCLUSIONS

Lambda-cyhalothrin at 4.5 or 9 g a.i./ha reduces the number of predators of soybean pests, while other tested insecticides only affect the predators number at the highest dose.

No effects of the tested insecticides are observed on the parasitoids number, or on the parasitism index.

No side effects, like pest resurgence or secondary pests outbreaks, are observed, due to the treatment application.

LITERATURE CITED

ABLES, J.R.; JONES, S.L.; BEE, M.J. Effect of diflubenzuron on beneficial arthropods associated with cotton [*Trichogramma pretiosum, Hippodamia convergens, Chrysopa carnea*, predators of cotton pests]. **The Southwestern Entomologist,** College Station,v.2, p.66-72, 1977.

ALLER, H.E.; RAMSAY, J.R. RH5849 - a novel insect growth regulator with a new mode of action. **Pest and Diseases,** v.5, p.511-18, 1988.

ASQUITH, D. Some insecticides and miticides for integrated pest management in apple orchards. **The Pennsilvania Fruit News,** Pensilvania, v.52, p.16-20, 1973.

BARATHI, D.; BHASKAR, M.; REDDANA, P.; GOVINDAPPA, S. Effect of insecticides on mortality and oxygen consumption on the blister beetle *Mylabris pustulata*. In: SIMPOSYA ON PHYSIOLOGICAL RESIDUES OF ANIMAL POLLUTANTS, 1982. **Proceedings...** 1982. p.44-47.

BURTS, E.C. Effectiveness of a soft-pesticide program on pear pests. **Journal of Economic Entomology,** Lanham, v.76, p.936-941, 1983.

CHANDLER, L.D.; PAIR, S.D.; HARRISON, W.E. RH-5992, a new insect growth regulator active against corn earworm and fall armyworm (Lepidoptera-Noctuidae). **Journal of Economic Entomology,** Lanham, v.85, n.4, p.1099-1103, 1992.

CIGLAR, Y.; CVETOVIK, E. Insecticidal activity of dimilin against pear psylla in 1987. **Annual Report,** Zagreb, p.112, Oct/Dec. 1989.

CORSO, I.C. Efeito da mistura de cloreto de sódio com inseticidas, no controle de percevejos. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Resultados de pesquisa de soja 1987/88.** Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1988. p.49-53. (Documentos, 36)

CORSO, I.C.; GAZZONI, D.L. Efeito de inseticidas sobre inimigos naturais de pragas de soja, a longo prazo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 15., Caxambu, 1995. **Resumos...** Lavras: Sociedade Entomológica do Brasil/Universidade Federal de Lavras, 1995. p.646.

CROFT, B.A.; BROWN, W.A. Responses of arthropod natural enemies to insecticides. **Annual Review of Entomology,** Palo Alto, v.20, p.285-335, 1975.

DRUKKER, B.; BLOM, J. van der. De oorworm (*Forficula auriculata*) in appelbomen: betekenis als predator van appelbloedfuizen; gevoeligheid voor diflubenzuron. **Report Proefgoomgaard de Schuilenburg,** Lienden, p.232, 1985.

EL-BANHAWY, E.M.; REDA, A.S. Ovicidal effects of certain pesticides on the two spotted spider mite, *Tetranichus urticae* and the predacious mite, *Amblysius gossipi* (Acari:Tetranichidae). **Insect Science and its Application,** Nairobi, v.9, n.3, p.369-372, 1988.

FYE, R. Evaluation of dimilin for control of codling moth side effects on pear psylla and impact on predators and parasites of pear pests. **Report Uniroyal Incorporation,** Jacksonville, p.184-258, 1985

GAZZONI, D.L. **Manejo de pragas da soja:** uma abordagem histórica. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1994. 72p. (Série Documentos, 78)

HASSAN, S.A.; ABERT, R.; BIGLER, F. Results of the third joint pesticide testing programme by the IOBC/ WPRS working group pesticides and beneficial organisms. **Zeitschrift für Angewandte Entomologie,** Berlin, v.103, p.92-107, 1987.

HEINRICHS, E.A.; GASTAL, H.A. de O.; GALILEO, M.H.M. Incidence of natural control agents of the velvetbean caterpillar and response of its predators to insecticide treatments in brazilian soybean fields. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, v.14, n.1, p.79-87, 1979.

HOUSE, V.S.; ABLES, J.R.; MORRSION, R.K.; BULL, D.L. Effect of diflubenzuron formulations on the egg parasite *Trichogramma pretiosum* to control *Heliothis* spp. in cotton. **The Southwestern Entomologist,** College Station, v.5, p.133-138, 1980.

HOYING, S. A.; RIEDL, H. Susceptibility of the codling moth to diflubenzuron. **Journal of Economic Entomology,** Lanham, v.73, p.556-560, 1980.

MEY, W. The influence of insecticides and acaricides on the parasitism of the apple leafminer, *Stigmella malella* Stainton (Lepidoptera:Nepticulidae). **Archiv fuer Phytopathologie Pflanzenschutz,** Berlin, v.24, p.237-243, 1988.

NAVARAJAN, P. Toxicity of different pesticides to parasitoids of the genus *Trichogramma*. **Les Colloques de l'INRA,** Montpellier, v.43, p.423-432, 1988.

OLIVEIRA, E.B. de; GAZZONI, D.L.; CORSO, I.C.; VILLAS BOAS, G.L.; HOFFMANN-CAMPO, C.B. **Pesquisa com inseticidas em soja:** sumário dos resultados alcançados entre 1975 e 1987. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1988. 260p. (Documentos, 30)

PASINI, A.; FOERSTER, L.A. Selectivity of insecticides against *Calosoma granulatum* Perty, 1830 (Coleoptera:Carabidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 12., 1989, Campinas. **Anais...** Campinas: SEB, 1989. p.438.

PATEL S.K.; NIGAM, S.A Laboratory evaluation of insecticides on four different spiderlings. **Journal of Current Bioscience,** New York, v.6, p.31-33, 1989.

PATEL, B.H.; PILLAI, G.K.; SEBASTIAN, P.A. A preliminary study on the effect of insecticides on piderlings of four species. In: CONGRESS INTERNATIONAL OF ARACHNOLOGY, 10, 1986. **Actas...**, Madison: American Society of Arachnology. v.1 p.253-255.

RIEDL, H.; SHEARER, P.W. Apple, pest control with IGRs. **Insecticide and Acaricide Tests,** Lanham, v.13, p.30-31, 1988.

SAUPHANOR, B.; CHABROL, L.; D'ARCIER, F.F.; SUREAU, F.; LENFANT, C. Side effects of diflubenzuron on a pear psylla predator *Forficula auricularia*. **Entomophaga,** Paris, v.38, n.2, p. 163-174, 1993.

SHUNMUGAVELU, M.; PALANICHAMY, S. A preliminary study on the effect of insecticides on spiders. **Journal of Ecobiology,** Oxford, v.3, p.253-255, 1991.

SILHACEK, D.L.; OBERLANDER, H.; PORCHERON, P. Action of RH5849, a nonsteroidal ecdysteroid mimic, on *Plodia interpunctella* (Hübner) *in vivo* and *in vitro*. **Archives of Insect Biochemistry and Physiology,** Milwaukee, v.15, p.201-212, 1990.

SONTAKKE, B.K. Field efficacy of insecticide alone and in combination with neem oil against insect pests and their predators in rice. **Indian Journal of Entomology,** New Delhi, v.55, p.260-266, 1993.

SMAGGHE, G.; DEGHEELE, D. Action of a novel nosteroidal ecysteroid mimic tebufenozide (RH5992) on insects of different orders. **Pesticide Science,** London, v.42, p.85-92, 1994.

SMAGGHE, G.; DEGHEELE, D. Selectivity of nonsteroidal ecdysteroid agonists RH5849 and RH5992 to nymphs and adults of predatory soldier bugs, *Podisus nigrispinus* and *P. maculiventris* (Hemiptera:Pentatomidae). **Journal of Economic Entomology,** Lanham, v.88, p.40-45, 1995.

WESTGARD, P.H.; GUT, L.J.; LISS, W.J. Selective control program for the pear pest complex in southern Oregon. **Journal of Economic Entomology,** Lanham, v.79, n.1, p.250-257, 1986.

WHITE, J.S.; BROWN, R.A.; BETTENCOURT, A.L.; SOARES, C.M.S. Lambda-cyhalothrin: effects on natural pest control in Brazilian soybeans. In: BRIGHTON CROP PROTECTION CONFERENCE, PESTS AND DISEASES, 1992, **Proceedings...**, Brighton: British Crop Protection Society, 1992. p. 811-816.

WING, K.D.; SLAWECKI, R.A.; CARLSON, G.R. RH-5849, a nonsteroidal ecdysone agonist: effect on larval Lepidoptera. **Science,** New York, v.241. p.470-72, 1988.

ZAKI, F.N; GESRAHA, M.A. Evaluation of zertel and diflubenzuron on biological aspects of the egg parasitoid, *Trichogramma evanescens* and the aphid lion *Chrysoperla carnea*. **Journal of Applied Entomology,** Amsterdam, v.104, p.63-69, 1987.

ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A.; JUNIOR, P.S. **Sistema de análise estatística-SANEST,** registro na SEI nº 066060. Pelotas: [s.n.], 1982. p. 166.

AVALIAÇÃO DE TRÊS CULTIVARES DE COENTRO (*Coriandrum sativum* L.) SEMEADAS EM DUAS ÉPOCAS

FLÁVIA CHARÃO MARQUES[1], BETÂNIA LORECI LORENCETTI[2]

RESUMO - O coentro é uma planta aromática e medicinal de grande importância. Dele são comercializados os grãos e folhas, utilizados como condimento e na indústria farmacêutica. Este trabalho objetivou identificar diferenças entre cultivares e a melhor época de plantio. Os experimentos foram realizados em Passo Fundo, Rio Grande do Sul. As sementes dos cultivares Verdão, Português e Nacional Palmeira foram submetidas ao teste padrão de germinação. Na avaliação de diferentes épocas de semeadura, os tratamentos foram organizados em um fatorial três cultivares x duas épocas (abril e agosto), sendo utilizado delineamento completamente casualizado, com cinco repetições. As sementes apresentaram baixo poder germinativo (19-40%). O cultivar Nacional Palmeira apresentou florescimento mais precoce e a melhor época de semeadura foi no outono. O cultivar Verdão obteve maior rendimento nas duas épocas e o cultivar Português, com dois cortes, rendeu maior número de molhos comercializáveis. Foi possível efetuar dois cortes nos cultivares, somente na semeadura do mês de abril.

Palavras-chave: Apiaceae, planta condimentar.

EVALUATION OF THREE CORIANDER (*Coriandrum sativum* L.) CULTIVARS IN TWO SOWING PERIODS

ABSTRACT - Coriander is an aromatic and medicinal plant of great importance. The grains and leaves are marketed, used in pharmaceutical industry, and as seasoning. The aim of this work was to identify differences among cultivars and sowing periods. The experiments were carried out in Passo Fundo, Rio Grande do Sul. The seeds of the cultivars Verdão, Português and Nacional Palmeira were submitted to the germination standard test. In the evaluation of the sowing periods, the treatments were arranged in a factorial 3 x 2 (cultivars x sowing periods, April and August). A randomized complete-block design, whit five replications was used. The seeds presented low germination (19-40%). 'Nacional Palmeira' had early flowering. The best sowing date was in autumn. 'Verdão' presented higher yield in the two sowing dates, and the cultivar Português, with two cuttings, provided the highest number of marketable bunches. It was possible to make two cuttings only in the April-sowing.

Key words: Apiaceae, spice plant.

INTRODUÇÃO

O coentro (*Coriandrum sativum* L.) é uma erva aromática, condimentar que também apresenta propriedades medicinais. É uma erva anual, pertencente à família Apiaceae, originária do norte da África, da Europa e de outros países da região mediterrânea. Dele são aproveitáveis as folhas, os frutos e as flores. São os frutos que dão maior valor a essa planta (VON HERTWIG, 1991; TAINTER e GRENIS, 1996). Essa planta tem ação eletiva sobre o sistema nervoso autônomo e o aparelho digestivo, e seu uso como carminativo, estimulante, estomático e depurativo também é registrado (OLIVEIRA, 1986; VAGA, 1989; MARTINS et al., 1995). O coentro é usado, ainda, na produção de fármacos para corrigir odor desagradável de certos medicamentos (MARTINS et al.,1995).

Do grão é extraído o óleo essencial que tem propriedades antissépticas e, também, é utilizado na preparação de bebidas alcóolicas, como tempero e na composição de numerosos perfumes e produtos cosméticos (CURIONI et al., 1995). Os frutos secos são usados como condimento para carne defumada, doces, pães, picles, licores e, principalmente, na elaboração de embutidos

1. Eng. Agr., MSc. - Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Rio Grande do Sul. Av. Getúlio Vargas, 1384, 90150-004 Porto Alegre/RS.

2. Acadêmica - Curso de Graduação em Ciências Biológicas da Universidade de Passo Fundo. Caixa Postal 611, 99 001-970, Passo Fundo/RS.
Recebido para publicação em 16/07/1998.

(FILGUEIRA, 1982; TAINTER e GRENIS,1996). A oleorresina, outro produto extraído das sementes, tem emprego como condimento, substituindo o grão na indústria alimentícia.

Em alguns países, como Índia, México, Filipinas e Chile, as folhas são utilizadas como hortaliça (CURIONI et al., 1995). No Brasil as folhas são a parte da planta mais utilizada, as quais fazem parte de muitos pratos regionais. Nas regiões de colonização portuguesa as folhas são muito usadas no preparo de sopas.

O coentro é cultivado em vários países a fim de atender diferentes utilizações e suprir a demanda externa. No Rio Grande do Sul a área cultivada ainda não é expressiva, embora possa significar mais uma opção para a diversificação de culturas.

Na Argentina, em 1994, foram cultivados 2300 ha, sendo que o produto comercializado rendeu mais de um milhão de dólares (CURIONI et al., 1995), evidenciando a demanda que existe para este produto.

No sentido de contribuir para a ampliação do conhecimento sobre a cultura do coentro, este trabalho objetivou observar diferenças no poder germinativo de sementes e avaliar o efeito de diferentes épocas de semeadura sobre a produção de três cultivares de coentro.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no Laboratório de Sementes e na Horta da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo em 1997.

Foram utilizadas sementes de três cultivares de coentro: Nacional Palmeira, Português e Verdão, fornecidas pela Isla Importadora de Sementes LTDA.

Para caracterização dos lotes de sementes foram efetuados testes de germinação, utilizando metodologia descrita pelas Regras de Análise de Sementes (BRASIL,1992). Foram utilizadas quatro repetições de 100 sementes em delineamento completamente casualizado. Antes da semeadura, os diaquênios foram separados conforme recomendação de PUTIEVSKY (1980). A temperatura utilizada foi de 25°C, com fotoperíodo de 24 horas. As contagens foram efetuadas aos 7, 14 e 21 dias, sendo avaliadas as percentagens de germinação.

Em um segundo experimento, os tratamentos foram organizados em um fatorial 3 x 2, sendo os fatores os cultivares (Nacional Palmeira, Português e Verdão) e as épocas de semeadura (primeira quinzena de abril/1997 e primeira quinzena de agosto/1997). No plantio de abril foi possível avaliar dois cortes, aos 60 e 120 dias após a semeadura. Foi utilizado o delineamento completamente casualizado, com cinco repetições. As parcelas utilizadas foram de 2,40 m² e o espaçamento foi de 20 cm entre linhas com semeadura contínua .

A adubação foi feita com 1 kg/m² de vermicomposto, aplicado antes da semeadura. Após cada corte, foi utilizada uma adubação de cobertura na ordem de 10g/m² de uréia. A irrigação foi efetuada por aspersão sempre que necessário.

Foram avaliados: número de molhos/m², rendimento, relação folhà/talo. Foi considerado um molho, aquele com aproximadamente, 100g de planta com folhas verdes e comercializáveis. Para determinação do peso dos talos e das folhas foram amostrados cinco molhos por parcela; destes, foram retiradas as folhas dos talos e pesados separadamente.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliação da germinação de três cultivares de coentro

A análise de variância da percentagem de germinação dos três cultivares de coentro mostrou que as diferenças entre eles são significativas. Os resultados do teste de germinação demonstram que os lotes apresentaram baixo poder germinativo, sendo que o cultivar Nacional Palmeira obteve o índice de germinação mais baixo, diferenciando-se, significativamente, dos demais (Figura 1).

Para COUTINHO (1982), as sementes normalmente germinam, quando encontram condições favoráveis de umidade e temperatura. Caso contrário podem permanecer vivas, porém em estado de quiescência, ou seja, em nível metabólico baixo. Muitas espécies, mesmo em condições ótimas, não germinam, pois necessitam de condições específicas. Tais sementes são ditas dormentes.

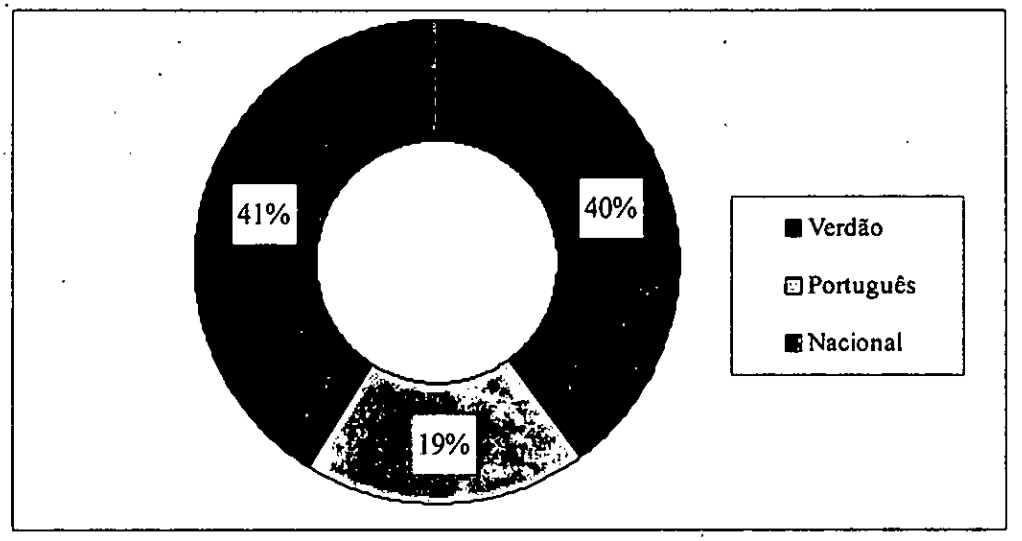


FIGURA 1 - Percentagem de germinação de sementes de três cultivares de coentro.
FAMV-UPF, Passo Fundo/RS, 1998

Pelas Regras de Análise de Sementes (BRASIL,1992), o coentro não necessita de quebra de dormência antes do teste de germinação. Assim, o baixo percentual de germinação provavelmente não se deva à presença de dormência. Segundo FILGUEIRA (1982), no Brasil é comum que as sementes comerciais de coentro tenham poder germinativo abaixo dos 50%. Também, BEZERRA et al. (1994) afirmam que, em geral, as sementes de coentro, produzidas no Brasil, são de baixa qualidade, em função da pouca tecnologia empregada em sua produção.

PUTIEVSKY (1980) afirma que a germinação das sementes de coentro ocorre melhor e mais rapidamente em temperaturas alternadas, 27° C e 22° C. Como no experimento foi utilizada temperatura constante, este fator pode ter contribuído para a baixa germinação. Por outro lado, JETHANI (1982) obteve melhor percentagem de germinação com sementes de coentro, utilizando 15° C constante para incubação.

Em função do observado e dos dados fornecidos pela literatura, é provável que seja necessário rever o teste padrão sugerido pelas Regras de Análise de Sementes.

VIGGIANO (1990) relata que a germinação das sementes da cenoura *(Daucus carota - Apiaceae)*, em geral, se apresenta baixa em função da ocorrência de embrião rudimentar, infecção de sementes por patógenos, danos mecânicos no beneficiamento, origem da semente na planta (sementes de umbelas de primeira e segunda ordem são de melhor finalidade) e colheita das sementes fora do estádio ideal. BEZERRA et al. (1994) concluíram que a produtividade e o poder germinativo de sementes de coentro são influenciadas pela época de colheita. Assim, é muito provável que os demais fatores também interfiram na qualidade das sementes de outras espécies da mesma família.

Avaliação de cultivares de coentro semeados em diferentes épocas

A análise de variância dos dados obtidos através do cultivo dos três cultivares, semeados em duas épocas, mostrou que existe interação entre os fatores, apenas para a variável rendimento. Nas demais variáveis, apenas os efeitos principais dos fatores cultivar e época apresentam significância.

Os cultivares Português e Verdão apresentaram maior número de molhos/m², não diferindo entre si (Tabela 1). Já, 'Nacional Palmeira' forneceu, significativamente, menor rendimento de molhos. Entretanto, a melhor relação folha/talo (Tabela 1) foi observada no cultivar Português. 'Verdão', embora tenha atingido um bom rendimento de molhos, obteve índices mais baixos de relação folha/talo, indicando que a qualidade do produto final era inferior.

Quando o coentro se destina ao consumo *in*

natura, o produto desejado são as folhas (FILGUEIRA,1982). Assim, quanto maior for a relação folha/talo, melhor será o aproveitamento do produto.

TABELA 1 - Médias de número de molhos/m² e relação folha/talo de três cultivares de coentro. FAMV/UPF, Passo Fundo, 1998

Cultivares	Número de molhos/m²	Relação folha/talo
Verdão	7,96 a	0,40 c
Português	8,04 a	0,59 a
Nacional Palmeira	6,41 b	0,45 b

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey (P≥0,05)

A semeadura realizada em abril forneceu coentro de melhor qualidade, uma vez que se verifica maior relação folha/talo. Também, neste plantio foi obtido maior rendimento de molhos (Tabela 2).

TABELA 2 - Médias de número de molhos/m² e relação folha/talo de três cultivares de coentro semeados em duas épocas. FAMV/UPF, Passo Fundo, 1998.

Épocas	Número de molhos/m²	Relação folha/talo
Abril/1997	8,69	0,55
Agosto/1997	6,25	0,37

Segundo FILGUEIRA (1982), o coentro é uma planta de clima quente, não suportando temperaturas baixas, razão pela qual é semeada de setembro a fevereiro em locais altos e frios. Ao contrário, para CURIONI et al. (1995) esta espécie se adapta a diversos climas e exige períodos de frio para melhor crescer e se desenvolver.

Os resultados obtidos neste experimento demonstram que as temperaturas amenas a frias do outono do Planalto Médio do Rio Grande do Sul favoreceram a produção de folhas de coentro.

Na semeadura realizada em agosto/1997, foi possível observar a entrada mais precoce na fase reprodutiva. Os resultados obtidos assemelham-se aos dados apresentados por CURIONI et al. (1995), que indicam, na Argentina, como época de semeadura, os meses de julho a setembro, quando o objetivo é a colheita de grãos.

O cultivar Verdão apresentou maior rendimento, tanto no outono como no inverno, sendo que, no segundo plantio (agosto/1997), 'Nacional Palmeira' não diferiu significativamente (Tabela 3). Estes cultivares também não sofreram modificações em seu rendimento com a mudança de época. Já, o cultivar Português produziu 55% menos massa fresca, quando semeado em agosto. Esse resultado demonstra a maior adaptação desse cultivar às temperaturas mais amenas.

TABELA 3 - Médias de rendimento (kg/m²) de três cultivares de coentro semeados em duas épocas. FAMV/UPF, Passo Fundo, 1998

	Épocas	
Cultivares	Abril/1997	Agosto/1997
Verdão	1,13 a A	1,05 a A
Português	0,82 b A	0,45 b B
Nacional Palmeira	0,84 b A	0,85 a A

Médias seguidas por letras distintas minúsculas, na coluna, e maiúsculas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey (P≥0,05)

Avaliação de três cultivares de coentro submetidos a dois cortes

A análise de variância, para todas as variáveis avaliadas, mostrou significância para os efeitos principais de cultivar, corte e para a interação.

Por ocasião do primeiro corte, os cultivares não se diferenciaram quanto ao número de molhos/m², embora tenham havido diferenças quanto ao rendimento (Tabela 4). Como o cultivar Verdão apresentou a menor relação folha/caule, é provável que o maior rendimento se deva à maior quantidade de talos.

No segundo corte, a melhor relação folha/talo (Tabela 4) foi verificada no cultivar Nacional Palmeira. Entretanto, o rendimento de molhos e massa verde foram inferiores aos demais cultivares. Cabe ressaltar a grande diminuição no rendimento e número de molhos/m² verificada do primeiro para o segundo corte do cultivar Nacional Palmeira. Isto se deve ao fato de este cultivar ter iniciado o florescimento na segunda quinzena de junho.

TABELA 4 - Médias de número de molhos/m², rendimento (kg/m²) e relação folha/talo de três cultivares de coentro submetidos a dois cortes. FAMV/UPF, Passo Fundo, 1998

	Molhos/m²		Rendimento		Relação folha/talo	
Cultivares	Corte 1	Corte 2	Corte 1	Corte 2	Corte 1	Corte 2
Verdão	9,25 a A	5,33 b B	1,13 a A	1,29 a A	0,44 b A	0,37 b A
Português	9,08 a A	7,75 a A	0,82 b B	1,16 a A	0,64 a A	0,35 b B
Nacional Palmeira	7,75 a A	3,16 c B	0,84 abA	0,48 b B	0,56 abA	0,55 a A

Médias seguidas por letras distintas minúsculas, na coluna, e maiúsculas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey (P≥0,05)

O cultivar Português teve seu rendimento aumentado na avaliação do segundo corte, porém é possível observar que a quantidade de talos em relação às folhas também aumentou. Assim, efetivamente, não houve ganho no segundo corte, inclusive não havendo aumento no número de molhos/m².

A quantidade de molhos obtida com o cultivar Verdão, no segundo corte, diminuiu, mesmo mantendo o rendimento e a relação folha/caule nos níveis do primeiro corte.

O coentro verde é comercializado em molhos (FILGUEIRA,1982). Assim, o rendimento de molhos é o parâmetro mais importante para o produtor. Considerando isto, pode-se dizer que o cultivar Português forneceu melhor resultado, pois, com dois cortes, forneceu um total de 16,83 molhos/m². MOURA NETO e NOGUEIRA (1994) também obtiveram maiores rendimentos com o cultivar Português.

Em nenhum dos cultivares foi possível efetuar um terceiro corte, pois verificou-se a tendência de todos entrarem em florescimento.

CONCLUSÕES

Nas condições em que os experimentos foram realizados, foi possível concluir que os lotes de sementes de coentro analisados apresentaram baixo poder germinativo e as sementes do cultivar Nacional Palmeira mostraram germinação inferior a 20%. O cultivar Verdão apresentou rendimento superior, quando semeado em abril ou agosto; o cultivar Português forneceu maior número de molhos e a qualidade final dos molhos deste cultivar diminui por ocasião de um segundo corte. O cultivar Nacional Palmeira apresenta florescimento mais precoce e o cultivar Verdão diminuiu em 55% o rendimento de matéria fresca, quando submetido a um segundo corte. A melhor época de semeadura para o coentro, no Planalto Médio do Rio Grande do Sul, é no outono. É possível efetuar dois cortes em plantas de coentro, quando semeadas em abril, e apenas um corte, quando semeadas em agosto.

BILBIOGRAFIA CITADA

BEZERRA, A.M.E.; CHAVES, F.C.M.; ASSUNÇÃO, M.V. Produtividade e qualidade das sementes de coentro provenientes de diferentes colheitas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.13, n.1, p.72, 1994.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Secretaria da Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes.** Brasília, 1992. 366 p.

COUTINHO, L.M. **Botânica.** 8.ed. São Paulo: Cultrix, 1982. 307p.

CURIONI, A.; GARCIA, M.N.; ARIZIO, O. **Análisis de mercado y tecnologia de producción de coriandro.** Buenos Aires: INTA, 1995. 68p. (Proyecto de Diversificación Productiva, Série B, n.4)

FILGUEIRA, F.A.R. **Manual de olericultura:** cultura e comercialização de hortaliças. 2.ed. São Paulo: Ceres, 1982. 388p.

JETHANI, I. Revised studies on the seed testing procedures of coriander (*Coriandrum sativum* L.). **Seed Research**, v.10, n.2, p.143-149, 1982.

MARTINS, E.R.; CASTRO, O. M. de; CASTELLANI, D.C.; DIAS, J.E. **Plantas medicinais.** Viçosa: Imprensa Universitária, 1995. 220p.

MOURA NETO, E.L.; NOGUEIRA, I.C.C. Efeito da cobertura morta da produção de quatro cultivares de coentro no município de Mossoró - RN. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.12, n.1, p.93, 1994.

OLIVEIRA, Z.C. de. **Plantas que curam.** Porto Alegre: EMATER, 1986. [Não publicado]

PUTIEVSKY, E. Germination studies with seed of caraway, coriander and dill. **Seed Science and Technology,** Zürich, v.8, n.3, p.245-254, 1980.

TAINTER, D.R.; GRENIS, A.T. **Especias y aromatizantes alimentarios.** Zaragoza: Acribia, 1996. 251p.

VAGA, E. G. **Plantas aromáticas y medicinales en la cocina.** Barcelona: De Vecchi, 1989. 158p.

VIGGIANO, J. Produção de sementes de cenoura. In: CASTELLANE, P.D.; NICOLOSI, W.M.; HASEGAWA, M., **Produção de sementes de hortaliças.** Jaboticabal: FCAV/ FUNEP, 1990. Cap.3, p.61-76.

VON HERTWIG, I.F. **Plantas aromáticas e medicinais:** plantio, colheita, secagem e comercialização. 2.ed. São Paulo: Ícone, 1991. 414p.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem à ISLA Importadora de Sementes Ltda., pelo fornecimento das sementes.

ANÁLISE DA INTERAÇÃO GENÓTIPO X AMBIENTE NA AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE FEIJÃO EM SANTA CATARINA

HAROLDO TAVARES ELIAS[1], SILMAR HEMP[2], TELMO CANTON[3]

RESUMO - Para verificar a possível interação genótipo x ambiente, foram realizadas análises conjuntas das produções do Ensaio Estadual de avaliação de linhagens e cultivares de feijão conduzidos pela EPAGRI (Empresa de pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina) em sete ambientes, em cinco anos, em Santa Catarina. Estas análises envolveram os principais cultivares recomendados e que participaram de todos os ensaios no período de 1991 a 1995. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com quatro repetições, com parcelas de quatro linhas de cinco metros de comprimento. Constatou-se a significância do fator interação genótipo x ambiente, o que evidencia o comportamento não coincidente dos cultivares nos diferenttes ambientes. A estimativa da variância obtida para a interação cultivar x ambiente (σ^2_{CxA}) foi superior à da interação cultivar x anos ($\sigma^2_{C\,x\,year}$). Isto mostra que a estratégia a ser adotada nos trabalhos de avaliação deve dar prioridade a um maior número de locais. Os cultivares com maior produtividade média no período analisado foram 'Macanudo', 'Barriga Verde' e 'Carioca'.

Palavras chave: Phaseolus vulgaris L., variedade, linhagem, melhoramento vegetal.

GENOTYPE x ENVIRONMENT INTERACTION ANALYSIS OF COMMON BEAN CULTIVARS IN SANTA CATARINA

ABSTRACT - To verify the genotype x environment interactions, a study was undertaken using the yields from the bean varieties and breeding lines state Trials, carried out during five years in seven environments, throughout the state of santa Catarina. Statistical analysis were performed using the main recommended varieties which participated in all trials from 1991 to 1995, taking the grain yield as an indicator of adaptability. The trials were planted with four replications in a randomized complete block design, with four-row plots, 5 m long. The significance of the genotype x environment interaction indicates that the varieties/lines did not have the same behavior across the environments. The value of the estimated environment x genotype interaction variance (σ^2_{CxA}) was higher than year x genotype interaction ($\sigma^2_{C\,x\,year}$), indicating that the best strategy is to use a higher number of locals rather than years to evaluate bean genotypes. The cultivars with bettter yields along this period were 'Macanudo', 'Barriga Verde' and 'Carioca'.

Key-words: Phaseolus vulgaris L., variety, breeding line, plant breeding.

INTRODUÇÃO

O estado de Santa Catarina possui variadas condições edafoclimáticas entre diferentes regiões, especialmente quanto à altitude, temperatura, precipitação, umidade e tipos de solo. Tais fatores determinam diferentes épocas favoráveis para a semeadura de feijão nas regiões, oscilando entre 11 de agosto e 28 de fevereiro. Em regiões onde ocorrem temperaturas máximas superiores a 28° C, o período favorável para semeadura é dividido em duas épocas: "safra" e "safrinha". Isto caracteriza as diferentes zonas ou regiões agroecológicas (THOMÉ et al., 1997).

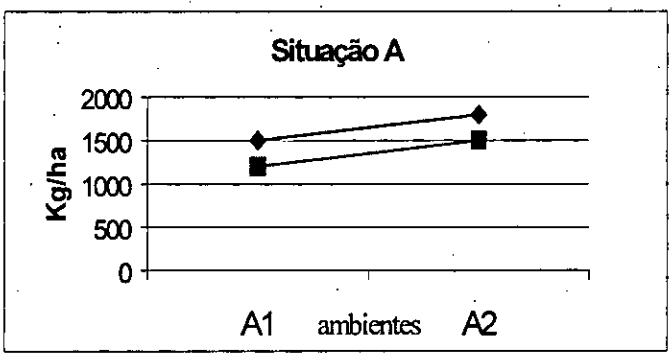
O fenótipo (F) de um caráter quantitativo, como a produção de grãos, é função do genótipo (G), do ambiente (A) e da interação genótipo x ambientte (G x A). Esse último componentte ocorre devido à diferenciação do comportamento dos genótipos nos vários ambientes de culttivo.

No processo de avaliação e desenvolvimento de cultivares, o conhecimento da interação genótipo x ambiente (G x A) é de grande importância para a seleção e/ou indicação dos cultivares para os diferentes ambientes de cultivo.

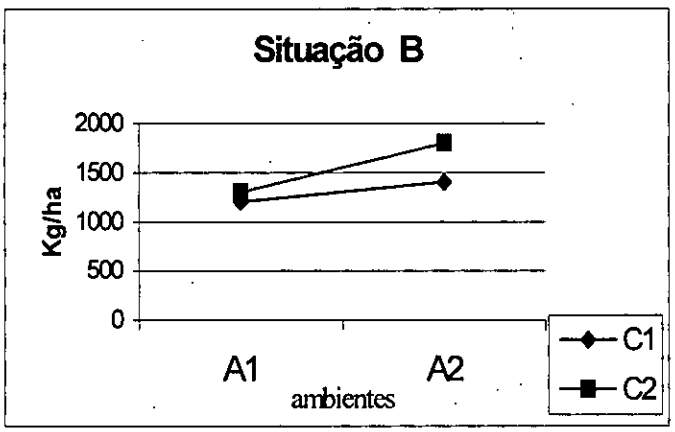
A esquematização da interação genótipo x ambiente está representada na Figura 1, onde estão exemplificadas três situações de respostas dos cultivares às condições ambientais.

1.Eng. Agr., M.Sc. - EPAGRI/CPPP, Caixa Postal 791, Chapecó, SC.
E-mail: htelias@epagri.rct-sc.br
2.Eng. Agr., M.Sc. - EPAGRI/CPPP, Caixa Postal 791, Chapecó, SC.
3.Eng. Agr., M.Sc. - EPAGRI/CPPP, Caixa Postal 791, Chapecó, SC
E-mail: canton@epagri.rct-sc.br

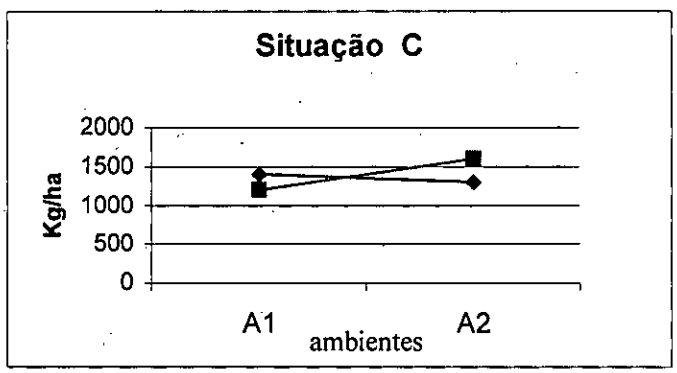
Recebido para publicação em 08/09/1998.



Situação A - Os cultivares apresentam comportamentos semelhantes nos dois ambientes (A1 e A2), não há interação, e a recomendação do melhor cultivar é a mesma para os dois ambientes.



Situação B - O comportamento dos cultivares é diferente nos dois ambientes, pois o cultivar C2 (reta superior) tem resposta mais acentuada à melhoria do ambiente, considerando-se o ambiente A2 melhor do que A1. Neste caso ocorre interação; no entanto, não é problema, porque a classificação dos cultivares nos dois ambientes não é alterada e, por esta razão, é denominada de interação simples. Os dois cultivares poderão ser recomendados para os dois ambientes ou será recomendado somente o melhor cultivar no caso de a diferença ser suficientemente grande para tal;



Situação C - Neste caso observa-se uma inversão de comportamento dos cultivares nos dois ambientes. O cultivar C_1 foi superior no ambiente A1 e inferior no A2. Estamos diante de uma situação de interação complexa, onde normalmente, existe um cultivar mais adaptado para cada ambiente específico. No exemplo, o cultivar C1 é mais indicado para o ambiente A1 e, C2 para o ambiente A2 .

Figura 1. Representação gráfica de situações que podem ocorrer quando dois cultivares são avaliados em mais de um ambiente (Adaptado de Ramalho et al., 1993)

As respostas diferenciadas dos cultivares de feijão às variações ambientais, tais como, oscilação de temperatura, altitude, ocorrência de doenças, tipo e fertilidade do solo, entre outras, são atribuídas às diferentes constituições genotípicas de cada cultivar, que conferem maior ou menor adaptabilidade e estabilidade de produção.

No intento de verificar a existência ou não da interação genótipo x ambiente e a influência dos fatores ano e local sobre esta interação, visando orientar trabalhos de avaliação, melhoramento e recomendação de cultivares, são analisados, neste trabalho, os resultados do Ensaio Estadual de avaliação de linhagens e cultivares de feijão conduzidos pela EPAGRI no período de 1991-1995.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em seis locais (Tabela 1). Consideraram-se, para fins de análise conjunta, as duas épocas de cultivo conduzidas em Chapecó (safra e safrinha), como dois ambientes distintos. Desta forma, tem-se sete locais (ambientes).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas de quatro linhas de 5 m de comprimento, espaçadas de 0,5 m, sendo a área útil (4,5 m²) constituída somente pelas duas fileiras centrais, eliminando-se as cabeceiras das mesmas (os 0,25 m extremos). Para o presente estudo, foram consideradas apenas as informações de produtividade de grãos em kg/ha.

Nove cultivares participaram deste estudo: 'Macanudo', 'Barriga Verde', 'Carioca', 'Carioca 80 SH', 'Iapar 44', 'Empasc 201', 'FT 120', 'FT Tarumã' e 'Rio Tibagi'.

Foram realizadas análises conjuntas através do Programa SAS, envolvendo os cultivares que participaram de todos os ensaios no período de 1991 a 1995, nos sete ambientes e nas épocas referidas na Tabela 1.

TABELA 1 - Características dos locais e épocas de condução dos ensaios estaduais de feijão. EPAGRI, 1998

Local	Coordenadas Geográficas	Altitude	Época de Semeadutra
Campos Novos	27°05'S 24° L	934	Out/Safra
Canoinhas	26°09'S 50° L	839	Out/Safra
Chapecó	27°07'S 52° L	674	Set/Safra
			Jan.Fev/safrinha
Ituporanga	27°24'S 49° L	369	Jan/Safrinha
São Joaquim	28°17'S 49° L	1352	Nov/Safra
Urussanga	28°31'S 49° L	49	Jan.Fev/Safrinha

* Out.: Outubro; Set: setembro; Jan.: janeiro; Fev. : fevereiro; Nov.: novembro

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média da produtividade de grãos dos ensaios no período analisado variou de 1463,87 a 2089,28 kg/ha, o que evidencia o potencial da cultura para Santa Catarina. No entanto, quando comparado com a produtividade média encontrada para feijão no Brasil (616 kg/ha) e em Santa Catarina (786 Kg/ha - safra 1995/96), nota-se que, apesar do potencial dos cultivares atuais recomendados, a produtividade desta cultura ainda está muito baixa, podendo facilmente ser duplicada, apenas com a adoção de tecnologias básicas já disponíveis, como, por exemplo, adubação correta e controle de doenças.

Além disso, no Ensaio Estadual não foi aplicado fungicida, o que poderia elevar ainda mais a diferença de produtividade em relação à observada em campos de produção, pois a ocorrência de doenças é bastante comum nas duas épocas de cultivo.

As estimativas dos coeficientes de variação (CV%) na análise de variância conjunta dos ambientes, dentro de um mesmo ano, oscilaram de 11,4 a 19,7 (Tabela 2), indicando precisão média dos ensaios, conforme levantamento em vários trabalhos na cultura do milho (SCAPIN et al.,1995).

Nestas análises, envolvendo os ambientes dentro de anos (Tabela 2) observaram-se diferenças significativas para as fontes de variação Cultivar (C) e Ambiente (A) em todos os anos, exceto em 1994/95, quando não ocorreu diferença significativa para o Cultivar (C). Esta explica-se pela alta interação cultivar x ambiente e coeficiente de variação elevado. Além disso, foram perdidas várias parcelas em alguns locais e o CV(%) foi o mais alto dos cinco anos analisados (CV%= 19,7), provavelmente o responsável principal pela falta de diferenças significativas entre cultivares naquele ano de avaliação. Também, as irregularidades climáticas no ano 1994/95 explicam, em parte, a não significância entre cultivares. Este fato é comprovado pelo valor do quadrado médio do erro e, por conseqüência, também, pelo CV% mais elevado no período analisado.

TABELA 2 - Resumo da análise de variância conjunta de sete ensaios Estadual de feijão para produtividade de grãos (kg/ha), conduzidos em Santa Catarina no período 1991-1995. EPAGRI, 1998

Ano	Cultivar (C)	Ambiente (A)	C X A	Erro Médio QM x 10^{-3}	Média kg/Ha	CV (%)
	----------	QM	----------			
1990/91	**	**	**	46,5**	1883	11,4
1991/92	**	**	**	102,2**	2089	15,3
1992/93	**	**	**	86,1**	1564	18,7
1993/94	**	**	**	33,7**	1463	12,5
1994/95	ns	**	**	103,4**	1628	19,7

** ; Significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo Teste F.

Cabe ressaltar que a significância da interação cultivar x ambiente (C x A), em todos os anos, implica em que o comportamento das cultivares não foi coincidente nos diferentes locais (ambientes), justificando um estudo mais detalhado dessa interação (ARIAS, 1996). O resultado de tal análise poderá resultar na indicação de cultivares específicos para determinados ambientes ou microregiões.

Para verificar se a interação cultivares x locais (ambientes) é mais importante do que cultivares x anos, foram realizadas análises conjuntas envolvendo apenas cultivares e locais (ambientes) comuns nos diferentes anos (Tabela 3). A estimativa obtida de interação cultivares x ambiente (σ^2_{CxA}) foi superior à interação cultivar x anos ($\sigma^2_{C \times ano}$). Essa informação é de grande valor para orientar futuros trabalhos de avaliação de cultivares visando a sua recomendação aos agricultores. Isto mostra que a estratégia a ser adotada no trabalho deve dar prioridade a avaliação em um maior número de locais em detrimento de número anos considerado.

A produtividade média de grãos dos cultivares pode ser utilizada como medida de adaptação, ou seja, o cultivar que apresenta maior produtividade pode ser considerado como o melhor adaptado aos ambientes considerados. Neste aspecto, o cultivar Macanudo foi o mais adaptado aos diferentes ambientes, pois apresentou maior produtividade média nos últimos cinco anos (Tabela 4). Entretanto, saiu da recomendação por apresentar grãos arroxeados, que têm pouca aceitação no mercado.

Os cultivares Barriga Verde e Carioca também apresentaram boa adaptação, com bom potencial produtivo no Estado ao longo dos anos e continuam na recomendação. Por outro lado, 'FT-Tarumã', 'Rio Tibagi' e 'FT-120' foram os cultivares menos produtivos e devem, assim, ter sua recomendação tolerada, o que significa que podem ser eventualmente retirados de recomendação. 'FT-120', na realidade, já foi retirado da relação dos cultivares indicados para cultivo em Santa Catarina.

TABELA 3 - Resumo da análise de variância conjunta geral de cinco anos e sete ambientes, para produtividade de grãos (kg/ha) obtida dos ensaios estaduais de feijão conduzidos em Santa Catarina no período 1991-1995. EPAGRI, 1998

Fonte de Variação	GL	Q M	F
Ano	4	15727,85	79,45**
Ambiente (A)	6	40584,72	205,04
Repetição (local)	21	174,96	0,88
Cultivar (C)	8	2751,82	13,9**
Ano x Ambiente	23	9529,68	48,14**
Ano x Cultivar	32	358,73	1,81*
Ambiente x Cultivar	48	421,2	2,12**
Ano x Ambiente x Cultivar	184	197,93	
$(s^2_{C \times A})$	9,92		
$(s^2_{C \times ano})$	5,10		

*, ** ; Significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade respectivamente, pelo Teste F.

TABELA 4 - Produtividade média de grãos de feijão em kg/ha de nove cultivares participantes do Ensaio Estadual no período de cinco anos (1991-1995). EPAGRI,1998

Cultivares	Prod./Média (kg/ha)
'Macanudo'	2024,68 a *
'Barriga Verde'	1867,88 b
'Carioca'	1808,16 b
'Carioca 80-SH'	1771,40 c
'Iapar 44'	1691,30 d
'Empasc 201'	1684,52 d
'FT 120'	1612,54 e
'FT Tarumã '	1593,95 e
'Rio Tibagi'	1585,88 e

* Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Duncan.

CONCLUSÕES

Foi detectada a interação Cultivar x Ambiente, mostrando-se significativas tanto a interação Cultivar x Ano, como a interação Cultivar x Ambiente. Consequentemente, há necessidade de realizar-se estudos de comportamento dos diversos genótipos promissores em diversos anos e nos vários locais, de modo a identificar cultivares especificamente adaptados à diferentes regiões de cultivo no estado de Santa Catarina.

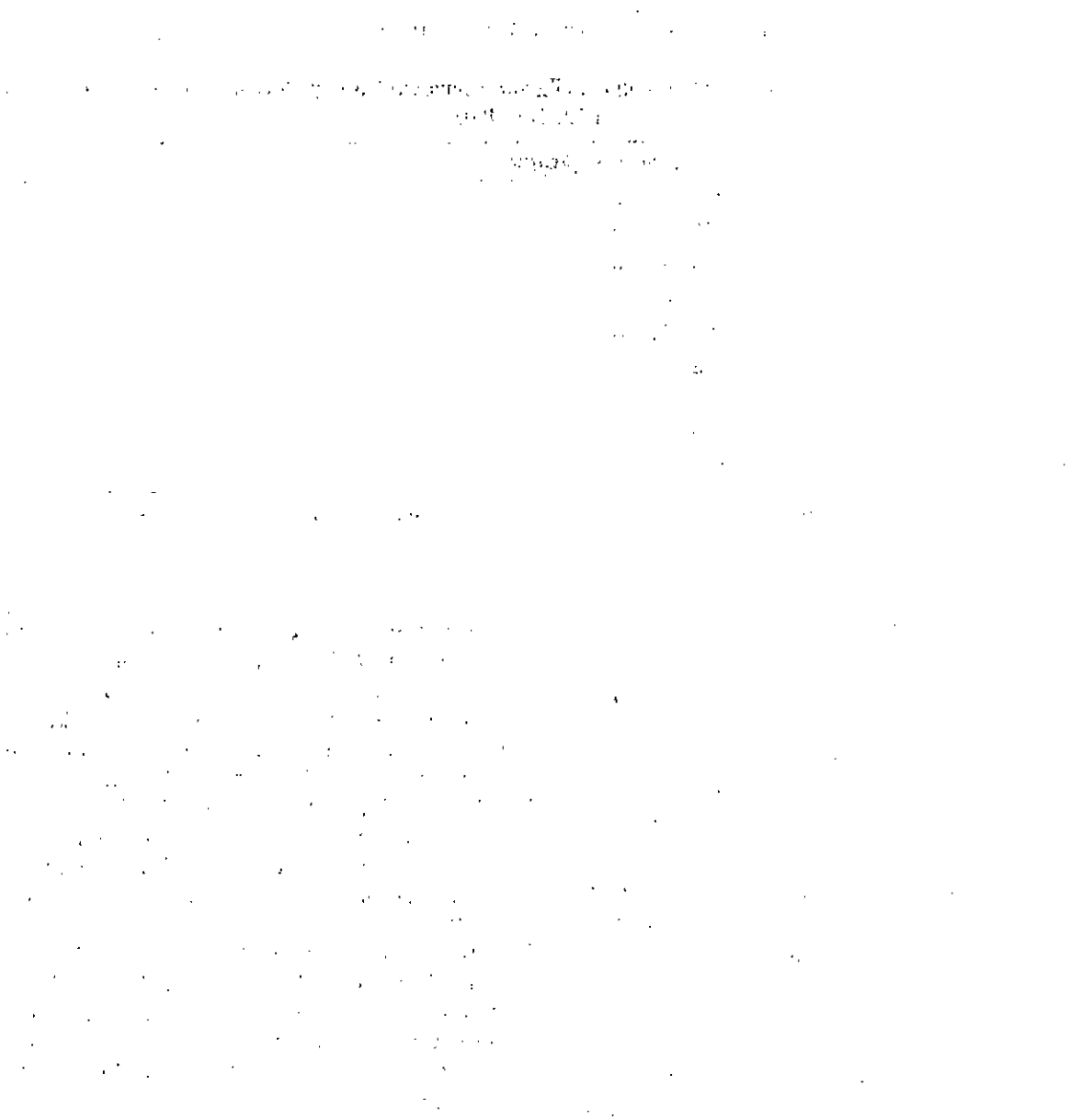
BIBLIOGRAFIA CITADA

ARIAS, E.R.A. Adaptabilidade e estabilidade das cultivares de milho avaliadas no estado do Mato Grosso do Sul e avanço genético obtido no período de 1986/87 à 1993/94. Lavras : UFLA, 1996. 118p.

RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B. dos ; ZIMMERMANN, M.J. de O. **Genética quantitativa em plantas autógamas; aplicações ao melhoramento do feijoeiro.** Goiânia: Editora da UFG, 1993. 271p.

SCAPIN, C.A.; CARVALHO, C. G. P.; 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.

THOMÉ, V.M.R.; ZAMPIERI, S.L.; BRAGA, H.J.; MASSIGNAM, A.M.; ALTHOFF, D.A; PANDOLFO, C.; MIRANDA JÚNIOR, G.X. de. Zoneamento agrícola para a cultura do feijão em Santa Catarina. Florianópolis: EPAGRI,1997. 33p. (Documentos, 186)



EFEITO DE FORMICIDAS EM PÓ NO CONTROLE DA FORMIGA DE RODEIO, *Acromyrmex striatus* (HYMENOPTERA: FORMICIDAE)

DIONISIO LINK[1] , FÁBIO MOREIRA LINK[2] , HENRIQUE MOREIRA LINK[2]

RESUMO - Com o objetivo de apresentar alternativas dentro do controle químico da formiga de rodeio, *Acromyrmex striatus* (Roger, 1863) em 1997 e 1998, foram instalados três ensaios com formicidas em pó, em Santa Maria, Rio Grande do Sul. Dosagens e maneiras de aplicação foram testadas no primeiro ensaio; nos outros dois, estudaram-se doses e formulações comerciais. Avaliou-se o efeito das dosagens, maneiras de aplicação e produtos, em duas e três oportunidades após a aplicação. As dosagens e maneiras de aplicação dos pós-formicidas, no primeiro ensaio, foram ineficientes no controle de *A. striatus*. Clorpirifós (20g i.a./kg e 50g i.a./kg), Fentiom (50g i.a./kg) e Deltametrina (2g i.a./kg), a partir de 5g/olheiro do produto comercial controlam eficazmente os formigueiros e Diazinom (10g i.a./kg), nas dosagens testadas, inativa, rapidamente, os formigueiros, mas é ineficiente para eliminar os ninhos da formiga de rodeio.

Palavras chave: praga de planta, controle químico, dosagem.

EFFECTS OF POWDERED FORMICIDES IN CONTROLLING THE LEAF CUTTING ANT, *Acromyrmex striatus* (HYMENOPTERA: FORMICIDAE)

ABSTRACT - To study alternatives in chemical control for the leaf cutting ant, *Acromyrmex striatus* (Roger, 1863), three field assays were conducted in 1997 and 1998 with powdered formicides in Santa Maria, Rio Grande do Sul. Dosages and application methods were tested in the first assay, and dosages and commercial formulations were studied in other two experiments. The effect of dosages, application methods and products were evaluated two and three times after application. Doses and application methods on the first assay were not efficient to control this ant species. Chlorpyrifos (20g a.i./kg), Fenthion (50g a.i./kg) and Deltamethrin (2g a.i./kg), beginning at 5 g per hill entrance of the commercial product, were effective in controlling this species. However, Diazinon (10g a.i./kg) rapidly inactivated the ant hills but did not eliminate, definitively, the nests of *A. striatus*.

Key words: pest, chemical control, dosage.

INTRODUÇÃO

As formigas cortadeiras, conhecidas como quenquéns, são pragas muito sérias em diversas regiões do país. Prejudicam as lavouras e pomares, diminuindo a produção, pois cortam as folhas e enfraquecem as plantas (COSTA, 1958; MARICONI, 1970; AMANTE et al., 1972).

Em algumas regiões, as quenquéns são consideradas tão ou mais importantes que as saúvas (DE GASPERI, 1963, 1975; JURUENA, 1980). A formiga de rodeio, *Acromyrmex striatus* (Roger, 1863) (Hymenoptera: Formicidae) destaca-se como uma das espécies mais freqüentes e abundantes no Rio Grande do Sul, especialmente nas regiões da Depressão Central e do Litoral Norte (COSTA, 1958; JURUENA, 1980; MAYHÉ-NUNES e DIEHL-FLEIG, 1994)

O controle químico é o método de combate mais utilizado e, entre os vários processos, o uso de formicidas em pó é bastante utilizado em determinadas regiões do Rio Grande do Sul, sendo comuns as queixas de que possuem baixa eficácia de controle (JURUENA, 1984).

Com o objetivo de avaliar a eficácia de doses, métodos de aplicação e novas formulações comerciais de formicidas em pó, realizou-se este trabalho.

1. Eng. Agr., Dr. - Professor Titular, Centro de Ciências Rurais - UFSM, 97105-900 Santa Maria, RS. E-mail: dlink@ccr.ufsm.br
2. Acadêmico de Agronomia - UFSM. Bolsista de Iniciação Científica da FAPERGS.
Recebido para publicação em 23/09/1998.

MATERIAL E MÉTODOS

Para avaliar as maneiras tradicionais de aplicação de formicidas em pó, no combate a esta formiga cortadeira, foi instalado um ensaio, e outros dois foram montados, visando determinar a eficácia de algumas formulações comerciais existentes ou a serem lançadas no mercado.

O primeiro ensaio foi instalado numa área de pastagem nativa, composta quase que exclusivamente por grama forquilha, *Paspalum notatum* Fluegge, durante o mês de fevereiro de 1997. Foram demarcados 60 formigueiros da formiga de rodeio, área limpa com diâmetro médio de 60 cm, amplitude de 45 cm a 80 cm, com uma média de 4 olheiros/área limpa, amplitude de 3 a 7 olheiros/área limpa, considerados de tamanho médio.

No segundo ensaio, numa área semelhante e próxima ao primeiro, durante o mês de abril de 1997, outros 60 formigueiros foram estaqueados, com dimensões semelhantes ao anterior, com uma média de 6 olheiros/área, amplitude de 2 a 9 olheiros, considerados de tamanho médio. O terceiro foi instalado numa pastagem de milheto, *Pennisetum americanum* (L.) Leecks, durante o mês de janeiro de 1998, onde foram marcados 135 formigueiros, área limpa com diâmetro médio de 100 cm, com uma média de 8 olheiros/área limpa, amplitude de 4 a 13 olheiros, considerados de tamanho grande.

O primeiro ensaio, em delineamento experimental inteiramente casualizado, com seis tratamentos e dez repetições (cada área limpa correspondendo a uma parcela), onde aplicou-se, com uma bomba insufladora marca Guarani, cuja capacidade foi determinada em 1g/insuflada, os seguintes produtos e doses: a) Clorpirifós, contendo 50 g i.a./kg (Zenopó), nas doses de 1 e 3 g/olheiro, em todos os olheiros da área limpa, e 5 g num único olheiro da área limpa; b) Clorpirifós, contendo 20 g i.a./kg, (Formipó), na dose de 3 g/olheiro em todos os olheiros da área limpa; c) Fentiom, contendo 50 g i.a./kg, (Lebaycid pó), na dose de 3 g/olheiro em todos os olheiros da área limpa; d) testemunha, sem formicida.

No segundo ensaio com o mesmo delineamento experimental anterior, contendo seis tratamentos e dez repetições (cada área limpa correspondendo a uma parcela), aplicou-se, com uma bomba insufladora Guarani, os seguintes produtos e doses, em todos os olheiros da área limpa: a) Clorpirifós, contendo 50 g i.a./kg, (Zenopó), nas doses de 5 g/olheiro e 10 g/olheiro; b) Clorpirifós, contendo 20 g i.a./kg, (Formipó), na dose de 5 g/olheiro; c) Fentiom, contendo 50 g i.a./kg, (Lebaycid pó), na dose de 5g/olheiro; d) Deltametrina, contendo 2 g i.a./kg, (K-Othrine 2P), na dose de 5g/olheiro; e) testemunha, sem formicida.

O terceiro teste, no mesmo delineamento experimental, foi instalado com nove tratamentos e 15 repetições (cada área limpa correspondendo a uma parcela), onde aplicou-se, com uma bomba insufladora Guarani, os seguintes produtos e doses, em todos os olheiros da área limpa: a) Diazinom, contendo 10 g i.a./kg, (Landru pó), nas doses de 3, 5 e 10 g/olheiro; b) Deltametrina, contendo 2 g i.a./kg, (K-Othrine 2P), nas doses de 5 e 10g/olheiro; c) Clorpirifós, contendo 20 g i.a./kg, (Formipó), na dose de 5g/olheiro; d) Clorpirifós, contendo 50 g i.a./kg, (Zenopó), nas doses de 5 e 10g/olheiro; e) testemunha, sem formicida.

Na primeira avaliação, através da observação visual, determinou-se a atividade do formigueiro, considerando: A - ativo, com remoção de terra ou atividade de forrageamento; I - inativo, completamente paralisado; A? - apenas algumas formigas movimentando-se sobre o ninho de forma desordenada, sem atividade de corte e transporte de folhas e carregamento de terra.. As avaliações foram realizadas aos sete dias após a aplicação dos produtos, no primeiro ensaio, aos 5 e 15 dias, no segundo teste e, aos 5 e 17 dias, no terceiro experimento.

Aos 35 dias depois da aplicação (35 DAT), ensaios 1 e 2, e aos 37 DAT, ensaio 3, utilizando-se uma enxada, foram abertos todos os formigueiros, classificando-os em: E - eliminados (mortos), quando a massa de fungo apresentava-se desestruturada e emitindo "talos frutíferos" ; V - colônia de fungo bem cuidada e as formigas em atividade normal; M - mudou-se, quando a panela principal achava-se total ou parcialmente vazia de fungo ou restos do seu cultivo.

Os dados de atividade/inatividade e de efeito de eliminação foram transformados e analisados estatisticamente, e as médias foram agrupadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade (NAKANO et al., 1981).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das duas avaliações do ensaio 1, constam na Tabela 1.

TABELA 1 - Efeito de diferentes formicidas em pó no controle da formiga de rodeio, *Acromyrmex striatus*, em Santa Maria, RS. Abril de 1997

Tratamentos	g em todos os olheiros	Situação A/I E/V/M	Eficácia %
	—— 7 dias após a aplicação ——		
Clorpirifós 50g i.a./kg	1	7A/3I	30a
Clorpirifós 50g i.a./kg	3	5A/5I	50a
Clorpirifós 50g i.a./kg	5*	7A/3I	30a
Clorpirifós 20g i.a./kg	3	5A/5I	50a
Fentiom 50g i.a./kg	3	6A/4I	40a
Testemunha	—	10A	00b
	—— 35 dias após a aplicação ——		
Clorpirifós 50g i.a./kg	1	3E/7V	30a
Clorpirifós 50g i.a./kg	3	5E/5V	50a
Clorpirifós 50g i.a./kg	5*	3E/7V	30a
Clorpirifós 20g i.a./kg	3	5E/5V	50a
Fentiom 50g i.a./kg	3	3E/5V/1M	40a
Testemunha	—	10V	00b

A - ativo; I - Inativo (paralisado); E - climinado (morto), V - vivo, M- mudou-se.
* aplicado num único olheiro. Na vertical, médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Duncan a 5%).

A aplicação de Clorpirifós (50 g i.a./kg) 1 g/ olheiro, em todos os olheiros, média de 4 g de produto comercial/parcela, eliminou apenas 30% dos formigueiros nas áreas limpas, indicando que houve utilização insuficiente de produto e, consequentemente, ineficácia desta dosagem nas condições usadas neste ensaio.

O uso de 3 g e 5 g/olheiro, em todos os olheiros, dos dois ingredientes ativos, média de 12 g/área limpa, mostrou-se ser ineficaz pois controlou apenas 40 a 50% dos ninhos existentes, indicando que esta é uma subdose. Como conseqüência, este processo, de até três acionadas da bomba/olheiro, na razão de que cada insuflada injeta 1 g de pó, conforme teste prévio feito com a bomba insufladora Guarani, conduz a uma baixa eficiência, concordando com as afirmações dos agricultores de que os "produtos" não funcionam. Na realidade, o que está ocorrendo é uma aplicação insuficiente e que conduz a fracassos freqüentes.

A aplicação de formicidas em pó, num único olheiro por formigueiro, não representa a melhor maneira de combate a esta espécie de formiga cortadeira, muito embora este processo seja usual entre os agricultores.

Na Tabela 2 são encontrados os resultados verificados no segundo ensaio, com doses e produtos formicidas. Todos os tratamentos diferiram da testemunha e nenhum diferiu entre si em cada data de amostragem (Tabela 2).

Aos 5 DAT, ocorreu paralisação em mais de 80% dos formigueiros, indicando que todos os produtos testados apresentaram efeito de choque, inativando os formigueiros, e aqueles que estavam ainda em atividade se apresentavam com a mesma muito reduzida.

Aos 15 DAT verificou-se que alguns formigueiros (A?), em todos os tratamentos, se apresentavam aparentemente ativos pois havia movimentação de algumas formigas com retirada de espécimens mortos e substrato do fungo com sinais de contaminação (coloração amarela-escura).

Aos 35 DAT, quando da escavação dos formigueiros, verificou-se que a maioria destes havia sido eliminada, mas quatro estavam vivos e ativos, embora com uma população de formigas bastante reduzida (V^1 ; V^2 ;V^3 e V^4) (Tabela 2).

TABELA 2 - Efeito de diferentes formicidas em pó no controle da formiga de rodeio, *Acromyrmex striatus*, em Santa Maria, RS. Junho de 1997

Tratamentos	g em todos os olheiros	Situações A/I/A? E/V/M	Eficácia %
	——5 dias após a aplicação ——		
Clorpirifós 50g i.a./kg	5	2A/8I	80a
Clorpirifós 50g i.a./kg	10	10I	100a
Clorpirifós 20g i.a./kg	5	10I	100a
Deltametrina 2g i.a./kg	5	10I	100a
Fentiom 50g i.a./kg	5	1A/9I	90a
Testemunha	—	10A	00b
	—— 15 dias após a aplicação ——		
Clorpirifós 50g i.a./kg	5	8I/2A?	80a
Clorpirifós 50g i.a./kg	10	8I/2A?	80a
Clorpirifós 20g i.a./kg	5	9I/1A?	90a
Deltametrina 2gi.a./kg	5	9I/1A?	90a
Fentiom 50g i.a./kg	5	7I/3A?	70a
Testemunha	—	10A	00b
	—— 35 dias após a aplicação ——		
Clorpirifós 50g i.a./kg	5	9E/1V[1]	90a
Clorpirifós 50g i.a./kg	10	10E	100a
Clorpirifós 20g i.a./kg	5	8E/2V[2,3]	80a
Deltametrina 2gi.a./kg	5	10E	100a
Fentiom 50g i.a./kg	5	9E/1V[4]	90a
Testemunha	—	9V/1M	00b

A - ativo; I - Inativo (paralisado); E - eliminado (morto), V - vivo, M- mudou-se.
V[1] - vivo com grande moviumentação de formigas e forrageamento; V[2] - dois(2) olheiros ativos na periferia da área limpa, num total de nove originalmente existentes no momento da aplicação do formicida em pó; V[3] - um (1) olheiro ativo na periferia da área limpa num total de seis originalmente existentes no momento de aplicação do formicida; V[4] - um(1) olheiro ativo dentro da área tratada num total de cinco existentes, quando da aplicação do formicida.

A aplicação de 5 g/olheiro em todos os olheiros (média de 30 g/área limpa), de todos os formicidas, confirmou, pelo menos parcialmente, a afirmação de DE GASPERI (1963) que "produtos em pó, para o controle eficiente de formigueiros de *Acromyrmex striatus*, devem ser aplicados com pelo menos dez "insufladas" por olheiro nos principais olheiros da área limpa". Na realidade, DE GASPERI (1963) recomendava uma aplicação maior que 30 g/área limpa, visto que as bombas insufladoras da época, arrastavam cerca de 3 g por acionamento.

A eficiência de controle do Fentiom foi similar ao constatado para outras espécies de *Acromyrmex* (JURUENA, 1984). A eficácia da Deltametrina, no controle desta espécie de formiga cortadeira, foi semelhante à verificada para outras espécies de *Acromyrmex* (LINK e COSTA, 1995; BENDECK et al., 1995a, 1995b, 1995c).

Clorpirifós (50 g i.a./kg), na dose de 10 g/ olheiro, foi tão eficiente quanto a dose de Deltametrina (2g i.a./kg), indicando que qualquer um destes produtos, na dose testada, resultará em eficiente controle.

Os resultados verificados nas três avaliações do terceiro ensaio, estão na Tabela 3. A aplicação do pó contendo Diazinom rapidamente paralisou todos os formigueiros, independente da dose utilizada, confirmando que sua ação é de contato, matando as operárias que foram atingidas pelo produto no momento da aplicação, pois aos 17 DAT a grande maioria destes se achava novamente em atividade, embora com número reduzido de olheiros e de operárias.

A aplicação de 5 g ou 10 g/olheiro dos formicidas à base de Deltametrina e de Clorpirifós, em todos os olheiros (média de 40g e 80g/área limpa, respectivamente), confirmou a assertiva de DE GASPERI (1963) que "produtos em pó, para um eficiente controle de formigueiros de *Acromyrmex striatus*, devem ser insuflados com, pelo menos, dez "acionadas da bomba" por olheiro nos principais olheiros da área limpa." Os resultados verificados no presente ensaio concordam com esta afirmação.

TABELA 3 - Efeito de diferentes formicidas em pó no controle da formiga de rodeio, *Acromyrmex striatus*, em Santa Maria, RS. Março de 1998

Tratamentos	g olheiro	Situações A/I E/V	Eficácia %
	——— 5 dias após a aplicação ———		
Diazinom [1]	03	10I	100,0a
Diazinom [1]	05	10I	100,0a
Diazinom [1]	10	10I	100,0a
Deltametrina[2]	05	2A/13I	86,7a
Deltametrina[2]	10	1A/14I	93,3a
Clorpirifós[3]	05	3A/12I	80,0a
Clorpirifós[4]	05	2A/13I	86,7a
Clorpirifós[4]	10	1A/14I	93,3a
Testemunha	—	15A	00,0b
	———17 após a aplicação ———		
Diazinom [1]	03	10A	00,0b
Diazinom [1]	05	10A	00,0b
Diazinom [1]	10	8A/7I	46,6a
Deltametrina[2]	05	2A/13I	86,7a
Deltametrina[2]	10	1A/14I	93,3a
Clorpirifós[3]	05	3A/12I	80,0a
Clorpirifós[4]	05	2A/13I	86,7a
Clorpirifós[4]	10	1A/14I	93,3a
Testemunha	—	15A	00,0b
	——— 37 dias após a aplicação ———		
Diazinom [1]	03	15V	00,0b
Diazinom [1]	05	15V	00,0b
Diazinom [1]	10	7E/6V/2M	46,6a
Deltametrina[2]	05	13E/2V	86,7a
Deltametrina[2]	10	14E/1V	93,3a
Clorpirifós[3]	05	12E/3V	80,0a
Clorpirifós[4]	05	13E/2V	86,7a
Clorpirifós[4]	10	14E/1V	93,3a
Testemunha	—	14V/1M	00,0b

A - ativo; I - Inativo (paralisado); E - eliminado (morto), V - vivo, M- mudou-se.
Diazinom [1] - 10g i.a./kg (Landru); Deltametrina [2] - 2g i.a./kg (K-Othrine 2P); Clorpirifós [3] - 20g i.a./kg (Formipó); -Clorpirifós [4] - 50g i.a./kg (Zenopó). (Os autores não estão recomendando os produtos).

O ninho da formiga de rodeio, geralmente, possui mais de um olheiro na superfície do solo (COSTA, 1958; JURUENA, 1980) cujos canais se unem antes da primeira câmara, dificultando ou, mesmo, impedindo a distribuição de formicidas em pó dentro do ninho. A ação formicida do Diazinom é lenta e por contato, resultando, as doses testadas, em ineficácia na eliminação dos formigueiros desta espécie. Este padrão de ninho não foi limitante para os formicidas contendo Clorpirifós, pois sua ação principal é a fumigação que formando gases mais pesados que o ar, se espalham pelo interior do ninho. O formicida contendo Deltametrina também não foi afetado por este padrão de ninho, devido a sua maneira de ação ser por contato e extremamente rápida, além de sua higroscopicidade, que faz aderir fortemente o produto ao corpo das operárias, facilitando sua ação tóxica.

A eficácia da Deltametrina no controle desta espécie de formiga cortadeira foi semelhante à verificada para outras espécies de *Acromyrmex* (LINK e COSTA, 1995; BENDECK et al., 1995a; 1995b; 1995c; LINK et al., 1997).

Clorpirifós (50 g i.a./kg), na dose de 10 g/ olheiro, foi tão eficiente quanto a mesma dose de Deltametrina, indicando que qualquer um destes produtos nesta dose resultará em eficiente controle, confirmando, pelo menos parcialmente, o verificado no segundo teste. A dose de 5 g/olheiro de Clorpirifós (20g i.a./kg), embora tenha apresentado

uma eficácia de 80% de controle, se acha no limiar de efeito formicida, não devendo ser recomendada por possibilidade de ineficiência no combate aos formigueiros desta espécie, especialmente devido à má distribuição do pó, dentro do ninho, de maneira semelhante ao constatado no ensaio anterior.

CONCLUSÕES

Nas condições em que foram conduzidos os ensaios, conclui-se que as doses de 1 g, 3 g e 5 g/ olheiro, utilizadas de Clorpirifós e a de Fentiom , no primeiro ensaio, não foram eficazes para o controle da formiga de rodeio; os métodos habituais de aplicação de formicidas em pó nos formigueiros desta espécie, pelos agricultores, resulta em controle não satisfatório.

A dose mínima de 5 g/olheiro, de Clorpirifós a 50 g i.a./kg (Zenopó*), de Fentiom a 50 g i.a./kg (Lebaycid pó*) e de Deltametrina a 2 g i.a./kg (K-Othrine 2P*) em todos os olheiros de cada área limpa, é eficaz no combate desta praga; a dose de 5 g/olheiro, de Clorpirifós a 20 g i.a./kg (Formipó*), em todos os olheiros do formigueiro, está no limiar de eficiência de controle deste inseto. Diazinom a 10 g i.a./kg (Landru pó*), nas doses testadas, não elimina os formigueiros desta espécie.

BIBLIOGRAFIA CITADA

AMANTE, E.; FERREIRA, J.C.G.M.; BEMELMANNS, P.F. **Combate econômico a formigas cortadeiras**. São Paulo: Secretaria Agricultura, 1972. 14p.

BENDECK, O.R.P.; NAKANO, O.; PINTO, C.T.; BENEDITTI, V.; NOGUEIRA JR., C. Ensaio visando o controle da formiga quenquém, *Acromyrmex subterraneus subterraneus* em área de reflorestamento, através de polvilhamento manual de K-OTHRINE 2P (Deltamethrin a 2%). In: ENCONTRO DE MIRMECOLOGIA, 12., São Leopoldo, 1995. **Anais...** São Leopoldo: UNISINOS, 1995a. p. 115.

BENDECK, O.R.P.; NAKANO, O. ; PINTO, C.T.; DA SILVA, M. J. Ensaio visando a eficiência do inseticida K-OTHRINE 2P (Deltamethrina a 2%) no controle de *Atta sexdens rubropilosa* (saúva limão) e *Acromyrmex crassispinus* (quenquém de cisco) em polvilhamento. In: ENCONTRO DE MIRMECOLOGIA, 12., São Leopoldo, 1995. **Anais...** São Leopoldo: UNISINOS, 1995b. p. 114.

BENDECK, O.R.P; PINTO, C.T.; NAKANO, O.; BENEDETTI, V. Ensaio visando o controle de *Acromyrmex crassispinus* (Forel, 1909), quenquém de cisco, através de polvilhamento manual do formicida K-OTHRINE 2P. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 15., Caxambú, 1995. **Anais...** Lavras: Sociedade Entomologica Brasil, 1995c. p. 510.

COSTA, R.G. **Alguns insetos e outros pequenos animais que danificam plantas cultivadas no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio, 1958. 296p.

DE GASPERI, A.J. **Formigas cortadeiras**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1963. 25p. (reimpressão)

DE GASPERI, A.J. **Formigas cortadeiras, espécies e medidas de controle**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1975. 31p.

JURUENA, L.F As formigas cortadeiras. **Ipagro Informa**, Porto Alegre, n.23, p.3-17, 1980.

JURUENA, L.F. Outras alternativas para o controle de formigas do gênero *Acromyrmex* (Hym., Formicidae) com inseticidas em pó. **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v.20, n.1, p.199-201, 1984.

LINK, D.; COSTA, E.C. Controle da formiga preta pastadeira, *Acromyrmex* sp., com inseticidas em pó. In: ENCONTRO DE MIRMECOLOGIA, 9., Piracicaba, 1989. **Anais...** Piracicaba: ESALQ/USP, 1995. p.6.

LINK, F.M.; LINK, D.; LINK, H.M. Eficácia de formicidas em pó, no combate à formiga preta pastadeira, *Acromyrmex crassispinus*. In: INTERNATIONAL PEST ANT SYMPOSIUM, 6., E ENCONTRO DE MIRMECOLOGIA, 13., Ilhéus, 1997. **Anais...** Ilhéus: UESC-CEPLAC, 1997. p. 156.

MARICONI, F.A.M. **As saúvas**. São Paulo: Ceres, 1970. 176p.

MAYHÉ-NUNES, A. J.; DIEHL-FLEIG, E. Distribuição de *Acromyrmex* (Hymenoptera: Formicidae) no Rio Grande do Sul. **Acta Biologica Leopoldensia**, São Leopoldo, v.16, n.1, p.115-118, 1994.

NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S., ZUCCHI, R.A. **Entomologia Econômica**. São Paulo: Livroceres, 1981. 314p.

*Os autores não estão recomendando os produtos.

LINHAGENS DE FEIJÃO DO GRUPO PRETO COM RESISTÊNCIA CONJUNTA À ANTRACNOSE, AO CRESTAMENTO BACTERIANO COMUM E COM CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS FAVORÁVEIS

JOAQUIM GERALDO CÁPRIO DA COSTA[1], CARLOS AGUSTÍN RAVA[1], ALOÍSIO SARTORATO[1], EIKO MORI ANDRADE[2]

RESUMO - A antracnose e o crestamento bacteriano comum provocados por *Colletotrichum lindemuthianum* e *Xanthomonas axonopodis pv. phaseoli*, respectivamente, podem reduzir, consideravelmente, a produção do feijoeiro comum *(Phaseolus vulgaris)*. Dentro do controle integrado de doenças, a resistência genética associada à resistência ao acamamento e à inserção alta das vagens inferiores são características importantes a serem consideradas durante o processo de desenvolvimento de um novo cultivar de feijoeiro comum. O objetivo do presente trabalho foi a obtenção de linhagens de feijoeiro comum de grãos pretos, com resistência a quatro patótipos de *C. lindemuthianum*, com maior ocorrência nas regiões produtoras e a *X. axonopodis* pv. *phaseoli*, com características agronômicas desejáveis e alto potencial de rendimento. Os cruzamentos foram planejados de forma a combinar genitores, que separadamente, possuem as características desejadas, objetivando reuní-las em uma mesma linhagem. Como resultado, foram obtidas oito linhagens reunindo as características descritas. A linhagem 9310639 associa à resistência conjunta, excelentes características agronômicas, como produtividade, alta inserção das primeiras vagens e resistência ao acamamento, constituindo-se em um valioso germoplasma para os programas de melhoramento.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*, variedade resistente, *Colletotrichum lindemuthianum*, *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*.

BLACK BEAN BREEDING LINES RESISTANT TO ANTHRACNOSE AND COMMON BACTERIAL BLIGHT, WITH HIGH AGRONOMIC CHARACTERISTICS

ABSTRACT- Bean anthracnose and common bacterial blight caused by *Colletotrichum lindemuthianum* and *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*, respectively, may cause considerable yield reduction of common bean in Brazil. Genetic resistance is one of the components of the integrated disease control of common bean. In addition, lodging and pod height are important characteristics that should be considered during the development of a new cultivar. The objective of this study was to develop common black bean lines resistant to four important *C. lindemuthianum* pathotypes and to *X. axonopodis* pv. *phaseoli* with highly desirable agronomic characteristics and high yield potential. Crosses were designed to combine such characteristics into a single line. Eight lines were obtained combining resistance and desirable agronomic characteristics. The line 9310639 showed a high disease resistance to anthracnose and bacterial blight and is a valuable source of resistance for common bean improvement.
Key words: *Phaseolus vulgaris*, disease resistance, *Colletotrichum lindemuthianum*, *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*.

INTRODUÇÃO

As doenças encontram-se entre os fatores mais importantes associados à baixa produtividade do feijoeiro comum *(Phaseolus vulgaris* L.) no Brasil. Entre elas, a antracnose, provocada pelo fungo *Colletotrichum lindemuthianum* e o crestamento bacteriano comum, pela bactéria *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*, podem reduzir, consideravelmente, a produção desta cultura.

Dentro das estratégias do manejo integrado de doenças, a resistência genética é considerada uma importante alternativa, de fácil adoção pelos agricultores, por ser ecologicamente segura, diminuindo, ou até mesmo evitando, o uso indiscriminado de defensivos agrícolas e por contribuir para a manutenção da qualidade de vida.

O melhoramento do feijoeiro, para resistência a doenças nos trópicos, é dificultado pelo grande

1. Eng. Agr., Dr. - Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO. Bolsista do CNPq.
2. Eng. Agr. - Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO. Bolsista do CNPq.
Recebido para publicação em 08/02/1999.

número de doenças de importância econômica que ocorre nas áreas de produção, e pela variabilidade fisiológica apresentada pela maioria dos patógenos (RAVA et al.,1993; RAVA et al., 1994). Entretanto, nos últimos anos, foi atingido considerável progresso na obtenção de linhagens com resistência à antracnose (RAVA et al. 1996a), além da resistência conjunta desta com o crestamento bacteriano comum (RAVA et al., 1988; COSTA et al., 1990; RAVA et al., 1992; COSTA et al., 1998; ANDRADE et al., 1998).

Associadas à resistência a doenças, é importante que o feijoeiro apresente características agronômicas desejáveis, incluindo tipo de planta ereto e inserção alta das vagens inferiores. O acamamento e/ou a inserção baixa das vagens inferiores ocasionam o contato das mesmas com o solo, podendo resultar no seu apodrecimento ou na produção de grãos manchados, desvalorizando o produto. EVANS e DAVIS (1978) postulam a necessidade de selecionar um tipo de planta de feijoeiro com hastes fortes e eretas, capazes de manter as vagens distanciadas do solo. A resistência ao acamamento é uma característica herdável e, portanto, também passível de seleção. A utilização de alta tecnologia em lavouras de feijoeiro e a necessidade de colheita mecanizada, fortalecem a demanda pelo ideotipo de planta arbustiva, que não acame e tenha inserção alta das vagens inferiores.

Na planta do feijoeiro comum os pontos de ramificação, ou nós, são locais potenciais de produção, uma vez que, em cada nó, poderá haver um racemo com vagens e grãos. Portanto, quanto maior o número de ramificações, maior o potencial de rendimento. Entretanto, as plantas mais ramificadas são normalmente prostradas, como no cultivar Carioca, ficando a maioria das vagens em contato com o solo. Na seleção para plantas eretas resultam aquelas que apresentam pouca ramificação, com a produção de racemos concentrando-se, principalmente, no caule principal, com baixa produção. Consequentemente, na seleção para maior número de vagens e grãos por planta, esta deverá apresentar caule resistente ao acamamento. Os programas de melhoramento do feijoeiro têm caracterizado-se por esforços na obtenção deste ideotipo de planta, cujas características devem estar associadas à eficiência em produzir grande quantidade de grãos por unidade de área, durante o seu ciclo.

O objetivo do presente trabalho foi a obtenção de famílias de feijoeiro comum, com grãos pretos, resistentes a quatro patótipos de *C. lindemuthianum* e a *X. axonopodis* pv. *phaseoli*, com características agronômicas desejáveis e alto rendimento.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Embrapa Arroz e Feijão, no Município de Santo Antônio de Goiás, Goiás. Os genitores foram selecionados visando a complementaridade de reações a doenças e características agronômicas (Tabela 1). Os cruzamentos foram direcionados para combinar as características desejadas, objetivando reuní-las em um mesmo indivíduo, usando cruzamentos simples, triplos e quádruplos (Tabela 2). Foram obtidas 30 populações na geração F_2.

TABELA 1 - Características dos genitores de feijoeiro comum utilizados em cruzamentos visando a obtenção de linhagens com resistência conjunta à antracnose e ao crestamento bacteriano comum

Característica	Genitores
Resistência ao crestamento bacteriano comum e à antracnose	CB733795; CB733743; CB511703-2; CB733752; CB733847; CB733781; CB733793; CB733691
Rendimento e resistência à antracnose	AN512567; AN512545; Macanudo; AN512573
Rendimento	Pampa; Barriga Verde; LM30013; LR790982; LM30063
Resistência à mancha angular	MA534589
Arquitetura	Rio Negro; LA720164
Arquitetura e resistência à ferrugem e à antracnose	FE821698

TABELA 2 - Número e genealogia dos cruzamentos utilizados na obtenção de linhagens de feijoeiro comum com resistência conjunta à antracnose e ao crestamento bacteriano comum.

Número do cruzamento	Genealogia
Cruzamento simples	
1647	FE 821698 / CB 733795
1649	AN 512567 / LA 720164
1650	Pampa / LA 720164
1685	CB 733743 / LM 3013
1689	AN 512545 / CB 511703-2
1690	AN 512545 / CB 733752
1691	LR 790982 / CB 733752
1692	LR 790982 / CB 511703-2
1693	CB 733847 / MA 534589
1699	Rio Negro / CB 733781
1700	LM 30063 / CB 733781
1701	CB 733781 / Macanudo
1702	CB 733781 / Pampa
1703	AN 512573 / CB 733781
1704	CB 733793 / Rio Negro
1705	CB 733793 / LM 30063
1706	CB 733793 / Macanudo
1707	Pampa / CB 733793
1708	AN 512573 / CB 733793
1709	CB 733793 / Barriga Verde
1710	CB 733691 / Rio Negro
1711	CB 733691 / LM 30063
1712	CB 733691 / Macanudo
1713	Pampa / CB 733691
1714	AN 512573 / CB 733691
1715	CB 733691 / Barriga Verde
Cruzamento triplo	
1664	FE 821698 / CB 733795 // LA 720164
Cruzamento quadruplo	
1651	FE 821698 / CB 733795 // Diamante Negro / LA 720164
1652	Pampa / LA 720164 // FE 821698 / CB 733795
1653	AN 512567 / LA 720164 // FE 821698 / CB 733795

Cada população segregante, composta de 600 plantas, foi semeada a campo, em dez linhas de 5 m (0,50 m entre linhas e 12 sementes por metro) intercalando-se, a cada cinco linhas, uma da CNF 0010, suscetível à antracnose. Da geração F_2 a F_4, quando as plantas apresentavam a primeira folha trifoliolada completamente expandida, estas foram inoculadas com uma suspensão de 1,2 x 10^6 conídios/ml do patótipo 89 (raça alfa-Brasil) de *C. lindemuthianum* (RAVA et al.,1994). O patótipo 89 é o de maior ocorrência nas principais regiões produtoras de feijão do Brasil. Dez dias após a inoculação, foi realizada seleção massal modificada, eliminando-se as plantas que apresentavam intensidade de sintomas superior ao grau 4 utilizando-se uma escala de 9 graus (RAVA et al.,1993) em que 1 = ausência de sintomas e 9 = plantas mortas ou próximas ao colapso. As populações foram avançadas pelo método de descendência de uma única semente.

Na geração F_4 foi realizada a colheita individual das plantas selecionadas. As famílias nas gerações F_5 e F_6 foram semeadas em linhas de 2 m e submetidas à seleção entre famílias, considerando-se a reação à incidência natural de crestamento bacteriano comum, ferrugem e oídio, a resistência ao acamamento e a altura de inserção das vagens inferiores. Quanto a essas doenças, foram eliminadas as famílias que apresentavam intensidade de sintomas superior ao grau 5, segundo a escala de 1 a 9 (RAVA et al. 1988). Com relação à altura da inserção das primeiras vagens, foram eliminadas as plantas que apresentavam grau superior a 6 (vagens inferiores em contato com o solo), segundo uma escala de 9 graus (1 = altura da inserção > 12 cm e 9 = totalidade das vagens em contato com o solo). Por acamamento foram eliminadas as famílias que apresentavam grau superior a 6 (30 % das plantas acamadas), de acordo com uma escala de 9 graus (1 = 0% plantas acamadas e 9 = 100% de plantas acamadas).

As plantas das famílias selecionadas foram inoculadas, individualmente, em canteiros com cada um dos seguintes patótipos de *C. lindemuthianum*: 55 (raça lambda), 89 (raça alfa-Brasil), 95 (raça capa) e 453 (raça zeta), mediante pulverização com uma suspensão contendo 1,2 x 10^6 conídios/ml. As famílias resistentes aos quatro patótipos de *C. lindemuthianum* foram avaliadas para crestamento bacteriano comum, em casa de vegetação, empregando-se a metodologia de inoculação por incisão das folhas primárias, utilizando-se uma suspensão de 5 x 10^7 ufc/ml do isolado Xp CNF15 de *X. axonopodis* pv. *phaseoli* (RAVA, 1984). A avaliação dos sintomas foi realizada nove dias após a inoculação, utilizando-se uma escala de 0 a 6 segundo RAVA (1984), e a seleção das plantas resistentes baseou-se na relação entre a intensidade de sintomas apresentados pelas famílias (L) e a testemunha resistente (TR) PI 207.262.

Os testes de rendimento das famílias selecionadas (25) foram conduzidos nas épocas da seca (semeadura em fevereiro de 1998) e do inverno (semeadura em maio de 1998), empregando-se um delineamento em látice incompleto, com três repetições. A unidade experimental consistiu em quatro linhas de 4 m de comprimento, distanciadas de 0,50 m, com 12 plantas por metro linear. A área útil de cada parcela constituiu-se nas duas linhas centrais, eliminando-se 0,50 m em cada extremidade. As condições de infecção natural no campo permitiram avaliações quanto ao crestamento bacteriano comum, ferrugem e oídio. Ao mesmo tempo, selecionou-se para altura da inserção das vagens inferiores e acamamento, utilizando-se as escalas anteriormente descritas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As populações que envolveram as linhagens CB733793 (seis populações), CB733752 (duas populações) e CB511703-2 (duas populações), foram eliminadas, nas gerações F_2 a F_4, por apresentarem reação de suscetibilidade à antracnose. Este resultado indicou que, embora tenham sido utilizadas como fonte de resistência à doença, estas linhagens não transferiram tal característica aos seus descendentes.

Na geração F_4, as populações originadas dos cruzamentos simples da linhagem CB733691 com as cultivares Rio Negro, Macanudo, Barriga Verde e com a linhagem LM30063 foram eliminadas por apresentarem baixa altura da inserção das primeiras vagens e/ou acamamento. Entretanto, uma população originada do cruzamento CB733691 com AN512573, não foi eliminada. As famílias 9310767, 9310769 e 9310775, resultantes do cruzamento de número 1714, das quatro selecionadas nesta população, apresentaram nota 6 ou 7 para altura da inserção das primeiras vagens (Tabela 3) e no ensaio de avaliação de rendimento, a família 9310770, também originada deste cruzamento, apresentou nota 7 para acamamento (Tabela 5).

Portanto, as populações e famílias originadas de cruzamento simples onde a linhagem CB733691 participou como genitor fonte de resistência para crestamento bacteriano comum, apresentaram deficiências nas características agronômicas (acamamento e altura de inserção das primeiras vagens).

Na seleção realizada entre 40 famílias nas gerações F_5 e F_6 foram eliminadas nove que, sob condições de infecção natural no campo, apresentaram intensidade de sintomas superior ao grau 5 para oídio e ferrugem, e superior a 6 para acamamento e altura de inserção das vagens inferiores (Tabela 3). Dentro deste critério foram selecionadas 31 famílias F_6.

Na geração F_7 foram eliminadas seis famílias que apresentaram intensidade de sintomas igual ou superior ao grau 4 para os quatro patótipos de *C. lindemuthianum* utilizados (Tabela 4). As famílias, 9310606 (FE821698 / CB733795), 9310639 e 9310646, com a genealogia FE821698 / CB733795 // Diamante Negro / LA720164, 9310735 (CB733781 / Pampa), 9310738 (AN512573 / CB733781), 9310762 (Pampa / CB733691), 9310765, 9310766 e 9310770, com a genealogia AN512573 / CB733691, além da resistência aos quatro patótipos de *C. lindemuthianum* apresentaram, também, resistência ao crestamento bacteriano comum superior à PI 207.262, testemunha fonte de resistência à referida doença (Tabela 4). Estes resultados indicam um considerável ganho quanto à resistência conjunta a estas doenças em linhagens de feijoeiro comum com tipo de grão preto.

Quanto ao rendimento, a maioria das linhagens não diferiram, estatisticamente, dos cultivares já recomendados e utilizados como testemunhas. Nas duas épocas de condução dos ensaios, houve alta incidência de crestamento bacteriano comum e ferrugem. A família 9310627 (Pampa / LA720164) foi a única que apresentou suscetibilidade ao crestamento bacteriano comum, inclusive com baixa produtividade na semeadura de maio. As demais linhagens apresentaram grau de intensidade de sintomas igual ou inferior ao cultivar Diamante Negro, o qual é resistente em condições de campo à referida doença. Estas linhagens apresentaram reação de resistência à ferrugem e ao oídio contrastando com o cultivar Diamante Negro que se mostrou suscetível à primeira doença(Tabela 5).

As famílias, 9310611 (FE821698 / CB733795), 9310622 e 9310624, com a genealogia AN512567 / LA720164, 9310633 (Pampa / LA720164), 9310639 e 9310651, com a genealogia FE821698 / CB733795 // Diamante Negro / LA720164, 9310652 (AN512567 / LA720164 // FE821698 / CB733795) e 9310659 (FE821698 / CB733795 // LA720164), com ótimas características agronômicas, apresentaram reação de resistência a todas as doenças ocorrentes em condições de campo. Entretanto, quando inoculadas, em casa de vegetação com *X. axonopodis* pv. *phaseoli* apresentaram valor de L/TR entre 1,3 e 1,9, com exceção da família 9310639, que apresentou um L/TR de 0,8. O cultivar Diamante Negro, em testes anteriormente realizados, apresentou valores de L/TR, variando de 1,1 a 1,5. Embora as famílias 9310624(L/TR=1,6), 9310651(L/TR=1,8), 9310652(L/TR=1,9) e 9310659(L/TR=1,8) tenham apresentado uma relação L/TR superior a do cultivar Diamante Negro, foram selecionadas devido às suas excelentes características agronômicas. Estes resultados demonstram o alto grau de resistência conjunta às várias doenças que estas famílias possuem. As linhagens 9310611(FE821698 / CB733795), 9310633(Pampa / LA720164), 9310639 e 9310651, com a genealogia FE821698 / CB733795 // Diamante Negro / LA720164, apresentaram, em condições de campo, reação de resistência ao crestamento bacteriano comum superior à do cultivar Diamante Negro e excelentes características agronômicas (Tabela 5). Os resultados obtidos apresentam um ganho, em relação aos obtidos anteriormente por RAVA et al., 1992 e 1996b; COSTA et al., 1994 e 1996, devido ao fato de as linhagens apresentarem resistência conjunta a quatro patótipos de *C. lindemuthianum*, ao crestamento bacteriano comum e possuírem excelentes características agronômicas.

CONCLUSÕES

A metodologia de melhoramento utilizada permitiu a obtenção de linhagens de feijoeiro comum, tipo de grão preto com resistência conjunta à antracnose e ao crestamento bacteriano comum e com boas características agronômicas. A linhagem 9310639 pode facilitar futuros trabalhos de melhoramento, pois associa, à resistência conjunta, excelentes características agronômicas, como produtividade, alta inserção das vagens inferiores e resistência ao acamamento.

TABELA 3 - Avaliação de 40 famílias F5 e F6 de feijoeiro comum, quanto à reação ao crestamento bacteriano comum, ferrugem e ao oídio, altura da inserção das primeiras vagens e acamamento

Família	NC	CBC		FEI		FER		OI	AIV		AC
		F_5	F_6	F_5	F_6	F_5	F_6	F_6	F_5	F_6	F_6
9310606	1647	3	1	1	1	1	1	1	5	4	3
9310608	1647	4	1	2	1	3	1	1	5	5	1
9310609	1647	3	1	1	1	1	1	1	5	4	2
9310611	1647	3	1	2	1	3	1	1	4	4	2
9310614	1649	3	1	3	2	5	5	4	5	5	2
9310617	1649	3	1	1	1	1	1	4	4	5	4
9310622	1649	2	1	3	1	1	1	1	4	4	2
9310624	1649	3	1	2	3	5	5	1	4	5	1
9310627	1650	3	1	2	4	4	5	1	5	5	1
9310632	1650	3	2	1	1	1	1	3	5	5	1
9310633	1650	3	2	1	2	1	3	1	5	5	1
9310639	1651	3	1	1	1	1	1	1	4	4	1
9310641	1651	2	1	3	3	4	5	2	4	5	1
9310646	1651	2	1	1	2	1	3	1	4	5	3
9310649	1651	1	1	2	2	5	4	1	4	5	2
9310651	1653	2	2	2	5	5	1	2	5	4	3
9310652	1653	2	1	2	1	5	1	1	4	4	2
9310655	1664	3	1	1	1	1	1	4	4	5	1
9310656	1664	1	1	2	3	5	5	3	5	5	1
9310657	1664	2	1	1	1	1	1	1	3	4	1
9310658	1664	2	2	1	1	1	1	3	4	5	1
9310659	1664	4	1	1	1	1	1	3	4	4	1
9310671	1685	2	1	1	1	1	1	1	5	4	7
9310673	1685	2	1	1	1	1	1	1	4	4	7
9310705	1700	3	1	1	1	1	1	1	6	4	1
9310718	1701	4	1	5	6	5	1	1	6	5	2
9310735	1702	3	1	3	2	4	1	4	5	5	2
9310738	1703	3	1	1	1	1	1	4	4	5	2
9310741	1703	2	1	1	1	1	5	6	4	6	1
9310743	1703	2	1	2	1	5	3	3	5	5	1
9310744	1703	2	1	2	1	5	1	7	6	6	1
9310758	1713	4	1	1	1	1	1	1	4	5	4
9310762	1713	4	1	3	3	5	1	1	5	6	1
9310763	1713	2	1	2	4	5	1	1	5	6	2
9310765	1714	2	1	1	1	1	1	1	6	6	3

Tabela 3 - continuação

9310766	1714	1	1	1	1	1	5	4	5	5	2
9310767	1714	3	1	1	1	1	5	6	6	4	2
9310769	1714	2	1	1	1	1	1	6	7	5	4
9310770	1714	2	1	1	1	1	1	1	5	5	3
9310775	1714	1	1	1	1	1	1	1	7	7	1

NC: Número do cruzamento
CBC: Crestamento bacteriano comum. Escala de avaliação de 1 a 9, em que 1 = ausência de sintomas e 9 = plantas mortas ou próximas ao colapso.
FEI: Intensidade de ferrugem. Idem escala anterior.
FER: Reação à ferrugem. Escala de avaliação de 1 a 5, em que 1 = ausência de pústula e 5 suscetível, pústulas com diâmetro superior a 600 μ.
OI: Oídio. Idem escala para CBC.
MA: Mancha angular. Idem escala para CBC.
AIV: Altura da inserção das vagens inferiores. Escala de nove graus, onde 1 = > 12cm e 9 = vagens em contato com o solo.
AC: Acamamento. Escala de nove graus, onde 1 = plantas eretas e 9 = totalmente acamadas.
F_5: Geração F_5.
F_6: Geração F_6.

TABELA 4 - Avaliação de 31 famílias F_7 de feijoeiro comum quanto à reação a quatro patótipos de *Colletotrichum lindemuthianum* e a *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*

Família	Patótipo de *C. lindemuthianum*				L/TR
	55	89	95	453	
9310606	1[1]	1	1	1	1,0
9310608	1	1	3	5	n.a
9310609	4	4	1	5	n.a
9310611	1	1	1	2	1,3
9310614	1	1	1	1	1,3
9310617	1	1	1	1	1,6
9310622	1	1	1	3	1,5
9310624	1	1	2	1	1,6
9310627	2	1	1	1	1,6
9310632	1	1	1	1	1,5
9310633	1	1	1	1	1,4
9310639	1	1	1	1	0,8
9310641	1	1	1	2	1,1
9310646	1	1	1	1	0,5
9310649	7	5	5	6	n.a
9310651	1	1	1	1	1,8
9310652	1	1	1	1	1,9
9310655	1	6	1	5	n.a

Tabela 4 - continuação

9310656	2	1	1	3	1,7
9310657	1	6	1	1	n.a
9310658	1	6	1	2	n.a
9310659	1	1	1	1	1,8
9310705	1	1	1	1	1,2
9310735	1	1	1	1	0,7
9310738	1	1	1	1	0,5
9310743	1	1	1	2	1,1
9310762	1	1	1	1	0,4
9310763	1	6	1	2	n.a.
9310765	2	1	1	1	0,5
9310766	3	2	1	1	0,7
9310770	1	1	1	1	0,6

Patótipo 55 (raça lambda); Patótipo 89 (raça alfa Brasil); Patótipo 95 (raça capa); Patótipo 453 (raça zeta).
L/TR: relação entre a intensidade de sintomas à *X. axonopodis* pv. *phaseoli* apresentados pelas linhagens (L) e a testemunha resistente (TR) PI 207.262. A reação média de PI 207.262 foi 2,37, utilizando a escala de 0 a 6 definida por RAVA (1984).
1. Escala de avaliação de 1 a 9, em que 1 = ausência de sintomas e 9 = plantas mortas ou próximas ao colapso.
n.a. = Não avaliada.

TABELA 5 - Avaliação de 28 linhagens/cultivares de feijoeiro comum quanto ao rendimento e à reação ao crestamento bacteriano comum, ferrugem e oídio, altura da inserção das primeiras vagens e acamamento, em duas épocas de semeadura

Linhagem/	Rendimento (kg/ha)		CBC		FEI		OI		AIV		AC	
Cultivar	Fev.	Maio	Fev.	Maio	Fev.	Maio	Fev.	Maio	Fev.	Maio	Fev.	Maio
9310762	3893 a	2847 ab	2	1	1	3	1	1	5	5	3	1
9310611	3785 a	3125 ab	2	2	1	2	1	1	3	2	2	1
9310763	3589 ab	3172 ab	2	4	3	5	1	1	3	3	6	6
9310738	3390 ab	2874 ab	1	1	1	1	1	1	5	5	6	5
Minuano	3326 ab	3574 a	2	2	1	1	3	2	6	6	5	5
9310632	3311 ab	2906 ab	2	2	1	1	1	1	5	4	2	1
9310765	3277 ab	3421 a	2	2	1	1	1	1	5	5	6	6
9310646	3185 ab	2555 ab	2	1	1	1	2	1	5	6	1	1
9310627	3178 ab	2297 b	6	7	4	4	1	1	6	6	2	1
9310641	3132 ab	2709 ab	2	1	3	4	1	1	5	5	1	1
9310705	3112 ab	2644 ab	2	1	1	1	1	1	6	6	5	4
9310622	3088 ab	2538 ab	4	3	1	1	2	1	3	2	1	1
9310639	3038 ab	2844 ab	1	2	1	1	1	1	4	3	4	2
9310659	2967 ab	2447 b	3	4	2	3	1	1	3	4	4	4
9310652	2963 ab	2918 ab	2	4	1	1	1	1	2	2	2	1
9310651	2878 ab	2369 b	1	1	1	1	1	1	3	3	3	1
9310766	2871 ab	3153 ab	1	2	1	1	1	2	6	4	5	5
9310656	2857 ab	3000 ab	3	2	4	5	2	1	5	4	3	3
9310735	2835 ab	2646 ab	1	1	1	2	1	1	5	5	1	3
9310606	2723 ab	3253 ab	1	1	1	1	1	1	6	5	1	1
9310614	2712 ab	2781 ab	4	2	3	2	1	1	5	6	3	1
Pampa	2680 ab	2154 b	2	1	4	1	1	1	5	5	1	2
D. Negro	2609 ab	2466 ab	4	4	7	6	1	1	3	4	3	2
9310770	2590 ab	3323 a	1	1	1	1	1	1	5	4	5	7
9310743	2515 b	3014 ab	1	1	1	1	1	1	5	6	3	1
9310624	2506 b	2593 ab	4	1	1	3	1	1	4	4	1	1
9310633	2500 b	2743 ab	1	2	1	1	1	1	3	4	1	1
9310617	2381 b	2495 ab	1	1	1	3	1	1	4	5	5	6
Tukey	1325	1124										
CV(%)	12,49	11,47										

Valores médios de rendimento seguidos pela mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.
Fev.: Safra da seca, semeadura em fevereiro de 1998. Maio: Safra irrigada, semeadura em maio de 1998.
CBC: Crestamento bacteriano comum. Escala de avaliação de 1 a 9, em que 1 = ausência de sintomas e 9 = plantas mortas ou próximas ao colapso.
FEI: Intensidade de ferrugem. Idem escala anterior. OI: Oídio. Idem escala anterior.
AIV: Altura da inserção das vagens inferiores. Escala de nove graus, onde 1 = > 12cm e 9 = vagens em contato com o solo.
AC: Acamamento. Escala de nove graus, onde 1 = plantas eretas e 9 = totalmente acamadas.
D.Negro.: Diamante Negro.

BIBLIOGRAFIA CITADA

ANDRADE, E.M.; COSTA, J.G.C.da; RAVA, C.A.; SARTORATO, A. Obtenção de linhagens de feijoeiro comum com resistência conjunta ao crestamento bacteriano comum e antracnose. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 31. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 23, 1998. (Resumo 83).

COSTA, J.G.C.da; RAVA, C.A.; ANDRADE, E.M.; SARTORATO, A. Linhagens de feijoeiro comum de grão preto com resistência conjunta ao crestamento bacteriano comum e à antracnose, com boas características comerciais. In: CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA, 44. **Genetics and Molecular Biology**, São Paulo, v. 21, n. 3, p.234, 1998. (Resumo 114).

COSTA, J.G.C.da; RAVA, C.A; SARTORATO, A. Incorporação de genes que condicionam resistência ao fungo da antracnose em duas cultivares de feijoeiro comum: avaliação das linhagens quanto ao rendimento, características agronômicas e reação a doenças. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v.22, n.1, p.26-32, 1996.

COSTA, J.G.C.da; RAVA, C.A.; SARTORATO, A.; PURISSIMO, J.D. **Catálogo de linhagens de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) do CNPAF:** reação às principais doenças e avaliação de características agronômicas. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1990. 31p. (Documentos, 32)

COSTA, J.G.C.da; RAVA, C.A; SARTORATO, A. Obtenção de linhagens de feijoeiro comum com tipo de grão preto, resistentes à antracnose e com boas características agronômicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.4, p.617-624. 1994.

EVANS, A.M.; DAVIS, J.H.C. Breeding *Phaseolus* beans as grain legumes for Britain. **Applied Biology**, Cambridge, v.3, p.1-42, 1978.

RAVA, C.A. Patogenicidade de isolamentos de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, p.445-448, 1984.

RAVA, C.A.; COSTA, J.G.C. da; SARTORATO, A. Fontes de resistência ao patótipo 585 de *Colletotrichum lindemuthianum* em cultivares de feijoeiro comum. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.21, p.394, 1996a.

RAVA, C.A.; COSTA J.G.C.da; SARTORATO, A. Obtenção de linhagens de feijoeiro comum resistentes ao crestamento bacteriano comum originadas do cruzamento entre *Phaseolus vulgaris* e *P. acutifolius*. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v.22, n.1, p.33-36. 1996b.

RAVA, C.A.; COSTA, J.G.C. da; SARTORATO, A. Obtenção e seleção de linhagens de *Phaseolus vulgaris* resistentes a *Xanthomonas campestris* e à raça alfa-Brasil de *Colletotrichum lindemuthianum*. **Ciência e Prática**, Lavras, v.16, p.381-388, 1992.

RAVA, C.A.; COSTA, J.G.C. da; SARTORATO, A.; PURISSIMO, J.D. **Catálogo do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.)**: reação de linhagens e cultivares às principais doenças. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1988. 122p.

RAVA, C.A.; MOLINA, J.; KAUFFMANN, M.; BRIONES, I. Determinación de razas fisiológicas de *Colletotrichum lindemuthianum* en Nicaragua. **Fitopatatologia Brasileira**, Brasília, v.18, p.388-391, 1993.

RAVA, C.A.; PURCHIO, A.F.; SARTORATO, A. Caracterização de patótipos de *Colletotrichum lindemuthianum* que ocorrem em algumas regiões produtoras de feijoeiro comum. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.19, p.167-172, 1994.

AVALIAÇÃO DA VARIABILIDADE DE CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DE UMA POPULAÇÃO DE TREVO VERMELHO[1]

ANDRÉA FACCHINI CRUSIUS[2], NILTON RODRIGUES PAIM[3], MIGUEL DALL' AGNOL[4], STELA MARIA DE JEZUS CASTRO[5]

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi avaliar a variabilidade de características agronômicas de uma população de trevo vermelho (*Trifolium pratense* L.) tais como: taxa de crescimento em altura nos períodos vegetativo e reprodutivo, taxa de crescimento em diâmetro no períodos vegetativo e reprodutivo, rendimento de matéria seca por planta, produção de sementes e seus componentes (hastes/planta, inflorescências/planta, peso de sementes/planta, peso de mil sementes, flores/ inflorescência e a persistência das plantas). Os resultados mostraram que houve uma grande variabilidade entre as plantas e revelaram que a produção de matéria seca foi apenas estimada, significativamente, pelo número de hastes por planta, enquanto que a produção de sementes foi estimada, significativamente, pelas variáveis número de sementes/planta, número de inflorescências/planta e número de hastes/ planta. A incidência de míldio (*Erysiphe polygoni* DC.) afetou o início do florescimento e a produção de matéria seca.

Palavras-chave: *Trifolium pratense*, melhoramento vegetal, seleção genética.

VARIABILITY EVALUATION OF THE AGRONOMIC CHARACTERS IN A RED CLOVER POPULATION

ABSTRACT - The objective of this work was to evaluate the agronomic variability of a red clover (*Trifolium pratense* L.) population such as height growth rate in the vegetative and reproductive periods, diameter growth rate in the vegetative and reproductive periods, dry matter yield/plant, seed production and its components: stems/plant, seed heads/plant, seed weight/plant, one thousand seeds weight, flowers/seed head, and plants persistence. The results showed a great variability among the plants and indicate that dry matter production was significantly estimated only by stems/plant, while the seed production was significantly estimated by seeds/plant, seed heads/ plant and stems/plant. The powdery mildew (*Erysiphe polygoni* DC.) affected the flowering date and the dry matter production.

Key words: *Trifolium pratense*, plant breeding, genetic selection.

INTRODUÇÃO

O trevo vermelho (*Trifolium pratense* L.) é, reconhecidamente, uma das mais importantes leguminosas no mundo, ocupando um lugar de destaque, em muitos países, na constituição básica da formação de pastagens, caracterizando-se, também, por ser uma planta melhoradora do solo (CARAMBULA, s.d.). Por sua capacidade de fixação simbiótica de nitrogênio, o trevo vermelho fornece N para o crescimento de pastagens, quando consorciado com outras espécies (SMITH et. al., 1985). O trevo vermelho é geralmente usado em consorciações com outras espécies forrageiras, podendo, também, servir como banco de proteína, pois no estádio vegetativo apresenta altos teores de proteína, qualificando a dieta animal (PAIM, 1988).

Atualmente, o trevo vermelho encontra-se distribuído por todo o mundo, principalmente na Europa, EUA, centro-oeste da Ásia, Canadá, Nova Zelândia e Austrália. Na América Latina é utilizado em regiões temperadas e subtropicais, principalmente no Chile, Argentina, Uruguai e sul do Brasil (PAIM, 1988).

O trevo vermelho, segundo alguns autores, tem potencial para ser perene, mas, em função de vários fatores, não se comporta como tal, sendo as doenças as maiores causas do declínio prematuro dos estandes (LEATH, 1989). Além disso, insetos, clima, solo e práticas de manejo, também são citados como problemas para a falta de persistência da

1. Parte do trabalho da primeira autora para a obtenção do grau de Mestre em Agronomia, Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, Faculdade de Agronomia/UFRGS.
2. Eng. Agr., M.Sc. - Rua Jacinto Vila Nova 386/308, 99010-290 Passo Fundo, RS.
3. Eng. Agr., Ph.D. - FA/UFRGS, Av. Bento Gonçalves 7712, 91501-970 Porto Alegre, RS. Bolsista do CNPq.
4. Eng. Agr., Ph.D. - Faculdade de Agronomia, UFRGS. Av. Bento Gonçalves 7712, Caixa Postal 776, 91501970 Porto Alegre, RS. E-mail: miguel@vortex.ufrgs.br (autor p/ correspondência)
5. Estatística - Mestranda em Zootecnia, FA/UFRGS, Porto Alegre, RS.

Recebido para publicação em 12/04/1999.

espécie. Por causa destes fatores a longevidade da espécie pode ter uma variação bastante grande, podendo apresentar um comportamento de curta duração (bienal) ou até mesmo anual.

As plantas individuais de trevo vermelho diferem grandemente e isto permite a seleção para distintas características (PIPER, 1924). Muitas das cultivares de trevo vermelho têm sido desenvolvidas por seleção massal e, atualmente, a maioria dos melhoristas concorda que a seleção em massa é eficiente para modificar materiais não melhorados, mas que a seleção posterior deve basear-se em testes de progênies (TAYLOR e SMITH, 1979).

BURTON (1974, 1982) descreveu a técnica de RRPS - "Recurrent Restricted Phenotypic Selection" (seleção fenotípica restrita recorrente) que é uma seleção massal estratificada modificada, usada com o intuito de se minimizar o efeito ambiental e maximizar a eficiência da seleção realizada a campo. Geralmente, caracteres com alta herdabilidade respondem bem à seleção massal, mas caracteres, como produção, têm mostrado resultados menos expressivos. A escolha dos melhores indivíduos é realizada em uma área que é dividida em sub-áreas para minimizar o efeito do ambiente.

Este trabalho avaliou diversas características individuais de plantas de trevo vermelho, tendo como objetivo selecionar genótipos que apresentassem equilíbrio de produção de matéria seca, de sementes, e, também, que fossem plantas persistentes nas condições do Rio Grande do Sul, para que pudessem ser utilizadas, posteriormente, em outros programas de melhoramento, visando a utilização desta espécie como planta forrageira.

MATERIAL E MÉTODOS

Inicialmente, foram semeados em casa de vegetação, na Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, no dia 15/05/95, 300 copos, contendo, cada um, três sementes. Desses, 150 copos foram semeados com sementes provenientes de linhagens melhoradas no Chile e já multiplicadas uma vez na Estação Experimental Agronômica - EEA, UFRGS, sendo estas plantas mais tardias. Os outros 150 copos, com sementes provenientes de material mantido na EEA, são mais precoces quanto ao florescimento e originárias de uma população naturalizada na EEA há muitos anos. Foi realizado um desbaste alguns dias antes do transplante para o campo, deixando-se apenas uma planta por copo. O transplante para o campo foi realizado no dia 04/08/95 e a disposição de plantio das plantas a campo foi realizada de maneira que elas ficassem alternadas, ou seja, colocadas uma a uma de modo que as plantas originadas de sementes do Chile ficassem ao lado de plantas originadas de sementes da EEA e vice-versa.

O trabalho foi desenvolvido a campo no período compreendido entre agosto de 1995 e abril de 1996 na Estação Experimental Agronômica, em Eldorado do Sul. Antes da instalação do experimento foi realizada correção e adubação do solo, seguindo-se as recomendações da análise do solo. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos completos casualizados em número de seis, sendo que cada bloco continha 50 plantas. As mesmas distavam umas das outras 1 m, sendo a distância entre as fileiras também de 1 m e entre blocos de 2 m. Cada planta foi avaliada individualmente.

Após as plantas estarem estabelecidas a campo, foram realizadas medidas semanais da altura, considerando a distância do solo até a folha mais alta, e do diâmetro, considerando-se duas medidas transversais da projeção da copa da planta (sempre no mesmo sentido), somadas e divididas por 2 para obtenção do resultado. Tomou-se nota da data do aparecimento da primeira flor em cada planta. Durante a duração do experimento foi verificada a ocorrência de pragas e doenças que se manifestaram, sendo estas determinadas para posterior avaliação da suscetibilidade da espécie.

A partir do dia 05/12/95 foi iniciada a colheita das plantas. Sempre que as mesmas atingiam a maturação (inflorescências secas com coloração marrom), era realizado o corte a 10 cm do solo, para posterior separação dos componentes de produção. Os utilizados foram: número de hastes vegetativas e reprodutivas por planta, sendo que cada planta foi colocada em uma mesa para separação das hastes; número de hastes por planta, somando-se o total após a contagem do número de hastes vegetativas e reprodutivas; número de inflorescências por planta que foram destacadas das hastes e separadas em verdes e maduras, e, ao final, contado seu número total; número de flores por inflorescência, retirando-se uma amostra aleatória de 10 inflorescências e, a partir destas, as flores foram contadas uma a uma, estimando-se o número médio de flores por inflorescência; número de sementes por flor, utilizando-se a amostragem anterior, separando-se, aleatoriamente, 10 flores de

cada uma das 10 inflorescências (somando 100 flores); peso de sementes por planta, sendo as inflorescências colocadas em local arejado para secar e após trilhadas, peneiradas e pesadas. A produção de matéria seca residual foi estimada depois da colheita e a avaliação dos componentes da produção de sementes, através da secagem em estufa até peso constante, e pesagem do que sobrou da matéria verde de cada planta. A avaliação do rebrote foi realizada através de corte em todas as plantas, em 05/03/96. Também foi observada a duração das plantas. Foram anotadas, separadamente, as plantas que morreram durante o experimento e as que persistiram até o final do mesmo. Esta avaliação foi expressa em dias após o transplante.

A análise estatística utilizou-se da análise de covariância, dos componentes principais e das correlações entre as variáveis estudadas. A seleção das melhores plantas foi realizada através de índices de seleção, levando-se em conta variáveis consideradas importantes para o melhoramento desta espécie, descritos a seguir:

IS_1 = (MS + MS1REBROTE) x PS
IS_2 = (MS + MS1REBROTE) x PS x (1/FC)
IS_3 = 0.7(MS + MS1REBROTE) x 0.3PS
IS_4 = 0.7(MS + MS1REBROTE) x 0.3PS x (1/FC)
IS_5 = (MS+MS1REBROTE) x CP_PS
IS_6 = (MS+MS1REBROTE) x CP_PS x (1/FC)
IS_7 = (MS+MS1REBROTE) x (FD1_PS + FD2_PS)
IS_8 = (MS+MS1REBROTE) x (FD1_PS + FD2_PS) x (1/FC)
IS_{7772} = (CP_MH) x PS
IS_{77772} = (CP_MH) x PS x (1/FC)
IS_{8882} = (FD1_MH + FD2_MH) x PS
IS_{88882} = (FD1_MH + FD2_MH) x PS x (1/FC)
IS_{122} = (FD1_MH + FD2_MH) x (FD1_PS + FD2_PS)
IS_{132} = (FD1_MH + FD2_MH) x (FD1_PS + FD2_PS) x (1/FC)
IS_{142} = (CP_MH) x (CP_PS)
IS_{152} = (CP_MH) x (CP_PS) x (1/FC)

Onde, IS= índice de seleção; MS= matéria seca/planta; PS= peso de sementes/planta; MS1REBROTE= matéria seca do rebrote/planta; CP= componente principal; FD= função discriminante; FC= dias do início de florescimento até a colheita; CP_MH = componente principal de matéria seca e haste/planta.

Os valores usados nos índices correspondem aos vetores associados aos componentes principais da análise multivariada. Utilizou-se a seleção massal estratificada, sendo que a pressão de seleção utilizada selecionou 20% das plantas em cada bloco.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados (Tabela 1) mostraram que as plantas cresceram mais durante o período vegetativo, pois as taxas de crescimento médio em altura e diâmetro durante o período vegetativo foram maiores do que no período reprodutivo.

Percebe-se que o número médio de flores/ inflorescência no experimento foi de 92,57 (Tabela 2), enquanto que em trabalho realizado por DADE (1966) o número de flores/inflorescência, em um primeiro corte, foi de 84. O número médio de sementes/flor foi 0,73, sendo superior ao resultado encontrado por DADE (1966) de 0,59 sementes/ flor. Durante o desenvolvimento experimental ocorreram períodos críticos de escassez de água para as plantas, assim como períodos de excesso de água, embora estes tenham sido em reduzido número e duração. Um ponto importante verificado nos resultados foi o número médio de flores por inflorescência, de 92,57. Para CARAMBULA (s.d.) as inflorescências possuem de 100 a 150

flores; para TAYLOR e SMITH (1995) uma média de 125 flores; segundo FERGUS e HOLLOWELL (1960) possuem de 50 a 275 flores e, para PIPER (1924), o número médio de flores é de 85. A partir dos números encontrados no experimento, pode-se verificar a aproximação com os números dos autores acima citados, podendo-se dizer que esta variável não foi afetada pelo déficit hídrico.

TABELA 1 - Médias (cm/semana), amplitudes (cm) e desvios padrões (cm) das taxas de crescimento de uma população de *Trifolium pratense* L.

	Médias	Amplitude	Desvio Padrão
Taxa de crescimento em altura no período vegetativo	2,08	0,22 a 4,5	0,68
Taxa de crescimento em altura no período reprodutivo	1,44	0 a 6	1,58
Taxa de crescimento em diâmetro no período vegetativo	5,61	0 a 11,11	1,81
Taxa de crescimento em diâmetro no período reprodutivo	1,33	0 a 13,25	2,75

TABELA 2 - Médias, amplitudes e desvios padrão do número de hastes/planta, número de inflorescências/planta, número de inflorescências/haste, número de flores/inflorescência, número de sementes/flor, número de sementes por planta, peso médio de mil sementes e peso de sementes por planta de uma população de *Trifolium pratense* L.

	Média	Amplitude	Desvio Padrão
Número de hastes/planta	61,93	8 a 162	25,36
Número de inflorescêcias/planta	354,43	13 a 976	159,85
Número de inflorescências/haste	5,73	1,1 a10,6	1,65
Número de flores/inflorescência	92,57	56,2 a 154,1	16,80
Número de sementes/flor	0,73	0,28 a 1	0,11
Número de sementes/planta	23523	330 a 63192	10698,06
Peso de mil sementes (g)	1,81	1,01 a 2,4	0,23
Peso de sementes/planta (g)	20,35	0,28 a 63,2	yield 11,77

O peso médio de mil sementes, obtido para cada planta, foi de 1,81 gramas (Tabela 2). O peso médio de 1000 sementes, segundo ROBINSON (1947), é de 1,773 g. Portanto, os valores aqui obtidos revelaram-se dentro da média relatada pelo autor acima citado.

As amplitudes de variação e desvios padrões apresentados (Tabelas 1 e 2) revelam a variabilidade da população para estas variáveis. A média de matéria seca colhida por planta foi de 96,57 g, quando foi envolvida toda a população na análise dos resultados, e de 101,89 g, quando consideradas somente as plantas que rebrotaram. Aqui verificou-se uma pequena diferença entre os valores, devendo-se levar em conta que esta diferença (96,57 e 101,89 g) pode não ser significativa. Estes resultados diferem daqueles obtidos em um experimento realizado por KENDALL et. al. (1962) no Kentucky, onde o crescimento e a persistência de plantas de trevo vermelho foram avaliados utilizando-se várias temperaturas e umidade em laboratório, concluindo que as menores plantas obtidas, em ambiente controlado, foram as de variedades de maior persistência.

Observou-se que as plantas mais precoces iniciaram o florescimento 28 dias após o transplante e as mais tardias 152 dias após, podendo-se perceber a ampla variação entre as plantas quanto ao início do florescimento, sendo o tempo médio de 97,95 dias (Tabela 3). Esta amplitude pode ser explicada pelo fato de que metade das plantas utilizadas para o experimento foram oriundas da EEA, sendo mais precoces, e a outra metade, originária do Chile, mais tardias. Pode-se verificar que a média do início do florescimento das plantas foi 97,95 dias e este período ocorreu entre novembro e dezembro/95, onde foi constatado déficit hídrico, de acordo com o balanço hídrico verificado durante o decorrer do experimento. No entanto, este déficit pode não ter afetado esta variável, pois a produção de sementes deste experimento revelou resultados semelhantes aos de ROBINSON (1947).

TABELA 3- Médias, amplitudes e desvios padrões do início do florescimento, da duração do florescimento e da duração das plantas de uma população de *Trifolium pratense* L.

	Média	Amplitude	Desvio Padrão
Início do florescimento (dias após transplante)	97,95	28 a 152	22,82
Duração do florescimento (dias)	52,56	19 a 244	20,52
Duração das plantas (dias)	271,82	137 a 320	58,13

É importante salientar que nem todas as plantas que rebrotaram persistiram. Assim, o tempo médio de duração das plantas foi de 271,82 dias para toda população. A amplitude de duração da população foi de 137 a 320 dias (Tabela 3) e das plantas que rebrotaram, foi de 154 a 320 dias. Torna-se claro que a amplitude de duração das plantas que rebrotaram é menor que de toda a população. Os 320 dias estão relacionados a todas as plantas que sobreviveram durante o período experimental, ou seja, os 320 dias indicam que no último dia de avaliação estas plantas permaneciam vivas, demonstrando um comportamento não anual.

O início da colheita das plantas, neste trabalho, foi no dia 05/12/95 e, a partir daí, foram sendo colhidas durante os meses de dezembro e janeiro, e algumas, ainda, foram colhidas em fevereiro. Embora tenha sido verificado um déficit hídrico nos meses de dezembro e janeiro, esse déficit não afetou profundamente o rebrote das plantas, que foi satisfatório (75%).

O número de hastes/planta (H/P), as taxas de crescimento médio em altura no período vegetativo (TCAV) e reprodutivo (TCAR), e as taxas de crescimento médio em diâmetro no período vegetativo (TCDV) e reprodutivo (TCDR) foram utilizados como parâmetros estimadores para a produção de matéria seca. Com essa finalidade, procedeu-se a análise de covariância incluindo, também, o efeito de plantas ou blocos, com o objetivo de avaliar o efeito ambiental sobre as plantas. Tais resultados encontram-se na Tabela 4.

Pela análise de covariância, verifica-se que nenhuma das variáveis de taxas de crescimento apresentou efeito importante na produção de matéria seca. Entretanto, o número de hastes/planta influenciou, significativamente, a produção de matéria seca, indicando que quanto maior o número de hastes na planta, maior a quantidade de matéria seca produzida. No entanto, OLIVEIRA (1987), trabalhando na Estação Experimental Agronômica da UFRGS, com cornichão (*Lotus corniculatus*, L.), encontrou significância para o efeito da variável TCD (taxa crescimento em diâmetro) na produção de matéria seca, sendo grande parte da variação de produção de matéria seca explicada pela TCD.

TABELA 4 - Resumo da análise da covariância para produção de matéria seca nas plantas que rebrotaram de uma população de *Trifolium pratense* L.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Blocos	5	21682.91252148	4336.58250430	2.13	0.0636
Hastes/planta	1	181369.43904621	181369.43904621	89.01	0.0001
TCAV	1	99.56609334	99.56609334	0.05	0.8253
TCAR	1	1.07069644	1.07069644	0.00	0.9817
TCDV	1	244.72133779	244.72133779	0.12	0.7293
TCDR	1	1493.58854337	1493.58854337	0.73	0.3929

A análise de covariância para produção de sementes da população encontra-se na Tabela 5. As variáveis hastes/planta, inflorescências/planta e sementes/planta influenciaram, significativamente, a produção de sementes da população. De acordo com CARAMBULA (s.d.), é o número de sementes/inflorescência o fator que mais influencia na produção de sementes no trevo vermelho, não tendo sido estimado no presente trabalho.

TABELA 5 - Resumo da análise da covariância para produção de sementes de uma população de *Trifolium pratense* L.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Blocos	5	229.581182	45.916263	0.87	0.5047
Hastes/planta	1	654.037817	654.037817	12.33	0.0005
Inflorescências/planta	1	921.933346	921.933346	17.38	0.0001
Sementes/planta	1	1364.472373	1364.472373	25.72	0.0001
Flores/inflorescência	1	0.043228	0.043228	0.00	0.9772

As correlações entre diversas variáveis, para plantas com duração menor do que 320 dias, encontram-se na Tabela 6. Esta análise de correlação foi realizada com as plantas que duraram menos do que 320 dias (período final das avaliações), pois não se teria dados para utilizar com as plantas que sobreviveram mais do que 320 dias, quando fossem correlacionadas com a persistência das plantas, pois o único dado que se tem são os 320 dias para todas as plantas que sobreviveram até então.

TABELA 6 - Correlações entre diversas variáveis para as plantas de uma população de *Trifolium pratense* L. que persistiram menos do que 320 dias

	PS	MS	Persistência	Início florescimento	Míldio
PS	-	0,10	0,09	- 0,05	- 0,11
MS		-	0,17 *	0,64 *	- 0,22 *
Persistência			-	0,06	0,04
Início florescimento				-	- 0,20 *

*(P < 0,05)

Nota-se que a correlação entre persistência e produção de matéria seca (r = 0,17) foi significativa, indicando que a produção de matéria seca foi influenciada, positivamente, pela persistência das plantas, embora com um reduzido significado biológico em função do seu baixo valor.

O início do florescimento e a produção de matéria seca revelaram uma correlação de 0,64 positiva e significativa, indicando que mesmo as plantas mais tardias, que floresceram mais tarde, produziram mais matéria seca. Apesar disso, o início do florescimento não foi correlacionado com a produção de sementes, indicando não haver nenhum efeito dessa variável sobre o rendimento de sementes.

Quando analisa-se a correlação entre início do florescimento e incidência de míldio, a mesma revela resultado negativo e significativo (r= - 0,20). Embora seu valor numérico também não seja alto, indica que plantas mais precoces foram mais infectadas pela doença, ou que plantas infectadas pela doença tiveram o seu florescimento iniciado mais precocemente como uma resposta ao ataque da doença, gastando reservas e debilitando-se, tendo, como conseqüência, uma menor produção de MS, correlacionando-se negativamente com esta variável (r = -0,22).

Na Tabela 7 encontram-se os valores dos componentes principais e os vetores associados a cada componente da população relacionado à produção de matéria seca. Aqui percebe-se que o componente principal explica 99,57% da variância total, sendo que o valor dos outros componentes é insignificante na variação total.

Na Tabela 8 encontram-se os valores dos componentes principais e os vetores associados a cada componente, para a população, relacionado à produção de sementes. Aqui, percebe-se que o componente principal explica 99,99% da variância total.

TABELA 7 - Variância total, componentes principais da variância, percentagem da variância total de cada componente principal e vetores característicos da produção de matéria seca, taxas de crescimento em altura e diâmetro nos períodos vegetativo e reprodutivo de uma população de *Trifolium pratense* L.

	Total	1º	2º	3º	4º	5º
variância	3219,59	3205,95	8,27	2,77	2,21	0,39
%variância total	100 %	99,57	0,25	0,08	0,06	0,01
		0,99	0,00	-0,00	0,00	0,00
vetores		-0,00	-0,00	-0,01	0,20	0,98
característicos		0,00	0,13	0,66	-0,72	0,16
		0,00	-0,35	0,73	0,57	-0,11
		-0,00	0,93	0,18	0,32	-0,06

TABELA 8 - Variância total, componentes principais da variância, percentagem da variância total de cada componente principal e vetores característicos de hastes por planta, inflorescências por planta, sementes por planta, peso de sementes, peso mil sementes e flor por inflorescência de uma população de *Trifolium pratense* L.

	Total	1º	2º	3º	4º	5º	6º
variância	114475136	114466547,3	8140,30	260,94	132,73	54,67	0,05
%variância total	100 %	99,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		0,00	0,17	0,96	0,20	0,13	-0,00
vetores		0,01	0,98	-0,19	0,10	-0,42	-0,00
característicos		0,99	-0,01	0,00	-0,00	-0,01	0,00
		0,00	0,02	-0,13	-0,04	0,99	-0,01
		-0,00	0,00	-0,00	-0,00	0,01	0,99
		0,00	-0,13	-0,18	0,97	0,02	0,00

A seleção das melhores plantas foi realizada através do uso de índices de seleção, em função da facilidade em utilizar-se estes índices, levando-se em conta variáveis consideradas importantes para o melhoramento desta espécie. Nesta seleção optou-se por índices que utilizassem somente as variáveis MS (produção de matéria seca), haste/planta e PS (peso de sementes) e, também, índices que decompusessem as mesmas variáveis em outras variáveis que dão idéia do volume/peso da produção de MS e PS. A seleção foi realizada somente para as plantas que rebrotaram, pois, como explicado anteriormente, não há interesse em plantas que não persistem.

Em geral houve grande semelhança entre as plantas selecionadas por todos os índices. Esse fato poderia ser explicado em razão dos índices terem sido calculados usando-se componentes semelhantes ou pelo fato de que as plantas não apresentassem muita variação nas suas características. Essa última hipótese poderia ser descartada pela simples observação das Tabelas 1, 2 e 3, onde pode-se notar a grande variação exibida pelas plantas.

A Tabela 9 mostra a coincidência de plantas por bloco escolhidas em todos os índices. Se a seleção mostrasse 100 % de coincidência entre as plantas, não haveria necessidade de escolher um ou outro índice e, sim, o que fosse de mais fácil obtenção.

TABELA 9 - Número coincidente de plantas selecionadas por bloco por todos os índices

Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3	Bloco 4	Bloco 5	Bloco 6
1	1	1	2	2	4

Nesse caso, na falta de informações a respeito do valor do uso de cada um dos índices, o IS_1 seria o índice mais lógico, uma vez que se levaria em conta a produção total de MS (MS + MS1REBROTE) e a produção de sementes. As plantas selecionadas por este índice seriam plantas que apresentariam boa produção dos dois componentes envolvidos. No entanto, seria possível a seleção de plantas que apresentassem uma grande produção de apenas um dos componentes, fato esse que compensaria a baixa produção do outro componente. Por exemplo, plantas que apresentassem uma grande produção de sementes talvez pudessem ser selecionadas em detrimento de plantas mais equilibradas.

Com a finalidade de se fazer a comparação entre os diferentes índices, a Tabela 10 mostra a coincidência das plantas entre o IS_1 com todos os outros índices. Nota-se que, apesar de existir uma coincidência entre os diferentes índices, existe diferença na escolha das plantas pelos mesmos, pois muitas vezes uma planta não foi selecionada por todos os índices, sendo então descartada da coincidência. Em geral, se espera que as plantas que possuem um período de florescimento prolongado tenham uma desvantagem em termos de matéria seca e persistência. O IS_2 leva este fator em consideração e penaliza as plantas que tiveram um FC muito longo.

TABELA 10 - Número coincidente de plantas selecionadas por bloco entre o índice IS_1 e os outros índices

	Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3	Bloco 4	Bloco 5	Bloco 6	Total	Média
IS_2	8	8	9	9	8	9	51	8,5
IS_3	10	10	10	10	10	10	60	10
IS_4	8	8	9	9	8	9	51	8,5
IS_5	7	7	8	7	8	9	46	7,6
IS_6	7	6	7	8	8	7	43	7,1
IS_7	4	8	5	7	7	9	40	6,6
IS_8	6	7	6	8	8	6	41	6,8
IS_{7772}	7	9	8	7	7	10	48	8
IS_{77772}	9	9	9	8	8	9	52	8,6
IS_{8882}	6	10	8	6	6	10	46	7,6
IS_{88882}	8	8	9	8	7	8	48	8
IS_{122}	7	6	5	3	6	8	35	5,8
IS_{132}	7	6	4	6	7	6	36	6
IS_{142}	6	7	7	5	6	9	40	6,6
IS_{152}	8	5	7	6	8	7	41	6,8

O IS_3 leva em conta o fato que plantas forrageiras selecionadas para alta produção de sementes acabam tendo suas produções de matéria seca decrescidas. Portanto, esse índice fornece um peso maior para a matéria seca em detrimento da produção de sementes. O IS_4, além do comentado para o IS_3, leva em conta a importância do fator período de florescimento, também já explicado anteriormente.

A vantagem do uso dos índices IS_5 e IS_7 e seus derivados (IS_6 e IS_8) reside no fato de que a produção de sementes é decomposta nos seus principais componentes, dando maior segurança na escolha de plantas em comparação com o uso isolado do fator PS, permitindo a seleção de indivíduos mais equilibrados (BAKER, 1986; OLIVEIRA, 1987). O cálculo do IS_5 leva em consideração a MS e os componentes principais da PS, tendo vantagem em relação ao IS_1 porque no primeiro é utilizado o componente principal da PS, fazendo com que ocorra uma melhor distribuição desta variável. O IS_6 é semelhante ao anterior, porém leva em consideração o FC. Para o cálculo do IS_7 foi considerado a MS e as principais funções discriminantes da PS calculados na análise multivariada. O IS_8 é semelhante ao IS_7 levando em conta o FC.

Os índices discutidos a seguir levam em consideração o componente principal da MS e da haste/planta, já que foi esta última variável que demostrou influência significativa na produção de MS. O uso dos índices IS_{7772} e seu derivado IS_{77772} baseia-se no fato de que a produção de MS e da haste/planta é decomposta nos seus principais componentes, dando maior segurança na escolha de plantas em comparação com o uso isolado do fator MS + MS1REBROTE, sendo que o índice IS_{77772} também leva em conta a importância do fator período de florescimento.

Para o cálculo do IS_{8882} foram consideradas as funções discriminantes da MS e da variável haste/planta, juntamente com a PS. O IS_{88882} apresentando

as mesmas variáveis do IS_{8882} mais o fator período de florescimento. Utilizando o IS_{122}, trabalha-se com as funções discriminantes da MS, da variável haste/planta e da produção de sementes, sendo que o IS_{132} além de trabalhar com as mesmas variáveis anteriores, também trabalha com o período de florescimento. E, por último, o IS_{142} considera os componentes principais da MS, haste/planta e PS, sendo seu derivado (IS_{152}) dividido pelo período de florescimento.

A razão da escolha de um índice, ou mais de um, é explicada pelo fato de ser mais eficiente a seleção das plantas, porque com o uso de índices é possível avaliar-se mais de uma característica ao mesmo tempo. Também, avalia-se toda a informação disponível, atribuindo-se pesos diferentes às variáveis, conforme o objetivo do trabalho, valorizando, assim, certos atributos que forem julgados de maior importância. O melhor índice de seleção somente poderá ser identificado posteriormente, quando as progênies forem testadas em outros trabalhos e, a partir daí, seu uso poderia ser recomendado em futuros trabalhos de melhoramento genético de trevo vermelho realizados em condições similares.

CONCLUSÕES

As plantas cresceram mais durante o período vegetativo, pois as taxas de crescimento médio em altura e diâmetro, durante o período vegetativo, foram maiores do que no período reprodutivo.

A produção de matéria seca foi estimada, significativamente, pela variável haste/planta, não tendo sido estimada pelas taxas de crescimento. A produção de sementes foi estimada, significativamente, pelas variáveis número de sementes/planta, número de inflorescências/planta e número de hastes/planta.

A incidência de míldio teve influência nas plantas, pois afetou o início do florescimento e a produção de matéria seca, não afetando a persistência e a produção de sementes.

BIBLIOGRAFIA CITADA

BAKER, R. J. **Selection indices in plant breeding**. Boca Raton: CRC Press, 1986. 162p.

BURTON, G.W. Recurrent restricted phenotypic selection increases forage yields of bahiagrass. **Crop Science**, Madison, v.14, n.6, p.831-835, 1974.

BURTON, G.W. Improved recurrent restricted phenotypic selection increases bahiagrass forage yield. **Crop Science**, Madison, v.22 ,n.5, p.1058-1061, 1982.

CARAMBULA, M. **Producción y manejo de pasturas sembradas**. Buenos Aires: Hemisfério Sur, [s.d.]. 463p.

DADE, E. Effects of clipping on red clover seed yields and seed-yield components. **Crop Science**, Madison, v.6, n. 2, p.348-350, 1966.

FERGUS, E.N.; HOLLOWELL, E.A. Red clover. **Advances in Agronomy**, Nova York, v.12, n.1, p.365-436, 1960.

KENDALL, W.A.; STROUBE, W.H.; TAYLOR, N.L. Growth and persistence of several varieties of red clover at various temperature and moisture levels. **Agronomy Journal**, Madison, v.54, n.4, p.345-347, 1962.

LEATH, K. T. Diseases and forage stand persistence in the United States. In: MARTIN, G.C. (Ed.) **Persistence of forage legumes**. Madison: ASA, 1989. p 465-479.

OLIVEIRA, J.C.P. **Avaliação de plantas e progênies de *Lotus corniculatus* L. e *Lotus uliginosus* Schkuhr**. Porto Alegre: UFRGS, 1987. 106p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, UFRGS. 1987.

PAIM, N.R. Manejo de leguminosas de clima temperado. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 9., 1988, Piracicaba. **Anais** ... Piracicaba: FEALQ, 1988. p.341-358.

PIPER, C.V. Forage plants and their culture. 2.ed. New York: MacMillan, 1924. p.411-452.

ROBINSON, D M. **Leguminous forage plants**. 2.ed., London: Edward Arnold, 1947. 119p.

SMITH, R.R.; TAYLOR, N.L.; BOWLEY, S.R. Red clover. In: TAYLOR, N.L. (Ed.) **Clover science and technology**. Madison: ASA, 1985. p.457-470.

TAYLOR, N.L.; SMITH, R.S. Red clover breeding and genetics. **Advances in Agronomy**, New York, v.31, n.1, p.125-153, 1979.

TAYLOR, N.L.; SMITH, R.R. Red clover. In: HEALTH, M.E. (Ed.) **Forages**. 5.ed., Ames: Iowa State University Press, 1995. v.1, cap.17, p.217-226.

SUBSTÂNCIAS COM EFEITO TÓXICO E REPELENTE PARA *Sarasinula linguaeformis* (SEMPER, 1885) (MOLLUSCA, VERONICELLIDAE)

LUÍS ANTÔNIO CHIARADIA [1], JOSÉ MARIA MILANEZ [2]

RESUMO - Foram realizados quatro experimentos com o objetivo de testar o efeito de substâncias repelentes e tóxicas para *Sarasinula linguaeformis* (Mollusca, Veronicellidae). Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Fitossanidade do Centro de Pesquisa para Pequenas Propriedades, da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A., utilizando-se delineamento experimental de blocos casualizados. Como repelentes foram testados: sulfato de cobre-2%, creolina-2%, sal amoníaco-2%, hidróxido de sódio-0,125%, pulverizados em porções de folhas de repolho, que serviram de substrato alimentar para as lesmas. Após 96 horas, foi medida a sobra de alimento. Para verificar o efeito tóxico foram testados: hidróxido de sódio-2%, sulfato de cobre-2%, extrato de fumo-3%, detergente-3%, extrato de lesmas-10%, creolina-2%, desinfetante com amoníaco-3%, querosene-3%, sal amoníaco-3%, cloreto de sódio-3% e 5%, uréia-3%, pulverizados diretamente sobre as lesmas. A mortalidade foi avaliada 24, 48 e 72 horas após. O sulfato de cobre destacou-se como repelente, enquanto que hidróxido de sódio, querosene, creolina e sal amoníaco foram as substâncias mais tóxicas.

Palavras-chave: lesmas, controle alternativo.

TOXIC AND REPELLENT EFFECT OF DIFFERENT SUBSTANCES TO *Sarasinula linguaeformis* (SEMPER, 1885) (MOLLUSCA, VERONICELLIDAE)

ABSTRACT - Four trials in randomized complete blocks design were carried out in the Laboratory of Centro de Pesquisa para Pequenas Propriedades, of Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, Chapecó, western Santa Catarina, Brazil, to study repellent and toxic products to *Sarasinula linguaeformis* (Semper, 1885) (Mollusca, Veronicellidae). Repellents tested were: copper sulfate 2%, creolin 2%, ammoniac salt 2%, and sodium hydroxide 0.125%, sprayed on the leaves of cabbage used for feeding the slugs. The evaluation was done 96 hours after measuring the remains of the food. The toxicity of different products were tested with: sodium hydroxide 2%, copper sulfate 2%, tobacco extract 3%, detergent 3%, slugs extract 10%, creolin 2%, ammoniac disinfectant 3%, kerosene 3%, ammoniac salt 2%, sodium chloride 3% and 5%, and urea 3%, sprayed directly on the slugs. The mortality of the slugs was evaluated 24; 48 and 72 hours after spraying. The best repellent was copper sulfate. The most toxic products were sodium hydroxide, kerosene, creolin, and ammoniac salt.

Key words: slugs, alternative control.

INTRODUÇÃO

As lesmas são moluscos pertencentes à família Veronicellidae. Nas Américas existem 43 espécies passíveis de identificação e muitas outras ainda necessitam de estudos mais detalhados para serem classificadas (THOMÉ, 1993).

Em alguns países da América Central e do Sul, as lesmas são consideradas pragas agrícolas de importância econômica, atacando, principalmente, vegetais das famílias das leguminosas, brássicas, solanáceas, entre outras (KAMINSKY et al., 1987; KING e SAUNDERS, 1984).

No Brasil, moluscos foram observados causando danos nas culturas de feijão, soja, fumo, banana, café e diversas espécies de hortaliças. No município de Nova Itaberaba, situado na região oeste do estado de Santa Catarina foi constatado a partir de 1995, o ataque severo de lesmas nas culturas de soja e feijão (AGROPECUÁRIA CATARINENSE, 1995). Espécimes encaminhados

1. Eng. Agr., M.Sc. - Centro de Pesquisas para Pequenas Propriedades/EPAGRI. Cx. Postal 791, 89.901-970 Chapecó, SC. Fax: (49) 723 0600, E-mail: chiaradi@epagri.rct-sc.br
2. Eng. Agr., Ph.D. - Centro de Pesquisas para Pequenas Propriedades/EPAGRI; Cx. Postal 791 89.901-970 Chapecó, SC. E-mail: milanez@epagri.rct-sc.br
Recebido para publicação em 14/04/1999.

ao Professor Dr. José Willibaldo Thomé (Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul) foram identificados como *Sarasinula linguaeformis* (Semper, 1885) (Mollusca, Veronicellidae).

Indivíduos desta espécie podem atingir até dez centímetros de comprimento por dois centímetros de largura e possuem o hábito de alimentar-se durante a noite e nas horas de temperatura mais amena. Estes moluscos, nas fases jovem e adulta, consomem plântulas, brotos, folhas, talos e até raízes das plantas. Além disso, os vegetais infestados geralmente apresentam rastros de muco e presença de fezes, que depreciam os produtos na comercialização. Durante os meses mais frios do inverno, costumam proteger-se no solo, em galerias construídas com até 50 cm de profundidade.

ANDREWS e MIRA (1983), verificando os níveis de dano para *Vaginulus plebeius* (Mollusca, Veronicellidae) na cultura de feijão, concluíram que 0,25 lesmas/m2 reduziram a produção em 32 kg/ha e a presença de 0,40 lesmas por armadilha atrativa instalada antes do plantio do feijão, em locais críticos de ataque, indica a necessidade de controle preventivo da praga. Observaram, ainda, que esta espécie pode se deslocar até dez metros por noite na procura por alimento.

NUNES (1998) observou que o ataque de lesmas em feijão irrigado foi maior, quando em plantio direto na palha de milho, em relação ao plantio na palha de capim-marmelada. O fato de as lesmas preferirem alimentos com alto teor de proteínas e carbohidratos justificam a maior infestação sobre a palha de milho, onde os níveis destas substâncias são maiores.

O uso de práticas culturais é uma alternativa capaz de reduzir a infestação de moluscos. Neste sentido, é indicado eliminar materiais espalhados ou amontoados nas propriedades, reduzindo os locais de abrigo. Da mesma forma, deve ser dado destino adequado para os dejetos animais, resíduos vegetais e controlar plantas hospedeiras sem importância econômica (LATORRE et al., 1985).

O controle das lesmas com produtos comerciais à base de metaldeído é uma prática eficiente para pequenas áreas, tornando-se caro e muitas vezes impraticável em áreas extensivas. Outros agrotóxicos convencionais têm se mostrado ineficientes para o controle destas pragas (GASSEN, 1996).

LINK (1996), testando doses de 10 a 50 g/m^2 de moluscicidas comerciais à base de metaldeído, obteve nível de controle acima de 80% da população infestante apenas em pátios e gramados, ficando em níveis inferiores em lavouras. Segundo este mesmo autor, as lesmas podem ser repelidas com eficácia pela pulverização de fungicidas cúpricos sobre as culturas, especialmente no caso da calda bordalesa.

OROZCO (1994) sugere o controle de *V. plebeius* através do uso de isca formulada com 18 kg de massa de milho, 120 g de Lannate PS 90% (metomil) e 750 ml de melaço, por hectare, a ser distribuída no final da tarde. LATORRE et al. (1985) recomendam para o controle de lesmas, em geral, a utilização de iscas contendo 16 partes de farelo de trigo, uma parte de melaço, 7,5 partes de água e uma parte de metaldeído, distribuindo-se 0,5 kg/ha deste ingrediente.

SOBRADO et al. (1986), testando iscas com metaldeído mais carbaril, concluíram que a mistura provocou menor mortalidade de lesmas, levantando-se a hipótese do carbaril atuar como repelente e/ou supressor do apetite dos animais.

Na falta de alternativas eficientes e econômicas para o controle de lesmas, o presente trabalho teve por objetivo pesquisar produtos com ação repelente e verificar a ação tóxica de algumas substâncias sobre estes moluscos.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram instalados no Laboratório de Fitossanidade do Centro de Pesquisa para Pequenas Propriedades, da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S. A., situado em Chapecó, SC, no período de março a maio de 1998, utilizando indivíduos da espécie *S. linguaeformis* com tamanho médio de oito centímetros de comprimento, coletados no município de Nova Itaberaba, SC.

Para verificar a ação de substâncias repelentes foi instalado um experimento em blocos casualizados, com cinco tratamentos e cinco repetições. Cada parcela constou de três lesmas, que foram colocadas em caixas "gerbox", medindo 12 x 12 x 3,5 cm. Os tratamentos foram feitos com pulverização sobre porções circulares de folhas de repolho, com 2,5 cm de diâmetro, oferecidas como alimento para os moluscos, utilizando-se as seguintes soluções: sulfato de cobre (2%), creolina (2%), sal amoníaco (2%), hidróxido de sódio (0,125%) e água (testemunha). A avaliação foi realizada 96 horas após, atribuindo-se notas proporcionais à

quantidade de alimento remanescente. Os dados obtidos foram transformados em $\sqrt{x+0,5}$, submetidos ao teste F e as médias comparadas pelo Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

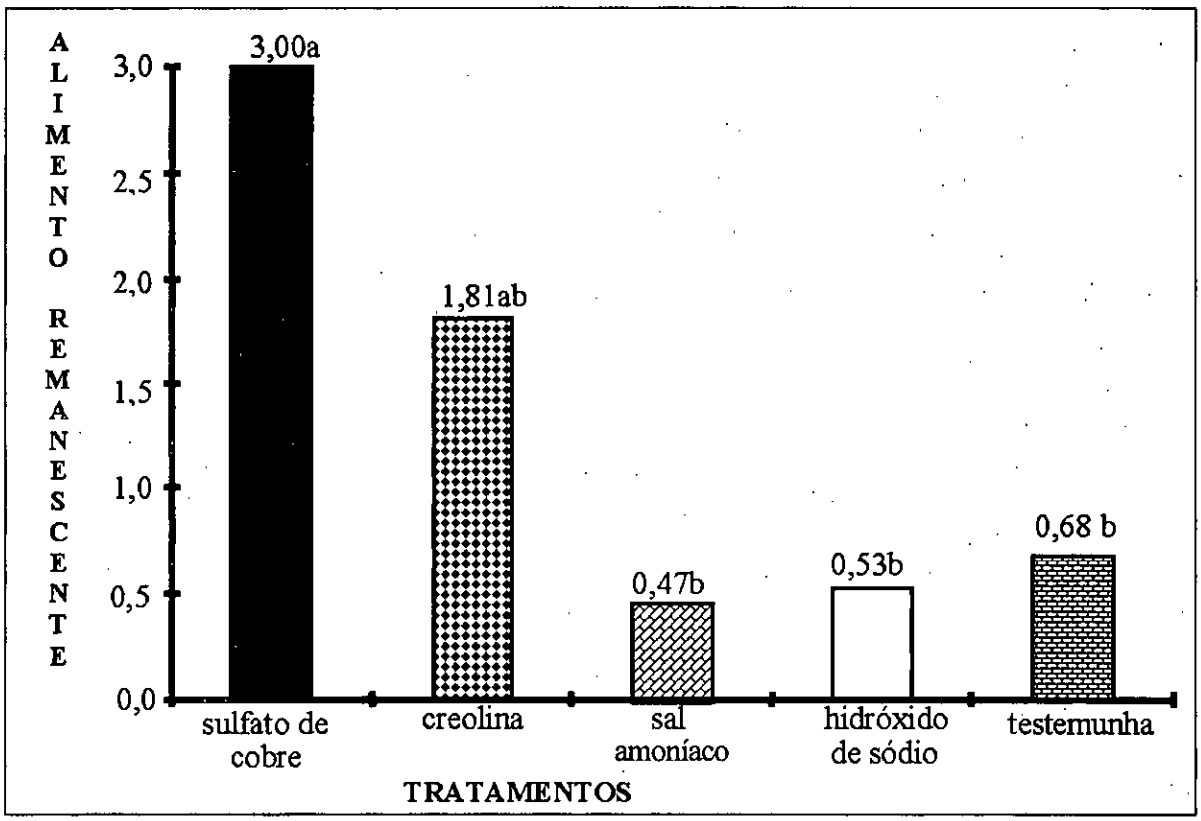
Para avaliar o efeito da aplicação tópica de substâncias foram instalados três experimentos em blocos casualizados, constituídos, cada um, por seis tratamentos e quatro repetições. As parcelas constaram de três lesmas contidas em caixas "gerbox" medindo 12 x 12 x 3,5 cm. Os tratamentos constituíram-se em pulverização, sobre os indivíduos, das seguintes soluções: experimento um - hidróxido de sódio (2%); sulfato de cobre (2%); detergente (3%) (alquil benzeno sulfanato de sódio); extrato de fumo (3%), obtido pela imersão de 150g de fumo em corda em meio litro de álcool, com separação do extrato líquido por filtragem, três dias após; extrato de lesmas (10%), obtido pela imersão de 15 lesmas maceradas em meio litro de água, com separação do extrato líquido por filtragem, três dias após; e água (testemunha); experimento dois- hidróxido de sódio (2%), querosene (3%), creolina (2%), sulfato de cobre (2%), desinfetante com amoníaco (3%) e água (testemunha); experimento três - sal amoníaco (3%), uréia (3%), sulfato de cobre (2%), cloreto de sódio (3%), cloreto de sódio (5%) e água (testemunha). As avaliações foram realizadas 24, 48 e 72 horas após, pela mortalidade comprovada pela imobilidade dos indivíduos ao comprimir o sulco pedioso com a ponta arredondada de uma pinça. Os dados encontrados foram transformados em $\sqrt{x+0,5}$, submetidos ao teste F e as médias comparadas pelo Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade. O índice de mortalidade dos moluscos foi calculado pela fórmula de ABBOTT (1925).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferentes reações das lesmas com relação à aceitação ou rejeição dos alimentos tratados. As folhas de repolho, pulverizadas com sulfato de cobre 2%, foram totalmente rejeitadas pelos moluscos, o que está coerente com as informações de LINK (1996), que cita a ação repelente de fungicidas cúpricos para estes animais. A creolina provocou uma rejeição parcial, enquanto que o sal amoníaco e o hidróxido de sódio, nas doses utilizadas, não inibiram a alimentação, ao contrário, parecem ter estimulado o consumo quando comparado com a testemunha (Figura 1).

No primeiro experimento para se avaliar a toxicidade de produtos para *S. linguaeformis*, em aplicação tópica, apenas o hidróxido de sódio (2%) reduziu o número de indivíduos após 24, 48 e 72 horas, alcançando a mortalidade de 58,66%, 73,00% e 77,33%, respectivamente, pelo fórmula de Abbott. Observou-se, ainda, que os moluscos, pulverizados com hidróxido de sódio, apresentavam movimentos lentos e não se alimentavam normalmente, após as primeiras 24 horas. As demais substâncias, nas doses testadas, não mostraram nenhum efeito tóxico para estes animais (Figura 2). O sulfato de cobre 2%, que inibiu a alimentação dos indivíduos no experimento anterior, não mostrou efeito tóxico, quando em aplicação tópica.

No segundo experimento, o hidróxido de sódio 2% (padrão) apresentou destacada toxicidade, 24 horas após sua aplicação (Figura 3). A mortalidade de lesmas, tratadas com querosene 3% e creolina 2%, aumentou 48 horas após sua aplicação, com resultados que superaram a mortalidade verificada no tratamento com hidróxido de sódio (Tabela 1). Na terceira avaliação, realizada em 72 horas, o hidróxido de sódio, creolina e querosene apresentaram resultados estatisticamente semelhantes, obtendo índices de mortalidade de 95%, 95% e 100%, pela fórmula de Abbott, respectivamente. O sulfato de cobre e o desinfetante com amoníaco não apresentaram efeitos tóxicos aparentes para os moluscos, até 72 horas após sua pulverização.



Barras com médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% .

FIGURA 1 – Alimento remanescente 96 horas após a instalação do experimento. CPPP/Epagri de Chapecó, SC, março de 1998

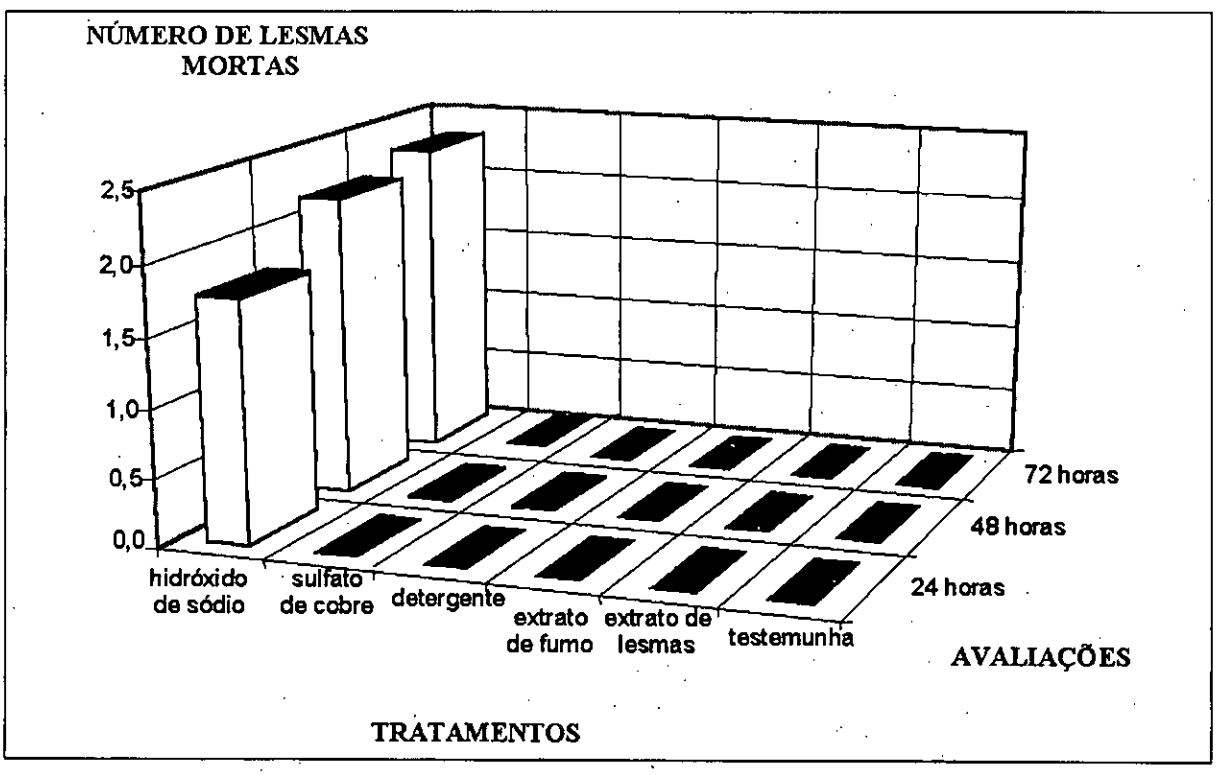


FIGURA 2 - Número médio de lesmas mortas 24, 48 e 72 horas após a pulverização dos tratamentos. CPPP/ Epagri de Chapecó, SC, março de 1998

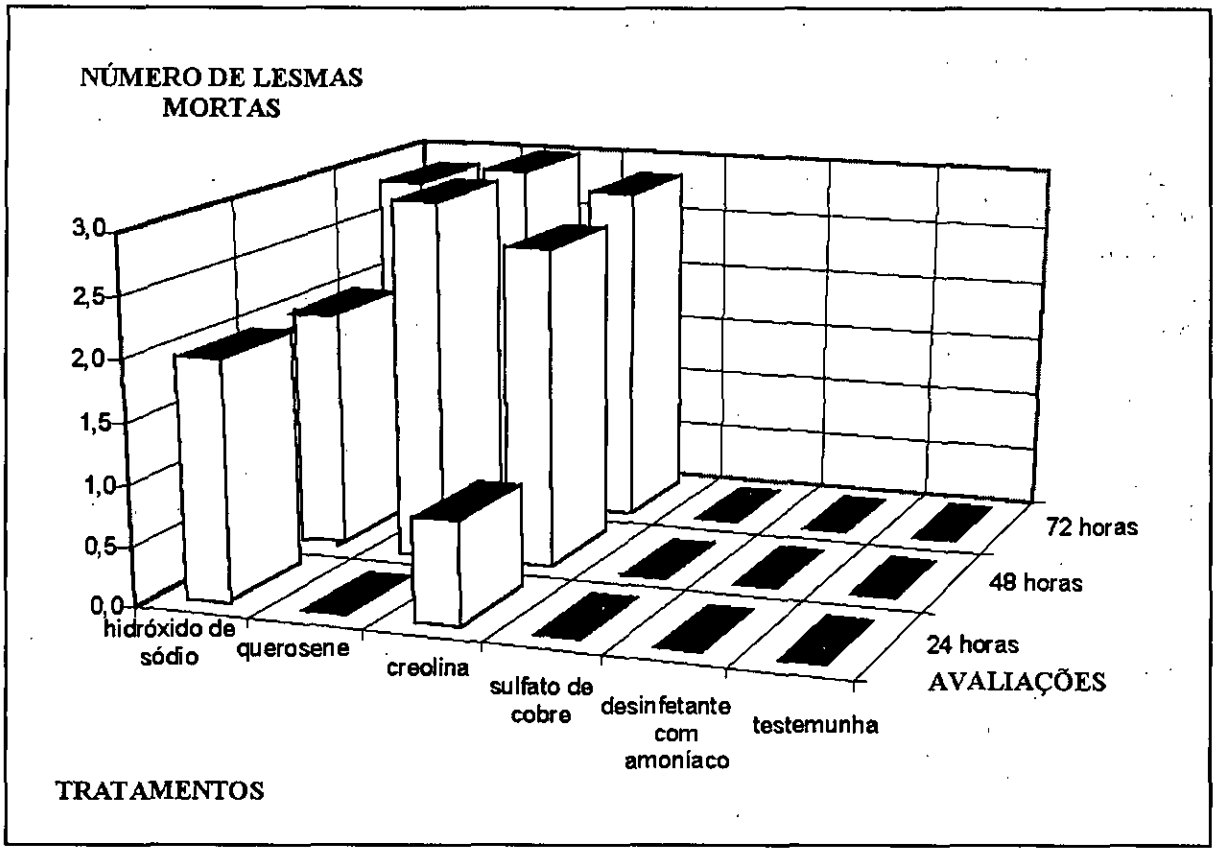


FIGURA 3- Número médio de lesmas mortas 24, 48 e 72 horas após a pulverização dos tratamentos. CPPP/ Epagri de Chapecó, SC, abril de 1998

TABELA 1 - Mortalidade de lesmas 24, 48 e 72 horas após a instalação do experimento, teste F e Coeficiente de variação. CPPP/Epagri de Chapecó, abril de 1998

	Avaliações		
Tratamentos	**24 horas**	**48 horas**	**72 horas**
hidróxido de sódio 2%	1,99 a	1,99 b	2,85 a
querosene 3%	0,00 b	3,00 a	3,00 a
creolina 2%	0,86 b	2,67 a	2,85 a
sulfato de cobre 2%	0,00 b	0,00 c	0,00 b
desinfetante com amoníaco 3%	0,00 b	0,00 c	0,00 b
testemunha	0,00 b	0,00 c	0,00 b
Teste F	6,38	26,53	84,85
Coeficiente de variação (%)	13,35	16,33	10,91

Médias seguidas pelas mesmas letras, na coluna, não diferem pelo Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade

No terceiro experimento verificou-se que o sal amoníaco 3% foi o produto mais eficiente (Tabela 2), causando a mortalidade de 100% dos moluscos, 24 horas após a sua aplicação (Figura 4).

A eficiência no controle das lesmas pela aplicação de solução de uréia a 3%, estimada pela fórmula de Abbott, foi de 0%, 22,33% e 41,00 %, na primeira, segunda e terceira avaliações, respectivamente. Os tratamentos com cloreto de sódio 3% e 5% foram ineficazes. O baixo desempenho dos tratamentos com uréia e cloreto de sódio podem ser devido às baixas concentrações utilizadas neste experimento.

TABELA 2 - Mortalidade de moluscos 24, 48 e 72 horas após a instalação do experimento, teste F e Coeficiente de variação. CPPP/Epagri de Chapecó, maio de 1998

	Avaliações		
Tratamentos	**24 horas**	**48 horas**	**72 horas**
sal amoniaco 3%	3,00 a	3,00 a	3,00 a
uréia 3%	0,00 b	0,67 b	1,23 b
sulfato de cobre 2%	0,22 b	0,22 b	0,22 b
cloreto de sódio 3%	0,00 b	0,00 b	0,00 b
cloreto de sódio 5 %	0,00 b	0,00 b	0,00 b
Testemunha	0,00 b	0,00 b	0,00 b
teste F	396,37	61,40	25,51
Coeficiente de variação (%)	3,17	8,03	22,32

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem pelo Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade

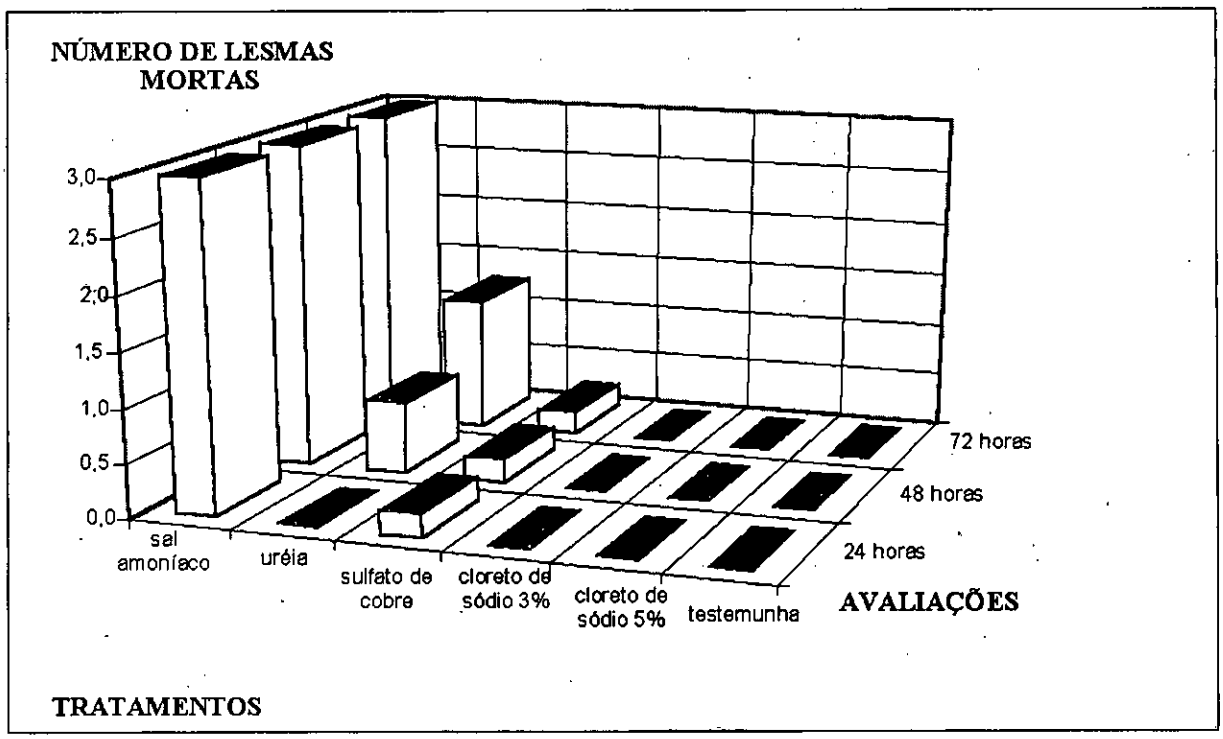


FIGURA 4- Número médio de lesmas mortas, 24; 48 e 72 horas após a pulverização dos tratamentos. CPPP/ Epagri de Chapecó, SC, maio de 1998.

CONCLUSÕES

Nas condições em que o ensaio foi conduzido e pelos resultados obtidos conclui-se que o sulfato de cobre (2%) apresenta destacada ação repelente para *S. linguaeformis*, quando pulverizado sobre seu substrato alimentar. O hidróxido de sódio (2%), querosene (3%), creolina (2%) e sal amoníaco (3%) são tóxicos para *S. linguaeformis*, quando em aplicação tópica.

BIBLIOGRAFIA CITADA

ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an inseticide. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.18, n.2, p.265-267, 1925.

AGROPECUÁRIA CATARINENSE, Florianópolis, v.8, n.2, p.16, 1995. (Registro)

ANDREWS, K.; MIRA, A. H. de Relación entre densidad poblacional de la babosa *Vaginulus plebeius* y el daño em frijol común *Phaseolus vulgaris*. **Turrialba**, San José/Costa Rica, v.33, n.2, p.165-168, 1983.

GASSEN, D. N. **Manejo de pragas associadas à cultura do milho**. Passo Fundo: Aldeia Norte. 1996. 127 p.

KAMINSKY, R. G. de; ANDREWS, K.; MORÁN, R. *Angiostrongylus costaricensis* en babosas en Honduras. **Revista Médica de Honduras**, Honduras, v.55, p.4-8, 1987.

KING, A. B. S.; SAUNDERS, J. L. **The invertebrate pests of annual food crops in Central America**. London: TDRI, 1984. 166 p.

LATORRE, B. A.; APABLAZA, J.; VAUGHAN, M. A. **Guia para el control de plagas de las leguminosas alimenticeas**. Santiago: FAO. 1985. 52 p.

LINK, D. Algumas medidas de controle a lesmas e caracóis. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.9, n.1, 1996.

NUNES, W. Mais lesmas no cerrado. **Direto do cerrado**, Brasília: APCD, a.3, n.8, p.13, 1998.

OROZCO, J. R. **Manejo integrado de la ligosa *Vaginulus plebeius***. Honduras: GTZ., 1994. 2p. (Folha divulgativa, 121)

SOBRADO, C. E.; ANDREWS, K. L.; LASTRES, L.; RUEDA, A.; HERRERA, J. J. **Efecto de los ingredientes activos en cebos para el control de la babosa del frijol *Sarasinula plebeia* (Fischer)**. San Salvador: MIP-H78. 1986. 3p.

THOMÉ, J. W. Estado atual da sistemática dos Veronicellidae (Mollusca; Gastropoda), com comentários sobre a importância econômica, ambiental e na saúde. **Biociências**, Porto Alegre, v.1, n.1, p.61-75, 1993

O MANEJO DAS CULTURAS INTERFERE NO ERRO EXPERIMENTAL

ALESSANDRO DAL' COL LÚCIO [1], LINDOLFO STORCK [2]

RESUMO - Com o objetivo de identificar algumas técnicas usuais de manejo que possam afetar o erro experimental, em ensaios de competição de cultivares de milho, soja, arroz, trigo, feijão e aveia, foram utilizados 1920 ensaios realizados no Estado do Rio Grande do Sul entre 1987 e 1995. Dentro de cada cultura, os ensaios foram agrupados segundo critério de manejos semelhantes. Para cada grupo foi calculado o valor do quadrado médio do erro médio, ponderado pelos graus de liberdade do erro e, com estes valores, foi aplicado o teste F para testar a homogeneidade das variâncias, tomando-se os manejos dois a dois. As avaliações dos efeitos dos manejos culturais sobre o erro experimental foram realizadas a partir de comparações entre grupos específicos. Pode-se concluir que o tratamento de sementes em soja e trigo, desbaste em milho, uso de sementes pré-germinadas em arroz, controle de insetos e de plantas daninhas, em soja, são procedimentos que, geralmente, reduzem o erro experimental, e que a adubação em cobertura em soja, e o controle de insetos em milho e trigo, aumentam, em geral, o erro experimental.

Palavras-chave: precisão experimental, prática cultural, competição de cultivares, milho, soja, arroz, trigo, feijão, aveia.

CULTURE MANAGEMENT INTERFERES IN THE EXPERIMENTAL ERROR

ABSTRACT - The present study aimed to identify some common techniques of management which may affect the experimental error of competition assays in corn, soybean, rice, wheat, bean and oat. A total of 1920 assays were developed in Rio Grande do Sul State, from 1987 to 1995. For each crop, the assays were grouped based on similarity of management. For each new group the value of the mean square of the average error was calculated, considering the error degrees of freedom. These values were used to apply F test to compare two variations. The effects of crop management on the experimental error were analyzed based on comparisons among specific groups. It can be concluded that seeds treatment in soybean and wheat, corn trimming, use of pre-germinated seeds in rice, insect and weed control in soybean reduce the experimental error, generally. On the other hand, cover fertilizer application in soybean, and insect control in corn and wheat usually increase the experimental error.

Key words: experimental precision, cultural practice, cultivar competition, maize, soybean, rice, wheat, bean, oat.

INTRODUÇÃO

A qualidade de um ensaio pode ser avaliada pela magnitude do erro experimental. Esse erro consiste numa variação não controlada pelo pesquisador e ocorre, de forma aleatória, entre as unidades experimentais que receberam os mesmos tratamentos (STEEL e TORRIE, 1960). Assim, a variância entre estas unidades experimentais é uma estimativa do erro experimental.

Pequenas variações, de toda natureza, existentes nas unidades experimentais antes de se aplicar os tratamentos, ou induzidas involuntariamente durante a execução do ensaio, tornam as mesmas heterogêneas. Esta heterogeneidade é conhecida como variação ambiental ou erro. Em ensaios, principalmente os agrícolas, outro tipo de erro, o sistemático ou de condução, se faz presente. Este é o erro em que um determinado tratamento é favorecido ou desfavorecido em todas suas repetições, sendo então somado ao efeito dos tratamentos, alterando o quadrado médio dos tratamentos, a estatística F e as conclusões sobre os efeitos dos tratamentos (STORCK et al., 1994). A existência do erro experimental na análise dos experimentos nos faz utilizar a análise estatística para testar as hipóteses formuladas. Para testar a hipótese estatística

1. Eng. Agr., Dr. - Prof. Adjunto do Depto Fitotecnia/CCR/UFSM, 97105-900 Santa Maria, RS. E-mail: adlucio@ccr.ufsm.br (Autor para correspondência)
2. Eng. Agr., Dr., Prof. Titular do Departamento de Fitotecnia/CCR/UFSM. Bolsista do CNPq.
Recebido para publicação em 04/05/1999.

H_0: ti = 0; $\forall_i$, por exemplo, com tratamentos de efeito fixo, calcula-se a estatística F pela razão entre o quadrado médio de tratamentos e o quadrado médio do erro, o qual deverá ser maior que o valor de F tabelado em nível α de significância, para se rejeitar H_0 e concluir que, pelo menos, um contraste de tratamentos é diferente de zero. O valor de F calculado determina quantas vezes a estimativa da variância do "erro mais o efeito dos tratamentos" é maior que a estimativa da variância do erro. Em certos casos, mesmo havendo diferenças entre tratamentos, estas poderão não ser detectadas pela análise, ao nível α de significância adotado, se a variância do erro for grande. Para uma dada diferença entre tratamentos, que sempre existirá, mesmo sendo pequena, o valor de F estimado poderá assumir qualquer valor entre zero e infinito, dependendo do valor do erro experimental. Assim, a rejeição de H_0 depende, principalmente, da magnitude do erro experimental.

Uma outra forma de visualizar a importância do erro experimental, é a variância da média estimada ($V(\hat{m})$), que é empregada nos procedimentos para comparações múltiplas (teste F, teste t, Tukey, Duncan, Bonferroni, Scheffé, Dunnett, etc.). No teste Tukey, por exemplo, toda diferença entre duas médias maior que o valor de $\triangle$ (diferença mínima significativa) é considerada significativa em nível α de significância. Por essa razão, quando o valor de$\triangle$ for elevado, somente grandes diferenças entre médias serão consideradas significativas. STORCK et al. (1994) sugerem que, para se reduzir o valor do$\triangle$ e se discriminar melhor as diferenças entre as médias dos tratamentos avaliados, tem-se duas alternativas: aumentar o número de repetições e/ou reduzir o quadrado médio do erro através de um maior cuidado no planejamento e na execução do ensaio, uso de unidades experimentais mais homogêneas e de práticas culturais mais adequadas para a cultura.

FEDERER (1977) mostra que existem outros fatores que aumentam o erro experimental, além da não utilização dos princípios básicos da experimentação (casualização, repetição e controle local) e o planejamento experimental inadequado, tais como: heterogeneidade das unidades experimentais e do material experimental, competições inter e intraparcelas. A heterogeneidade das unidades experimentais, em experimentos de campo, é devida a uma soma de fatores como: variação na fertilidade do solo, drenagem, nivelamento, decomposição de culturas de anos anteriores, textura e estrutura do solo, etc., além de variações induzidas durante o processo de preparo ou manejo do solo. Para se evitar o erro devido a esta heterogeneidade, deve-se conhecer a variabilidade das unidades experimentais da área em questão, usando resultados de pesquisas anteriores na mesma área ou executando um ensaio em branco e adequar a área ao delineamento experimental, tamanho e forma da parcela, número de repetições e de tratamentos com a precisão requerida para o ensaio (STORCK, 1979; OLIVEIRA, 1994).

Outros fatores, como: desuniformidade na realização dos tratos culturais, presença de pragas, doenças e plantas daninhas, provocam um aumento do erro experimental, devido ao fato de um tratamento ser ora favorecido e ora prejudicado por influências desses fatores (STORCK et al., 1994). Para se evitar estes problemas, deve-se realizar, se possível, os tratos culturais de modo uniforme em todas as unidades experimentais do ensaio, seguindo a ordem do controle local, no caso de delineamentos em blocos ao acaso ou quadrado latino. No caso da presença de plantas daninhas, ataque de pragas e doenças, e como estes fatores ocorrem nas unidades experimentais de forma aleatória, deve-se manter os ensaios livres dos mesmos fatores, executando os devidos tratos culturais de maneira mais uniforme possível dentro do ensaio.

STEEL e TORRIE (1960) citam três maneiras de controlar o erro experimental, evitando assim conclusões errôneas sobre o efeito dos tratamentos. A primeira, pelo delineamento experimental, consiste no planejamento do ensaio visando o controle da variação natural, que ocorre na área experimental. A segunda maneira está baseada no uso de observações concomitantes. Com elas é realizada a análise de covariância em ensaios com tratamentos de efeito fixo em que a variável dependente (Y) é afetada por uma ou mais variáveis independentes (X_1, X_2,...). A terceira, está relacionada com o tamanho e forma das parcelas. Em geral, deve-se ter o menor tamanho de parcela compatível com os tratamentos e, o maior número de repetições possível, em áreas restritas (STORCK, 1979).

O objetivo deste trabalho foi identificar algumas técnicas usuais de manejo que possam estar afetando o erro experimental em ensaios de competição de cultivares de milho, soja, trigo, arroz, feijão e aveia, realizados no Estado do Rio Grande do Sul.

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, nas culturas de milho, soja, trigo, arroz, feijão e aveia, nos anos de 1987 a 1995.

As informações utilizadas, para cada ensaio, foram: média geral do rendimento de grãos ($\overline{X}$), em t (ha); quadrado médio do erro (QME); grau de liberdade do erro (GLE); coeficiente de variação para rendimento de grãos (CV); tratos culturais realizados no decorrer do ensaio.

Foi realizado um agrupamento da totalidade dos ensaios, de cada cultura, pelo critério: manejos iguais realizados no decorrer do ensaio, sendo apenas escolhido como grupo de manejo, aquele que foi utilizado em cinco ou mais ensaios. Para cada grupo de ensaios com manejos iguais, foi calculado o valor do quadrado médio do erro médio (QMEm) ponderado pelos graus de liberdade do erro (GLE) de cada ensaio. Com os valores dos QMEm dos grupos de manejo, foi aplicado o teste F, ao nível de 5% de probabilidade, para testar a homogeneidade das variâncias, tomadas duas a duas, tendo sempre como numerador aquele grupo que possuir o maior valor do QMEm e, tomando como graus de liberdade, para obtenção do valor de F tabelado, os graus de liberdade do erro total (GLEt) obtido pela soma dos GLE individuais de cada ensaio.

Para cada grupo de ensaios com manejos culturais iguais, foi calculada a média dos coeficientes de variação, pela razão entre o somatório dos CV, dos ensaios do grupo pelo número de ensaios do grupo de manejo. As avaliações dos efeitos dos manejos culturais sobre o erro experimental foram realizadas a partir de comparações entre grupo de manejo semelhante, diferindo apenas em relação ao manejo a ser avaliado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram analisados um total de 1920 ensaios de competição de cultivares, realizados no Estado do Rio Grande do Sul, no período compreendido entre os anos de 1987 e 1995. Destes, 549 foram com a cultura do milho, 480 com a cultura da soja, 522 com a cultura do trigo, 104 com a cultura do arroz, 90 com a cultura do feijão, e 117 com a cultura da aveia. O agrupamento dos ensaios, em função dos manejos culturais realizados na sua execução e o resultado do teste F para homogeneidade das variâncias, tomadas duas a duas, são apresentados na Tabelas 1 e 2.

O efeito do controle de plantas daninhas sobre o erro experimental é avaliado pelas comparações dos manejos M_1 x M_2 (milho, soja, arroz e aveia), M_7 x M_8 (soja) e M_9 x M_{11} (trigo) observando-se que, com este controle, em ensaios com as culturas do arroz e da aveia, há um aumento no valor do erro experimental. Este controle deve afetar, de alguma forma, a estrutura da planta, devido ao efeito fitotóxico do herbicida, prejudicando ou favorecendo a produção de grãos de uma unidade experimental. As culturas do milho e trigo não tiveram o QMEm alterado em função do controle de plantas daninhas. Na soja, possivelmente devido ao controle mecânico ser o mais freqüente, houve uma redução no erro experimental com o controle das plantas daninhas. Nos grupos de ensaios onde este controle não foi realizado, entende-se que a área era livre da presença de plantas daninhas.

Para se verificar o efeito da aplicação de inseticidas sobre o erro experimental, pode-se comparar os manejos M_4 x M_5 (milho), M_2 x M_9 (soja) e M_1 x M_{11} (trigo), observando-se que, em en-saios com milho e trigo, com o uso deste manejo, ocorre um aumento no valor do QMEm, sendo que o inverso ocorre em ensaios com soja, nos quais, provavelmente, o combate aos insetos foi realizado em estágios onde estes não haviam afetado de forma significativa a produção de grãos, mantendo assim um controle preventivo para novos ataques. Com isto, tem-se a homogeneidade nas unidades experimentais quanto a este aspecto, fato não observado em ensaios com as culturas do milho e do trigo onde os danos devem ser irrecuperáveis.

TABELA 1 - Manejos culturais, número de ensaios (N), graus de liberdade do erro total (GLEt), quadrado médio do erro médio (QMEm) e média dos coeficientes de variação (CV), em ensaios de competição de cultivares de milho, soja e trigo, realizados no estado do Rio Grande do Sul entre os anos de 1987 e 1995. Santa Maria, RS, 1999

Manejos[1]	N	GLEt	QMEm[2]	(%)
		Milho		
M_1	86	4873	0,6335 a	12,21
M_2	46	2951	0,6282 a	12,41
M_3	281	21761	0,5351 b	13,93
M_4	62	1923	0,5258 c	13,97
M_5	56	4174	0,4708 d	13,93
NE	5	---	0,1718	8,87
Total	549	---	0,4942	12,55
		Soja		
M_1	24	1371	0,2785 a	16,03
M_2	17	692	0,1344 b	11,33
M_6	141	4529	0,1294 c	11,63
M_7	7	243	0,1103 d	13,30
M_8	34	835	0,1040 e	10,37
M_9	17	617	0,1034 e	8,97
M_{10}	6	144	0,0704 f	8,56
NE	228	---	0,1308	12,20
Total	480	---	0,1326	11,55
		Trigo		
M_9	59	4155	0,1150 a	15,23
M_{11}	5	75	0,1177 ab	12,21
M_{12}	6	189	0,1101 b	16,03
M_{13}	16	1104	0,1089 c	10,16
M_1	36	3285	0,0734 d	15,50
NE	392	---	0,0838	12,72
Total	522	---	0,1015	13,64

1 Manejo: NE= não especificado na publicação; M_1= adubação no plantio e em cobertura; M_2= adubação no plantio, em cobertura e controle de plantas daninhas; M_3= adubação no plantio, em cobertura e desbaste; M_4= adubação no plantio, em cobertura, desbaste, aplicação de inseticida e controle de plantas daninhas; M_5= adubação no plantio, em cobertura, desbaste e controle de plantas daninhas; M_6= adubação no plantio, aplicação de inseticida e controle de plantas daninhas; M_7= adubação no plantio; M_8= adubação no plantio e controle de plantas daninhas; M_9= adubação no plantio, em cobertura, aplicação de inseticida e controle de plantas daninhas; M_{10}= adubação no plantio e tratamento de sementes; M_{11}= adubação no plantio, em cobertura e aplicação de inseticida; M_{12}= aplicação de inseticida e controle de plantas daninhas; M_{13}= adubação no plantio, em cobertura, aplicação de inseticida, controle de plantas daninhas e tratamento de sementes.

2 QMEm seguidos por letras diferentes, dentro de cada cultura, são heterogêneos entre si pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

O efeito da aplicação de fungicida, avaliado pela comparação do manejo M_1 x M_{16} (aveia), mostra que há um aumento no valor do QMEm, com a realização deste manejo. É importante salientar que os ataques de insetos e de patógenos são, por si só, uma fonte de heterogeneidade entre unidades experimentais, pois ocorrem em forma de manchas aleatórias e que o combate a estes ataques também é uma fonte de heterogeneidade, podendo alterar o valor da estimativa do erro experimental pelo favorecimento ou desfavorecimento de unidades experimentais.

Pelas comparações dos manejos M_7 x M_{10} (soja) e M_9 x M_{13} (trigo), avalia-se o efeito de tratamento de sementes sobre o erro experimental, mostrando que há uma redução no valor do QMEm, com a utilização deste manejo. Esta é uma prática capaz de reduzir o erro experimental por condição mais

favorável e homogênea para a germinação e desenvolvimento das plantas.

O efeito da adubação em cobertura sobre o erro experimental pode ser avaliado com as comparações dos manejos M_1 x M_7 ou M_2 x M_8 (soja) e M_1 x M_7 (feijão), observando-se que, em ensaios com soja ocorre um acréscimo no valor do QMEm e, em ensaios com feijão, ocorre o inverso, quando se realiza esta adubação. A aplicação irregular dos adubos, no caso da soja, pode ter sido a causa do aumento do erro, como também foi observado em estudo de LOPES (1993).

Com a comparação entre os grupos de manejos M_1 x M_3 e M_2 x M_5, avalia-se o efeito do desbaste sobre o erro experimental. Verifica-se que, com o uso deste manejo em ensaios com milho, há uma redução do erro experimental, que deverá ser realizado com cuidado, devido ao não conhecimento prévio da potencialidade de produção e vigor que a planta a ser retirada possui, podendo assim serem retiradas plantas mais vigorosas e produtivas e deixar na população que fará parte do ensaio, plantas menos vigorosas e produtivas, não expressando assim a realidade do material avaliado.

Na cultura do arroz, a adubação realizada somente em cobertura tem aumentado o erro experimental, observação feita pela comparação do manejo M_1 x M_{14}. Já a comparação do manejo M_1 x M_{15} (arroz), mostra que, com a realização de pré-germinação, resulta em redução no erro experimental, devido a esta prática homogeneizar o estande da cultura nas unidades experimentais. As plântulas emergem mais rápido e ficam menos vulneráveis ao ataque de insetos e fungos do solo e condições adversas do clima.

A influência de alguns manejos sobre o erro experimental, pode ser explicada pelo simples fato de sua realização, pois, segundo LOPES (1993), LOPES et al. (1994) e LOPES e STORCK (1995), a diversidade de procedimentos na aplicação de manejos, aumenta o erro experimental por interferência do pesquisador, introduzindo assim uma nova fonte de erro no ensaio.

TABELA 2 - Manejos culturais, número de ensaios (N), graus de liberdade do erro total (GLEt), quadrado médio do erro médio (QMEm) e média dos coeficientes de variação (CV), em ensaios de competição de cultivares de arroz, feijão e aveia, realizados no estado do Rio Grande do Sul entre os anos de 1987 e 1995. Santa Maria, RS, 1999

Manejos[1]	N	GLEt	QMEm[2]	(%)
		Arroz		
M_2	23	1263	0,6842 a	13,98
M_{14}	22	762	0,6364 b	11,44
M_1	26	1632	0,5735 c	12,25
M_{15}	5	309	0,3420 d	10,50
NE	21	---	0,5252	12,65
Total	104	---	0,5523	12,16
		Feijão		
M_7	6	540	0,1314 a	15,56
M_1	32	2379	0,1220 b	21,60
NE	36	---	0,1208	19,85
Total	90	---	0,1247	19,00
		Aveia		
M_2	20	804	0,2051 a	14,56
M_{16}	6	212	0,2009 b	20,85
M_1	56	2791	0,1292 c	16,05
NE	31	---	0,1873	17,55
Total	117	---	0,1806	17,25

1 Manejo: NE= não especificado na publicação; M_1= adubação no plantio e em cobertura; M_2= adubação no plantio, em cobertura e controle de plantas daninhas; M_7= adubação no plantio; M_{14}= adubação em cobertura; M_{15}= adubação no plantio, em cobertura e pré-germinação; M_{16}= adubação no plantio, em cobertura e aplicação de fungicida.

2 QMEm seguidos por letras diferentes, dentro de cada cultura, são heterogêneos entre si pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

A padronização dos ensaios de competição de cultivares, usando manejos propícios a reduzir o erro experimental, é um procedimento capaz de aumentar a qualidade e a confiabilidade dos ensaios. O tratamento de sementes em soja e trigo, desbaste em milho, uso de sementes pré-germinadas em arroz, controle dos insetos e plantas daninhas em soja são procedimentos que, em média, reduzem o erro experimental. Com a finalidade de redução do erro experimental nos ensaios de competição, devem ser evitados a adubação em cobertura em soja, e o controle de insetos em milho e trigo após o aparecimento da praga, ou realizar estes manejos de forma mais criteriosa e homogênea possível.

BIBLIOGRAFIA CITADA

FEDERER, W.T. **Experimental design:** theory and application. 3.ed., Nova York: Oxford & IBH, 1977. 593p.

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.

LOPES, S.J.; STORCK, L. A precisão experimental para diferentes manejos na cultura do milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.25, n.1, p.49-53, 1995.

LOPES, S.J.; STORCK, L.; GARCIA, D.C. A precisão de ensaios de cultivares de milho sobre diferentes adubações. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.24, n.3, p.483-487, 1994.

OLIVEIRA, P.H. **Tamanho e forma ótima da parcela para avaliação do rendimento em experimentos com batata.** Santa Maria, 1994. 83p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Santa Maria.

STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics.** Nova York: McGraw Hill, 1960. 481p.

STORCK, L. **Estimativa para tamanho e forma de parcela e número de repetições para experimentos com milho.** Porto Alegre, 1979. 98p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

STORCK, L.; ESTEFANEL, V.; GARCIA, D.C. **Experimentação.** Santa Maria: Departamento de Fitotecnia / UFSM, 1994. 273p.

EFICIÊNCIA DA APLICAÇÃO DOS TESTES DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS EM ENSAIOS DE AVEIA

EDUARDO CAIERÃO[1], FERNANDO IRAJÁ FÉLIX DE CARVALHO[2], ELMAR LUIZ FLOSS[3]

RESUMO - Os testes de comparação de médias representam uma das alternativas para se comparar os tratamentos, quando os fatores são de natureza qualitativa e não estruturada. O trabalho teve como objetivo avaliar a utilização dos testes de comparação de médias em ensaios de aveia e discutir as vantagens da aplicação do procedimento estatístico mais adequado. Foram analisados os trabalhos incluídos nos anais da Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia de 1996 a 1998. Os trabalhos publicados foram submetidos à classificação de: adequados, parcialmente adequados e inadequados, de acordo com a sua utilização. As conclusões referentes aos ensaios de aveia foram animadoras. Mais de 80% dos trabalhos que apresentaram teste de comparação de médias foram aplicados adequadamente, com uma tendência crescente nos anos avaliados. Os testes de comparação de médias aplicados inadequadamente representaram 10% (em média) dos trabalhos analisados, onde a situação mais freqüente foi a utilização destes testes para a comparação de níveis de fatores quantitativos. A má utilização dos testes de comparação de médias não implica, necessariamente, em conclusões errôneas. Contudo, limita as inferências que poderiam ser efetuadas sobre os dados obtidos.

Palavras-chave: estatística agrícola, fator quantitativo.

EFFICIENCY OF MEAN SEPARATION TESTS IN OAT TRIALS

ABSTRACT - The use of mean separation tests is one of the alternatives to compare treatments, when the factors are qualitative and not structured. This paper had the objective to evaluate the use of mean separation tests in oat trials and to discuss the advantages of application of more appropriate statistical procedures. The data analyzed were published in the annals of "Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia" (Meeting of Oat Research Brazilian Committee), from 1996 to 1998. The published papers were classified as follows: appropriate, partially appropriate and inappropriate, concerning its use. The conclusions regarding the oat trials were encouraging. More than 80% of the papers that presented mean separation tests were properly applied, with a tendency to increase in the evaluated years. The mean separation tests applied inadequately represented 10% (in average) of analyzed papers, where the most frequent error was to apply these tests to compare levels of quantitative factors. The incorrect use of mean separation tests does not imply, necessarily, in erroneous conclusions. However, it may limit the inferences that could be made on the obtained data.

Key-words: agronomic statistics, qualitative factor.

INTRODUÇÃO

A estatística aplicada à experimentação agrícola é uma importante ferramenta para o pesquisador, já que permite a estimativa do erro experimental e a verificação da significância dos contrastes analisados (CARDELLINO e SIEWERDT, 1992). Contudo, a análise realizada e a interpretação biológica dos fenômenos avaliados devem revelar sincronismo, onde as inferências propostas devem estar de acordo com a quantidade de informações obtidas.

Freqüentemente, a escolha do tipo de procedimento estatístico a ser realizado após a análise de variância não é o mais recomendado para o tipo de experimento conduzido, principalmente, quando são aplicados os testes de comparação de médias em fatores quantitativos, como doses de

1. Engenheiro Agrônomo - Aluno do Curso de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Federal de Pelotas (UFPel). Pelotas, RS. Bolsista da Capes. E-mail: caierao@ufpel.tche.br / ecaierao@yahoo.com.br.
2. Eng. Agr., Ph.D. - Professor da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, - Dep. de Fitotecnia, UFPel. - Campus Universitário. Cx. Postal 354, 96001-970 Pelotas, RS. Pesquisador do CNPq. [Autor para correspondência].
3. Eng. Agr., Doutor em Agronomia - Professor da FAMV da UPF. Pesquisador do CNPq. Passo Fundo, RS.
Recebido para publicação em 28/05/1999.

produtos, concentrações, densidade, entre outros. A escolha inadequada do tipo de análise pode representar dificuldades na interpretação dos dados experimentais, pela limitação nas inferências, ou, mesmo, pela indução ao erro sobre o exposto (CARDELLINO e SIEWERDT, 1992).

De acordo com PETERSEN (1977), 40% dos trabalhos avaliados na revista Agronomy Journal utilizavam algum tipo de teste de comparação de médias e, pelo menos 40% destes, o utilizavam inapropriadamente, considerando seu correto emprego para fatores qualitativos e não correlacionados (PIMENTEL-GOMES, 1990). Da mesma forma, CARDELLINO e SIEWERDT (1992), em levantamento feito na Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, de 1984 a 1989, concluíram que, dos trabalhos que empregavam algum tipo de teste de comparação de médias, 64,2 % não o aplicavam corretamente. Situação semelhante foi encontrada por SANTOS (1998), na revista Pesquisa Agropecuária Brasileira, no período de 1980 a 1994, onde 57% dos artigos também utilizaram incorretamente este procedimento estatístico. Deste modo, há evidência de que a aplicação inadequada dos testes de comparação de médias não fica restrita a áreas específicas de pesquisa, ainda mais pelos dados de JOHNSON e BERGER (1982), que revelam abuso da utilização deste procedimento estatístico na revista Phytopathology, em dois terços das tabelas encontradas nos volumes 70 e 71.

Para experimentos, onde os tratamentos são de natureza quantitativa, com pelo menos dois níveis, o procedimento mais informativo é o ajustamento de uma equação de regressão (PIMENTEL-GOMES, 1984). A análise de regressão permite a estimativa da variável resposta no seu comportamento máximo e mínimo em função da variável independente, dentro da amplitude dos níveis considerados, informação esta que não encontra embasamento numa simples comparação de médias dos níveis do fator quantitativo (PETERSEN, 1977).

Devido à importância da cultura da aveia para o sul do Brasil, os trabalhos científicos devem ter a maior precisão possível. Isto implica em aproveitamento das informações obtidas, o que pode ser alcançado pela aplicação mais adequada dos testes de comparação de médias e outros procedimentos estatísticos. Assim, o trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência na aplicação dos testes de comparação de médias em ensaios de aveia e discutir as vantagens da aplicação do procedimento estatístico com maior propriedade para cada tipo de situação.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados obtidos foram retirados dos trabalhos publicados nos anais das XVI, XVII e XVIII Reuniões da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia, realizadas em Florianópolis no ano de 1996, Passo Fundo em 1997 e Londrina em 1998. Os anais incluem trabalhos desenvolvidos por instituições de pesquisa em todas as regiões produtoras de aveia, desde o Rio Grande do Sul até São Paulo, conferindo representatividade às analises realizadas.

Os trabalhos foram submetidos a uma primeira classificação, de acordo com a utilização ou não de algum tipo de teste de comparação de médias (TCM). Aqueles que se utilizaram deste procedimento foram, posteriormente, agrupados conforme a sua aplicação, sendo utilizadas as categorias: adequada, parcialmente adequada e inadequada. A classificação adequada foi empregada, quando os fatores considerados no trabalho eram de natureza qualitativa, não estruturada, ou seja, para fatores onde os níveis eram de interesse específico no experimento, com ausência de relação entre os mesmos, como diferentes cultivares e diferentes tipos de herbicidas. Foram julgados inadequados, os procedimentos referentes à utilização de TCM aos níveis de fatores quantitativos com mais de dois níveis, como, por exemplo, doses de nitrogênio, e, parcialmente adequados, os experimentos fatoriais (mais de um fator), que não consideraram a decomposição dos níveis do fator principal para a comparação, ou ensaios compostos de fatores qualitativos estruturados (fatores onde os níveis estão relacionados e são de interesse específico para o experimento), onde o procedimento mais adequado seria a comparação através de contrastes. Aqueles trabalhos que apresentaram TCM foram então agrupados de acordo com o teste utilizado nos diferentes anos de avaliação. Também foi determinado o tipo de procedimento estatístico utilizado nas demais publicações.

Alguns trabalhos, que empregaram inadequadamente os TCM, foram ilustrados para discussão e comparação com o procedimento mais ajustado. As inferências realizadas a partir do teste

empregado e aquelas possíveis pela aplicação do procedimento estatístico adequado foram comparadas objetivamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram analisados 356 trabalhos científicos de 1996 a 1998, correspondentes às três reuniões de pesquisa de aveia ocorridas neste período, a partir das publicações em anais. Na Figura 1, os dados revelam a porcentagem de utilização de algum tipo de TCM nos diferentes anos de avaliação. Nos anais da reunião da aveia de 1996, 73% dos trabalhos utilizaram TCM, proporção que foi reduzida para 63% em 1997 e 1998. Desta forma, pode ser verificado que a comparação de médias é uma ferramenta muito utilizada para as inferências desejadas sobre experimentos realizados.

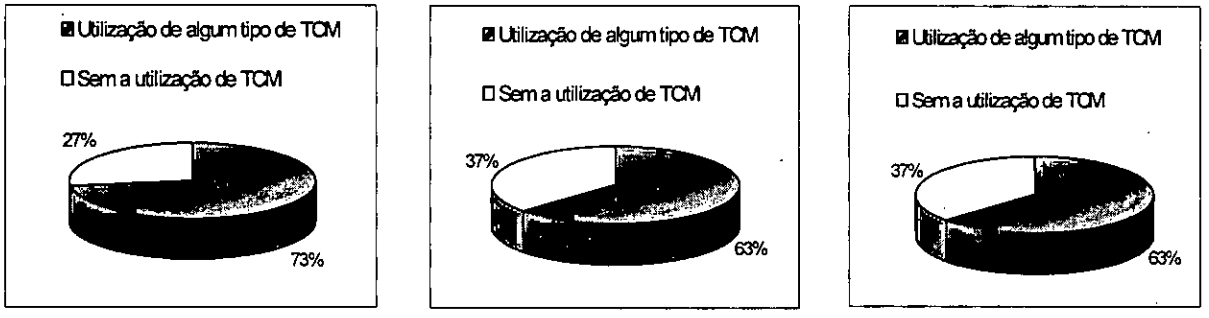


FIGURA 1 - Proporção de trabalhos publicados com e sem a utilização de teste de comparação de médias em 1996, 1997 e 1998, em ensaios de aveia. FAEM – UFPel, 1999

Os dados incluídos na Tabela 1, têm como base os trabalhos que utilizaram TCM, com classificação dos mesmos conforme a sua aplicação. Em 1996, 76,25% dos TCM foram aplicados adequadamente, com percentual de 20% para a utilização inadequada. Para os anos de 1997 e 1998, o percentual de utilização adequada dos trabalhos aumentou, o que pode ser atribuído a um melhor esclarecimento da sua aplicabilidade. Por outro lado, a elevação do número de trabalhos em rede, ou seja, trabalhos que avaliam os mesmos genótipos em diferentes locais, provavelmente tenha sido um dos responsáveis por esta elevação, já que dificilmente os TCM são aplicados incorretamente nestas condições. A aplicação inadequada, por outro lado, sofreu oscilação nos anos de avaliação (20% em 1996, 8,97% em 1997 e 10,25% em 1998), caracterizando, principalmente, a aplicação dos TCM sobre fatores quantitativos. Os testes de comparação de médias, que foram parcialmente adequados, não foram numerosos e decresceram de 1996 para 1998. A proporção total de trabalhos, com aplicação correta dos TCM em relação às demais classificações, revela conhecimento na utilização da estatística na experimentação da aveia e permite que as inferências não sejam limitadas para os dados disponíveis. Contudo, o elevado número de experimentos unifatoriais, quase sempre tendo genótipos como fator, pode ter contribuído para a magnitude deste agrupamento, podendo não refletir o real estado de conhecimento da aplicação dos procedimentos estatísticos.

TABELA 1 - Classificação dos testes de comparação de médias quanto à sua utilização, de 1996 a 1998, em trabalhos de aveia. FAEM – UFPel, 1999

	Aplicação dos testes de comparação de médias							
Classificação	1996		1997		1998		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Adequado	61	76,25	68	87,17	69	88,46	198	83,89
Parc. adequado	3	3,750	3	3,840	1	1,280	7	2,960
Inadequado	16	20,00	7	8.970	8	10.25	31	13.13
Total	80	100	78	100	78	100	236	100

Nos trabalhos avaliados, foi encontrada uma amplitude em relação ao tipo de teste empregado (Tabela 2). Os testes de Tukey (138 vezes) e Duncan (61 vezes) foram os mais utilizados. A elevada aplicação do teste de Tukey pode ser um indicativo da rigorosidade desejada pelos pesquisadores no momento da escolha daqueles genótipos que permanecerão no programa (BANZATTO e KRONKA, 1995). Entretanto, não raras vezes, esta rigorosidade reflete dificuldades na interpretação dos testes, devido à classificação dos tratamentos em muitos grupos, o que interfere nas interpretações e conclusões emitidas. Freqüentemente, melhoristas têm a necessidade de optar por determinados genótipos nos ensaios de rendimento, para a permanência no programa. Considerando a Tabela 2, levando em conta a estatística, tanto o tratamento C, B como A poderiam ser escolhidos. Ainda, se o tratamento B ou A fosse escolhido, o tratamento D também teria as mesmas condições, já que não diferiu destes dois últimos. Classificações mais complexas podem ser encontradas constantemente, o que sugere uma sensibilidade biológica para as conclusões mais adequadas. A utilização do desvio padrão sobre a média, tanto para cima como para baixo, parece constituir-se num critério mais apropriado, pelo menos para a classificação de genótipos.

TABELA 2 - Comparação hipotética de cinco tratamentos, com o agrupamento de acordo com diferenças significativas, e demonstração da interpretação restrita ao significado das letras utilizadas na comparação. FAEM – UFPel, 1999

Tratamento			Interpretação estatística
C	a		O tratamento C não difere estatisticamente do tratamento B
e A,	B	a	b sendo que estes últimos não diferem do D. O tratamento C é
A	a	b	superior ao D e E, ao passo que o tratamento B é superior
somente		D	b ao E.
E		c	

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (5%)

Além dos testes de Tukey e Duncan, foram também utilizados o teste de Skott-Knott, teste de Student "t" e o da Diferença Mínima Significativa (DMS). Em sete trabalhos não foi possível a identificação de qual o teste utilizado. A baixa utilização do teste de "t" pode ser um indicativo da não aplicação do método dos contrastes para a comparação de tratamentos, como, também, pode revelar a inexistência de um planejamento prévio com relação aos contrastes de interesse, procedimento indispensável para a aplicação correta deste teste. Conforme BANZATTO e KRONKA (1995), o teste de Sheffé também poderia ser empregado para testar contrastes, com a vantagem de não exigir a ortogonalidade destes contrastes, ser flexível e de fácil aplicação. Nenhum trabalho analisado utilizou o teste de Sheffé (Tabela 3). Dos trabalhos examinados, nenhum apresentou comparação por contrastes ortogonais para fatores qualitativos estruturados.

TABELA 3 - Classificação dos trabalhos analisados quanto ao tipo de teste de comparação de média utilizado, em ensaios de aveia. FAEM – UFPel, 1999

Ano	Tipo de teste de comparação de médias utilizado						
	Não Identificado	Tukey	Duncan	Scott-Knott	Teste – t	DMS	Outros
1996	0	49	14	13	3	1	0
1997	4	44	20	7	1	2	0
1998	3	45	27	3	0	0	0
Total	7	138	61	23	4	3	0

Os dados da Tabela 4 têm como referência procedimentos estatísticos utilizados nos trabalhos que não empregaram o TCM. A maioria das publicações nestas condições não aplicaram a estatística propriamente dita, pois caracterizaram-se por revisões, análises econômicas, comparação de genótipos em relação a uma testemunha (diferenças em valores absolutos), classificações, etc. O desvio padrão em relação à média foi utilizado em 16 trabalhos para as classificações de genótipos como superiores ou inferiores. Seis trabalhos aplicaram regressão para a comparação dos tratamentos: em três usaram o teste do Qui-quadrado (χ^2), além de outros cinco, onde o procedimento não pode ser identificado. As regressões, quando utilizadas, foram aplicadas corretamente. Os valores reduzidos deste tipo de procedimento estatístico não podem ser atribuídos a uma limitação na utilização dos fatores quantitativos nos ensaios de aveia, mas à aplicabilidade errônea dos TCM, que substituíram o ajustamento de equações para fatores quantitativos em mais de 10% (média dos três anos) dos trabalhos analisados (Tabela 1). O teste do χ^2, quando utilizado, também foi corretamente aplicado.

TABELA 4 - Classificação dos trabalhos que não apresentaram teste de comparação de médias, quanto ao tipo de procedimento estatístico utilizado em ensaios de aveia. FAEM-UFPel, 1999

Ano	Procedimento estatístico utilizado, quando não se aplicou TCM				
	Desvio Padrão	Regressão	c^2	Nenhum	Outros
1996	1	2	1	25	1
1997	7	3	1	34	0
1998	8	1	1	31	4
Total	16	6	3	90	5

Testes de comparação de médias: suas implicações e utilização

Os exemplos 1, 2 e 3, incluídos nas Tabelas 5, 6 e 7, respectivamente, representam algumas das situações encontradas nos anais da Comissão Sul-brasileira de Pesquisa de Aveia, de 1996 a 1998, onde a aplicação dos TCM foi classificada como inadequada.

No exemplo 1, o objetivo do ensaio foi comparar o efeito de doses de nitrogênio, aplicado em cobertura, sobre o rendimento de grãos e outros caracteres em aveia. Pelo exposto, o autor comparou as doses de N pelo teste de Tukey (5%), o que caracteriza a inadequação do teste para a comparação de médias. Em fatores quantitativos, seus níveis não são de interesse específico, mas escolhidos de modo a permitir a estimativa apropriada da variável resposta em função da variável explanatória (PIMENTEL-GOMES, 1990). Neste caso, o autor pode obter informações apenas dos níveis de doses utilizadas, ao passo que o ajustamento de uma curva de regressão poderia proporcionar informações de grande importância, como o comportamento (tendência) da relação e a estimativa das variáveis explanatórias em qualquer quantidade de nitrogênio dentro do intervalo proposto. As informações, contudo, teriam sua validade limitada pelo maior ou menor coeficiente de determinação encontrado, no que se refere à participação da soma dos quadrados da regressão sobre a soma de quadrados total (PIMENTEL-GOMES, 1990). Embora a utilização dos TCM sobre fatores quantitativos, neste trabalho, tenha sido classificada como de menor embasamento, as conclusões dos autores em relação aos níveis das doses testadas não foram incorretas. Contudo, parece desperdício de informação optar por um procedimento estatístico que limite as inferências em relação aos dados obtidos.

TABELA 5 - Exemplo 1: efeito de doses de nitrogênio em cobertura sobre o rendimento de grãos e outros caracteres em cultivares de aveia

Dose de N (kg/ha)	Rendimento de grãos (kg/ha)	Rendimento biológico (kg/ha)	Rendimento de palha (kg/ha)
0	2762 b	6448 b	3447 b
20	3098 ab	6807 ab	3835 ab
40	3258 a	7801 ab	4606 ab
60	3223 a	7806 ab	4583 ab
80	3077 ab	8192 a	5115 a
Média	3085	7363	4317

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (5%)
FONTE: XVI Reunião da Comissão Sul-brasileira de Pesquisa de Aveia, 1996 – Florianópolis

O exemplo 2, avaliando a evolução do afilhamento de plantas de aveia, e o exemplo 3, determinando a capacidade de retenção de água em frangos de corte sob diferentes proporções de aveia na ração, refletem a mesma situação.

No primeiro caso (Tabela 6), estimativas de afilhamento, com relação a um número de dias intermediário aos níveis propostos, não poderiam ser obtidas a partir da simples comparação de médias, diferente do ajustamento de uma curva de regressão. Mesmo no ajustamento de uma equação de regressão, seja qual for o grau, as inferências só poderão ser realizadas para o intervalo de níveis considerados no fator (PIMENTEL-GOMES, 1990), ou seja, no primeiro exemplo, a equação seria válida para os níveis 14 até 84 dias e, no segundo, para as proporções de aveia na ração de 0 até 20%.

Assumindo o nível zero, no exemplo 2, poderia ser detectada uma situação particular. Considerando somente o genótipo A e um número de afilhos igual a 50, para este novo nível poderíamos ajustar uma equação de regressão, tendo como resultado a Figura 2.

TABELA 6 - Exemplo 2: evolução do número de afilhos em um metro linear, em genótipos de aveia

Genótipos	Dias após a emergência					
	14	28	42	56	70	84
A	60 b	80 b	95 a	119 a	113 a	99 a
B	60 c	80 b	105 a	122 a	117 a	97 a
C	60 b	79 b	114 a	143 a	123 a	110 a
D	60 b	78 b	99 a	111 a	103 a	97 a
E	60 b	77 b	126 a	163 a	148 a	136 a

Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade
FONTE: XVII Reunião da Comissão Sul-brasileira de Pesquisa de Aveia, 1997 – Passo Fundo

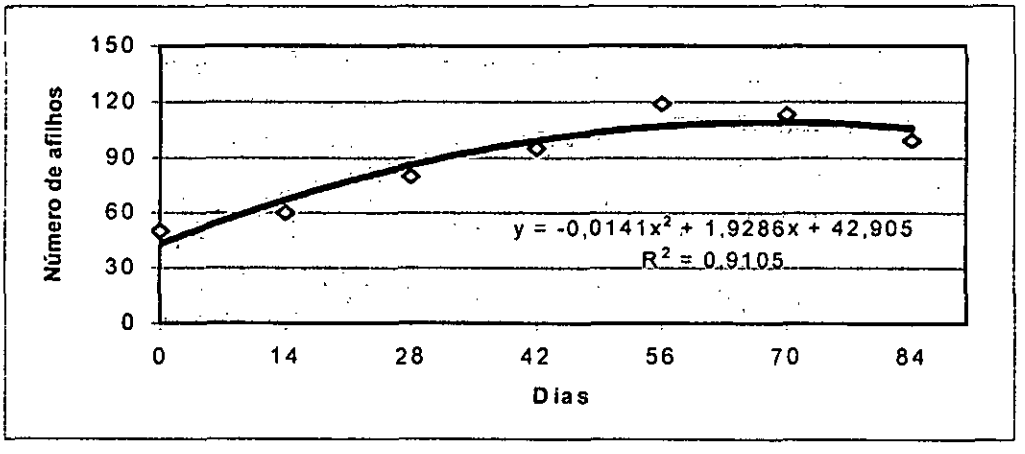


Figura 2 - Ajustamento da curva de regressão referente à inclusão do nível zero para o afilhamento de genótipos de aveia, em função do estádio de desenvolvimento da planta. FAEM – UFPel, 1999

Por definição, quando a variável independente "X", no modelo linear ($y = a + bx + cx^2$) for igual a zero, ou seja, no dia zero o número de afilhos seria de 42,905 (substituição na equação). No nível estatístico, a conclusão estaria adequada, pois considera um valor dentro do intervalo estipulado e confere com as pressuposições matemáticas. Contudo, ao nível biológico, a conclusão não seria possível, visto que no dia zero não existiriam afilhos. Assim, muitas vezes temos que considerar o conhecimento biológico para propormos determinadas inferências. Por outro lado, no exemplo 3, não teríamos este tipo de interferência, inexistindo antagonismo entre as conclusões estatísticas e biológicas. A concentração de aveia zero na ração implica em variação no teor de água retida nos diferentes órgãos do frango, mas não em conclusões que não teriam embasamento biológico.

Tabela 7 - Exemplo 3: índice de capacidade de retenção de água da carne de frangos alimentados em diferentes níveis de aveia na ração

Teor de aveia (%)	Coxa	Peitoral	Carne mista
0	3.57 a	2.09 a	2.35 a
10	2.37 a	3.13 a	2.15 a
15	2.58 a	2.12 a	2.07 a
20	3.11 a	2.33 a	1.92 a
Média	**2.91**	**2.42**	**2.12**

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (5%)
FONTE: XVIII Reunião da Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Aveia, 1998 – Londrina

A seguir, são demonstrados dois exemplos (4 e 5), incluídos nas Tabelas 8 e 9, de aplicação parcialmente correta dos testes de comparação de médias.

Tabela 8 - Exemplo 4: efeito do desfolhamento sobre o rendimento de grãos (RG) e peso do hectolitro (PH) em aveia

n°	Tratamentos	RG	PH
1	Sem desfolha (m1)	2596 (248) a	51.4 a
2	Desfolha total (m2)	2466 (236) ab	51.9 a
3	Desfolha somente FB (m3)	2380 (227) ab	51.7 a
4	Mantida a FB, FB-1 (m4)	2103 (201) b	50.2 ab
5	Mantida a FB, FB-1 e FB-2 (m5)	1556 (149) c	48.8 b
6	Mantida somente FB (m6)	1046 (100) d	44.3 c
	Média	**2025**	**49.7**

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P>0,05)
FONTE: XVI Reunião da Comissão Sul-brasileira de Pesquisa de Aveia, 1996 – Florianópolis

Considerando o exemplo 4, o objetivo foi a avaliação da contribuição fotossintetizadora das folhas sobre o rendimento e outros caracteres em aveia. A aplicação do TCM foi considerada parcialmente adequada, pois os tratamentos poderiam ter sido comparados através de contrastes, fornecendo informações importantes para as conclusões finais. Entre os contrastes que poderiam ser formulados teríamos: a) efeito das folhas na fotossíntese $C_1 = m_1 - m_2$; b) efeito da folha bandeira na fotossíntese $C_2 = m_6 - m_2$; c) efeito da folha FB-1 $C_3 = m_4 - m_3$; d) efeito da folha FB-2 $C_4 = m_5 - m_4$. Quando analisados os dados obtidos e os resultados do TCM aplicado no exemplo da Tabela 8, as conclusões são limitadas aos tratamentos utilizados, especificamente. Assim, por exemplo, para o tratamento 5 não fica evidente a participação de cada folha (FB, FB-1 ou FB-2) sobre o rendimento de grãos. Por dedução, o leitor pode fazer comparações com os tratamentos anteriores e, por diferença, obter uma estimativa da contribuição de cada folha. O autor do trabalho se referiu a estas diferenças, porém, estas informações nem sempre estão claras, além de inviabilizar conclusões sobre o efeito (significativo ou não) de cada folha sobre as variáveis, pois o TCM considera os tratamentos específicos e não cada folha, isoladamente.

O exemplo 5 (Tabela 9), refere-se ao efeito de fungicidas e doses sobre a incidência de *Drechslera avenae*. Da mesma forma, contrastes importantes poderiam ter sido formulados e testados pela estatística t – Student ou S – Sheffé, como o efeito do fungicida ($C_1 = m_2 + m_3 + m_4 + m_5 + m_6 + m_7 + m_8 + m_9 - 8m_1$) e o efeito da dose do produto tebuconazole ($C_2 = m_9 - m_8$).

Tabela 9 - Exemplo 5: efeito de fungicidas na parte aérea da cultura da aveia, visando a redução da incidência (%) de *Drechslera avenae* nas sementes colhidas

nº	Tratamentos	Incidência de *Drechslera avenae* (%)
1	Testemunha (m1)	19,50 a
2	0,5 l/ha de propiconazole (m2)	21,00 a
3	0,75 l/ha de propiconazole (m3)	19,50 a
4	1 l/ha de procloraz (m4)	29,50 a
5	0,5 l/ha + 0,5 l/ha de propiconazole (m5)	17,50 a
6	0,75 l/ha + 0,75 l/ha de tebuconazole (m6)	27,50 a
7	1 l/ha + 1l/ha de procloraz (m7)	23,50 a
8	0,3 l/ha de tebuconazole (m8)	19,00 a
9	0,6 l/ha de tebuconazole (m9)	24,00 a

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Tukey (5%)
FONTE: XVII Reunião da Comissão Sul-brasileira de Pesquisa de Aveia, 1997 – Passo Fundo

A comparação dos tratamentos propostos pelos TCM (Tukey 5%) não foi significativa. As inferências, que poderiam ser efetuadas a partir dos resultados, seriam de que não existe diferença entre os tratamentos considerados, porém, algum efeito significativo de dose ou produto entre os tratamentos poderia não ser constatado. Efeitos significativos de produtos e doses poderiam ser encontrados pelo método dos contrastes. A disposição do teste de Sheffé, para a comparação de contrastes não ortogonais, dá subsídios para a adequação deste tipo de procedimento estatístico, também, para tratamentos onde os contrastes não apresentem ortogonalidade.

CONCLUSÃO

Os TCM caracterizam-se por serem um procedimento estatístico importante no auxílio à pesquisa de aveia e grande parte de sua aplicação é feita adequadamente. As pressuposições para a utilização dos TCM são simples e claras, o que não justifica a utilização inadequada destes testes. Contudo, a adequabilidade na aplicação dos TCM tem crescido e fornece perspectivas animadoras para um programa de resultados eficientes e precisos.

BIBLIOGRAFIA

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S. do N. **Experimentação agrícola.** 3.ed. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 247p.

CARDELLINO, R.; SIEWERDT, F. Utilização correta e incorreta dos testes de comparação de médias. **Revista da Sociedade Brasileira Zootecnia,** Viçosa, v.21, n.6, p.985-995, 1992.

JOHNSON, S.B.; BERGER, R.D. On the status of statistics in Phytopathology. **Phytopathology,** St. Paul, v.72, n.8, p.1014-1015, 1982.

PETERSEN, R.G. Use and misuse of multiple comparison procedures. **Agronomy Journal,** Madison, v.69, p.205-208, 1977.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental.** 13.ed. Piracicaba: USP/ESALQ, 1990. 468p.

PIMENTEL-GOMES, F. **A estatística moderna na pesquisa agropecuária.** 2.ed. Piracicaba: POTAFÓS, 1984. 162p.

SANTOS, J.W.; MOREIRA, J. de A.N.; BELTRÃO, N.E. de M. Avaliação do emprego dos testes de comparação de médias na revista Pesquisa Agropecuária Brasileira (PAB - 1980 a 1994). **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, v.33, n.3, p.225

INFLUÊNCIA DA IDADE DA PLANTA DE FEIJOEIRO COMUM NA RESISTÊNCIA À ANTRACNOSE

CARLOS AGUSTIN RAVA[1,2], JOAQUIM GERALDO CÁPRIO DA COSTA[1,2], EIKO MORI ANDRADE[2,3]

RESUMO - A resistência, no estádio de plântula, por ser de fácil reconhecimento e seleção, tem sido amplamente utilizada nos programas de melhoramento. Entretanto, a resistência de planta adulta (RPA) pode ser utilizada, visando aumentar a sua durabilidade. Foi conduzido um experimento com os cultivares Rio Negro, Rio Tibagi, Diamante Negro, Pérola, Xamego e Aporé, semeados em seis épocas sucessivas, com intervalo de sete dias e inoculados com quatro patótipos de *Colletotrichum lindemuthianum*. Foi encontrada resistência de planta adulta nos cultivares Rio Negro e Rio Tibagi; porém, neste último, houve interferência da resistência de plântula. Os cultivares suscetíveis, Diamante Negro e Pérola, embora apresentassem uma redução da intensidade dos sintomas com o aumento da idade, não atingiram o nível de resistência de 'Rio Negro' e 'Rio Tibagi'. Os cultivares Aporé e Xamego apresentaram resistência de plântula aos quatro patótipos do patógeno.

Palavras-chave: resistência de planta adulta, *Colletotrichum lindemuthianum, Phaseolus vulgaris*.

INFLUENCE OF PLANT AGE ON RESISTANCE OF DRY BEANS TO ANTHRACNOSE

ABSTRACT - Disease resistance, at seedling stage, has been widely used in breeding programs because it is easier to recognize and select. However, the adult-plant resistance (APR) can be used to increase the durability of resistance. An experiment was carried with the cultivars Rio Negro, Rio Tibagi, Diamante Negro, Pérola, Xamego and Aporé, with the objective of identifying APR. Six successive planting dates of these cultivars were made at seven-day intervals and inoculation with four pathotypes of *Colletotrichum lindemuthianum*. APR was observed in the cultivars Rio Negro and Rio Tibagi. However, a seedling resistance interference in the latter was observed. Although the susceptible cultivars Diamante Negro and Pérola showed reduction in symptoms intensity with increase of age, they did not achieve the resistance level of 'Rio Negro' and 'Rio Tibagi'. The cultivars Aporé and Xamego showed seedling resistance to all four isolates of the pathogen tested.

Key words: adult-plant resistance, *Colletotrichum lindemuthianum, Phaseolus vulgaris*.

INTRODUÇÃO

A antracnose do feijoeiro comum, causada por *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. e Magn.) Scrib., é uma das doenças mais importantes que afetam esta cultura, principalmente, quando cultivares suscetíveis são utilizados em localidades com temperatura moderada a fria e alta umidade relativa (RAVA e SARTORATO, 1994). As perdas ocasionadas por este patógeno podem ser da ordem de 100%, quando são utilizadas sementes infectadas em condições de ambiente favoráveis (CHAVES, 1980).

Dentre as várias estratégias empregadas para o controle da enfermidade, a utilização de cultivares resistentes é o método mais prático e econômico e, por isso, de mais fácil adoção pelos agricultores. Com esta finalidade, as instituições de pesquisa do País lançaram, nos últimos vinte anos, mais de vinte cultivares com resistência aos principais patótipos do fungo (EMBRAPA, 1997; RAVA e SARTORATO, 1994).

A durabilidade da resistência de um cultivar vai depender da facilidade com que o fungo seja capaz de produzir novos patótipos, com os correspondentes genes de virulência aos de resistência do hospedeiro, e de que eles aumentem a aptidão da população do patógeno (PARLEVIET e ZADOKS, 1977).

Embora de natureza mono ou oligogênica e, conseqüentemente, fácil de ser "quebrada", a resistência, no estádio de plântula, é de fácil

1. Pesquisador, Dr. - Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, 75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO.
2. Bolsista do CNPq.
3. Eng. Agr., Universidade Federal de Goiás (UFG), Caixa Postal 131, 74001-970 Goiânia, GO.
Recebido para publicação em 07/06/1999.

reconhecimento e seleção por meio de inoculação artificial, sendo, por este motivo, amplamente utilizada nos programas de melhoramento. Entretanto, existe um outro tipo de resistência, denominada resistência de planta adulta (RPA), que tem sido amplamente explorada, principalmente no trigo, para o controle da ferrugem da folha (LIU e KOLMER, 1997; KOLMER 1997), do oídio (DAS e GRIFFEY, 1994 e 1995) e da ferrugem do colmo (LIU e KOLMER, 1998), entre outras. Estudos da genética da RPA mostraram aditividade e, conseqüentemente, a possibilidade de se atingir altos níveis de resistência, utilizando-se os genes identificados (SHIWANI e SAINI, 1994), assim como evidenciou-se sua natureza oligogênica (BARCELLOS et al., 1997).

No feijoeiro comum existem alguns casos de aumento da resistência à antracnose com o aumento da idade, como acontece com o cultivar Rio Negro (J.L. ALBERINI, 1984, comunicação pessoal). Observações de campo levaram os autores a considerar que o mesmo acontece no cultivar Rio Tibagi, um dos progenitores de Rio Negro.

O objetivo do presente trabalho foi a identificação de cultivares de feijoeiro comum com RPA, visando a possibilidade de combiná-la com a resistência em estádio de plântula, o que permitirá a obtenção de genótipos com resistência mais durável, quando inseridos em um sistema de produção, que inclua medidas de controle integrado da doença.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nos campos experimentais e laboratórios da Embrapa Arroz e Feijão, localizada em Santo Antônio de Goiás, Goiás. Os cultivares Rio Negro, Rio Tibagi, Diamante Negro, Pérola, Xamego e Aporé foram semeados em canteiro, com uma linha de 1,5 m para cada cultivar (parcela), distanciado de 0,5 m de seus vizinhos, com 16 sementes por metro linear. Foi feito posterior desbaste para dez plantas, em seis épocas sucessivas de semeadura, com intervalo de sete dias entre elas. Cada um dos quatro conjuntos, constituídos pelos seis cultivares semeados nas seis épocas, foi instalado em um canteiro.

A produção de inóculo foi realizada em vagens esterilizadas, parcialmente imersas em BDA (PIO-RIBEIRO e CHAVES, 1975). Quinze dias após a emergência das plântulas da última data de semeadura, cada canteiro foi inoculado com um dos seguintes isolados de *Colletotrichum lindemuthianum*: CICNF 264, CICNF 280, CICNF 340 e CICNF 540, pertencentes aos patótipos 55, 95, 453 e 89, respectivamente (RAVA et al., 1994). Para isto, no fim da tarde, foi aplicada uma suspensão de $1,2 \times 10^6$ conídios ml^{-1} com um pulverizador costal manual. A seguir, os canteiros foram cobertos com uma lona plástica, durante a primeira noite, para se obter alta umidade relativa.

Nove dias após a inoculação, procedeu-se à avaliação dos sintomas, atribuindo a cada parcela uma nota para a metade superior e outra para a metade inferior das plantas, de acordo com escala descritiva de 1 a 9 (RAVA et al., 1993), sendo considerados como resistentes os graus de 1 a 3 e como suscetíveis, os restantes.

O experimento consistiu em um fatorial 4 x 6 x 6 x 2 (patótipos, cultivares, épocas de semeadura e partes da planta) com uma repetição e, na análise de variância, os graus de liberdade e as somas de quadrados das interações de terceira e quarta ordem, foram utilizados como resíduo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância permitiu detectar diferenças altamente significativas para os efeitos principais (patótipos, cultivares, idades e parte da planta) e para as interações duplas, isolado x cultivar, cultivar x idade, idade x parte da planta e, apenas significativa, para cultivar x parte da planta.

Na Tabela 1 são apresentados os valores da intensidade de sintomas das unidades experimentais individuais e, nas Tabelas 2 a 5 são apresentados os desdobramentos das interações significativas.

TABELA 1 - Reação de seis cultivares de feijoeiro comum, com seis diferentes idades das plantas, a quatro patótipos de *Colletotrichum lindemuthianum*

DAE[1]	Cultivares					
	Rio Negro	Rio Tibagi	D. Negro	Pérola	Xamego	Aporé
			Patótipo 55			
15	7/7[2](7,0)[3]	1/1 (1,0)	8/8 (8,0)	9/9 (9,0)	1/1 (1,0)	1/1 (1,0)
22	6/6 (6,0)	1/1 (1,0)	7/7 (7,0)	7/7 (7,0)	1/1 (1,0)	1/1 (1,0)
29	2/1 (1,5)	1/1 (1,0)	6/6 (6,0)	4/4 (4,0)	1/1 (1,0)	1/1 (1,0)
36	5/1 (3,0)	1/1 (1,0)	6/6 (6,0)	5/4 (4,5)	1/1 (1,0)	1/1 (1,0)
43	4/1 (2,5)	1/1 (1,0)	6/6 (6,0)	7/1 (4,0)	1/1 (1,0)	1/1 (1,0)
50	1/1 (1,0)	4/1 (2,5)	6/1 (3,5)	5/5 (5,0)	1/1 (1,0)	1/1 (1,0)
			Patótipo 95			
15	6/6 (6,0)	1/1 (1,0)	7/7 (7,0)	8/8 (8,0)	1/1 (1,0)	1/1 (1,0)
22	1/1 (1;0)	1/1 (1,0)	5/5 (5,0)	4/4 (4,0)	1/1 (1,0)	1/1 (1,0)
29	1/1 (1;0)	1/1 (1,0)	1/1 (1,0)	1/1 (1,0)	1/1 (1,0)	1/1 (1,0)
36	1/2 (1,5)	1/1 (1,0)	2/1 (1,5)	1/1 (1,0)	1/1 (1,0)	1/1 (1,0)
43	1/1 (1;0)	1/1 (1,0)	4/1 (2,5)	1/2 (1,5)	1/1 (1,0)	1/1 (1,0)
50	1/1 (1;0)	1/1 (1,0)	1/1 (1,0)	1/1 (1,0)	1/1 (1,0)	1/1 (1,0)
			Patótipo 453			
15	6/6 (6,0)	8/8 (8,0)	9/9 (9,0)	9/9 (9,0)	1/1 (1,0)	1/1 (1,0)
22	6/6 (6,0)	1/1 (1,0)	7/7 (7,0)	8/8 (8,0)	1/1 (1,0)	1/1 (1,0)
29	4/4 (4,0)	1/1 (1,0)	6/6 (6,0)	6/6 (6,0)	1/1 (1,0)	1/1 (1,0)
36	4/4 (4,0)	1/1 (1,0)	6/4 (5,0)	7/1 (4,0)	1/1 (1,0)	1/1 (1,0)
43	6/4 (5,0)	1/1 (1,0)	7/4 (5,5)	6/1 (3,5)	1/1 (1,0)	1/1 (1,0)
50	4/4 (4,0)	1/1 (1,0)	6/4 (5,0)	5/4 (4,5)	1/1 (1,0)	1/1 (1,0)
			Patótipo 89			
15	7/7 (7,0)	8/8 (8,0)	8/8 (8,0)	9/9 (9,0)	1/1 (1,0)	1/1 (1,0)
2	5/5 (5,5)	6/6 (6,0)	7/7 (7,0)	7/7 (7,0)	1/1 (1,0)	1/1 (1,0)
29	4/4 (4,0)	5/5 (5,5)	7/7 (7,0)	6/6 (6,0)	1/1 (1,0)	1/1 (1,0)
36	1/4 (2,5)	7/5 (6,0)	6/5 (5,5)	6/4 (5,0)	1/1 (1,0)	1/1 (1,0)
43	4/2 (3,0)	6/3 (4,5)	7/4 (5,5)	6/4 (5,0)	1/1 (1,0)	1/1 (1,0)
50	2/1 (1,5)	5/1 (3,0)	7/4 (5,5)	6/1 (3,5)	1/1 (1,0)	1/1 (1,0)

[1]Dias após a emergência.
[2]Numerador = reação da metade superior da planta; denominador = reação da metade inferior da planta, com base na escala descrita por RAVA et al. (1993).
[3]Valor da reação média da parcela.

Na Tabela 2 verifica-se que, para 'Rio Negro', a reação média dos sintomas foi de resistência (grau médio inferior a 3) para o patótipo 95; porém, com a idade de 15 dias após a emergência (DAE), o referido cultivar foi suscetível aos quatro patótipos (Tabela 1). 'Rio Tibagi' apresentou, para a média das idades, reação de resistência ao patótipo 453 (Tabela 2); porém, com a idade de 15 DAE, foi suscetível ao referido patótipo (Tabela 1). 'Diamante Negro' e 'Pérola' apresentaram reação média de sintomas de resistência ao patótipo 95 (Tabela 2), devido ao aumento da resistência dos cultivares dos 29 DAE em diante (Tabela 1). 'Xamego' e 'Aporé' apresentaram resistência de plântula aos quatro patótipos utilizados e, como o efeito deste(s) gene(s) de resistência vertical se manifesta em todos os estádios de desenvolvimento da planta, a reação das mesmas foi sempre a ausência de sintomas (Tabelas 1, 2 e 3).

TABELA 2 - Reação de seis cultivares de feijoeiro comum inoculados com quatro patótipos de *Colletotrichum lindemuthianum*.

Cultivar	Patótipos			
	55	95	453	89
Rio Negro	B 3,50[1]b	AB 1,92 c	B 4,83a	B 3,83ab
Rio Tibagi	C 1,25 bc	B 1,00 c	C 2,17 b	A 5,42a
D. Negro	A 6,08a	A 3,00 b	A 6,25a	A 6,42a
Pérola	A 5,58a	A 2,75 b	AB 5,83a	A 5,92a
Xamego	C 1,00a	B 1,00a	C 1,00a	C 1,00a
Aporé	C 1,00a	B 1,00a	C 1,00a	C 1,00a

[1]Médias de idades e partes da planta.
As médias assinaladas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey no nível de P<0,05; maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas.

Na Tabela 3 verifica-se a influência da idade da planta quanto à reação ao patógeno. O cultivar Rio Negro apresentou um aumento da resistência com a idade, a partir de 29 DAE. Em 'Rio Tibagi' observa-se a mesma tendência, porém com a interferência da resistência em plântula para os patótipos 55 e 95 (Tabelas 1 e 3). Nos cultivares suscetíveis Diamante Negro e Pérola também foi constatado o aumento da resistência com a idade da planta, embora, para a média dos patótipos, não tenham atingido o nível de resistência (Tabela 3). Entretanto, considerando a reação média da parcela, ambos os cultivares com o patótipo 95 atingiram o nível de resistência, a partir dos 29 DAE em diante (Tabela 1).

TABELA 3 - Reação de seis cultivares de feijoeiro comum, com seis diferentes idades da planta, inoculados com quatro patótipos de *Colletotrichum lindemuthianum*.

Cultivar	Dias após emergência na inoculação					
	15	22	29	36	43	50
Rio Negro	B 6,50[1]a	B 4,50 b	B 2,63 c	B 2,75 c	BC 2,88 c	B 1,88 c
Rio Tibagi	C 4,50a	C 2,25 b	BC 2,00 b	BC 2,25 b	CD1,88 b	B 1,88 b
D. Negro	A 8,00a	A 6,50ab	A 5,00 bc	A 4,50 c	A 4,88 c	A 3,75 c
Pérola	A 8,75a	A 6,50 b	A 4,25 c	AB 3,63 c	AB 3,50 c	A 3,50 c
Xamego	D1,00a	C 1,00a	C 1,00a	C 1,00a	D1,00a	B 1,00a
Aporé	D1,00a	C 1,00a	C 1,00a	C 1,00a	D1,00a	B 1,00a

[1] Média dos patótipos e partes da planta.
As médias assinaladas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey no nível de P<0,05; maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas.

Na Tabela 4 constata-se que 'Rio Tibagi', 'Diamante Negro' e 'Pérola' apresentaram maior intensidade média de sintomas na parte superior da planta. O cultivar Rio Negro apresentou esta mesma tendência, porém, a diferença entre a intensidade de sintomas da parte superior e inferior da planta não foi significativa

Na Tabela 5 verifica-se que, tanto na parte superior como na inferior da planta, houve uma diminuição na intensidade média dos sintomas com o aumento do DAE; porém, a partir dos 43 DAE constatou-se maior intensidade de sintomas na parte superior da planta, possivelmente devido a ser essa parte mais jovem.

TABELA 4 - Reação média de seis cultivares de feijoeiro comum, nas partes superior e inferior das plantas, inoculados com quatro patótipos de *Colletotrichum lindemuthianum*.

Parte da planta	Cultivares					
	Rio Negro	Rio Tibagi	D. Negro	Pérola	Xamego	Aporé
Superior	A 3,71[1] b	A 2,71 c	A 5,92 a	A 5,58 a	A 1,00 d	A 1,00 d
Inferior	A 3,33 b	B 2,21 c	B 4,96 a	B 4,46 a	A 1,00 d	A 1,00 d

[1]Médias de patótipos e idades.
As médias assinaladas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey no nível de P<0,05; maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas.

TABELA 5 - Reação média das partes superior e inferior das plantas de feijoeiro comum, com seis diferentes idades, inoculados com quatro patótipos de *Colletotrichum lindemuthianum*.

Parte da planta	Dias após a emergência na inoculação					
	15	22	29	36	43	50
Superior	A 4,96[1]a	A 3,63a	A 2,67 c	A 2,83 bc	A 3,17 bc	A 2,67 c
Inferior	A 4,96 a	A 3,63 b	A 2,63 c	A 2,21 cd	B 1,88 d	B 1,67 d

[1]Médias de cultivares e patótipos.
As médias assinaladas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey no nível de P<0,05; maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas.

Os resultados deste trabalho são semelhantes aos obtidos no trigo com as ferrugens da folha (LIU e KOLMER, 1997; KOLMER, 1997) e do colmo (LIU e KOLMER, 1998), e com o oídio (DAS e GRIFFEY, 1994 e 1995).

Atualmente, os autores estão conduzindo experimentos para estudar a RPA ao *Colletotrichum lindemuthianum* em estádios mais avançados da planta de feijoeiro, especialmente com referência à reação ao patógeno nas vagens. Também foram concluídos os cruzamentos simples entre cultivares com RPA (Rio Negro e Rio Tibagi) e quatro linhagens com resistência de plântula e dois cultivares suscetíveis (Diamante Negro e Onix). Uma vez obtidos os retrocruzamentos com todos os genitores e as correspondentes F_2, poderá ser realizado o estudo da genética da RPA ao patógeno e a identificação de marcadores moleculares dos genes de RPA. Os resultados alcançados com estas pesquisas darão subsídios para o trabalho de melhoramento genético do feijoeiro para resistência a doenças, desenvolvido na Embrapa Arroz e Feijão, visando a obtenção de cultivares com resistência mais duradoura ao *Colletotrichum lindemuthianum*.

CONCLUSÕES

Os cultivares Rio Negro e Rio Tibagi apresentam resistência de planta adulta, porém, neste último, houve a interferência da resistência no estádio de plântula.

Os cultivares suscetíveis, Diamante Negro e Pérola, embora apresentem uma redução da intensidade dos sintomas com o aumento da idade, não atingem o nível de resistência de Rio Negro e Rio Tibagi.

Os cultivares Aporé e Xamego apresentam resistência de plântula aos quatro patótipos do patógeno.

BIBLIOGRAFIA CITADA

BARCELOS, A.L.; MORAES-FERNANDES, M.I.B. de; ROELFS, A.P. Wheat leaf rust (*Puccinia recondita*): durability of resistance. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v.23, p.101-117, 1997.

CHAVES, G. La antracnosis. In: SCHWARTZ, H.F.; GÁLVEZ, G.E. (Eds.). **Problemas de producción del frijol**: enfermedades, insectos, limitaciones edáficas y climáticas de *Phaseolus vulgaris*. Cali: CIAT, 1980. p.37-53.

DAS, M.K.; GRIFFEY, C.A. Diallel analysis of adult-plant resistance to powdery mildew in wheat. **Crop Science**, Madison, v.34, p.948-952, 1994.

DAS, M.K.; GRIFFEY, C.A. Gene action for adult-plant resistance to powdery mildew in wheat. **Genome**, Ottawa, v.38, p.277-282, 1995.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão **Informativo anual das comissões técnicas regionais de feijão:** cultivares de feijão recomendadas para plantio no ano agrícola 1997/98. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1997.

KOLMER, J.A. Virulence in *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* isolates from Canada to genes for adult-plant resistance to wheat leaf rust. **Plant Disease**, St. Paul, v.81, p.267-271, 1997.

LIU, J.Q.; KOLMER, J.A. Genetics of stem rust resistance in wheat cvs. Pasqua and AC Taber. **Phytopathology**, St. Paul, v.88, p.171-176, 1998.

LIU, J.Q.; KOLMER, J.A. Inheritance of leaf rust resistance in wheat cultivars Grandin and CDC Teal. **Plant Disease**, St. Paul, v.81, p.505-508, 1997.

PARLEVIET, J.E.; ZADOKS, J.C. The integrated concept of disease resistance; a new view including horizontal and vertical resistance in plants. **Euphytica**, Wageningen, v.26, p.5-21, 1977.

PIO-RIBEIRO, G; CHAVES, G.M. Raças fisiológicas de *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. and Magn.) Scrib. que ocorrem em alguns municípios de Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro. **Experientiae**, Viçosa, v.19, p.95-118, 1975.

RAVA, C.A.; MOLINA, J.; KAUFFMANN, M.; BRIONES, I. Determinación de razas fisiológicas de *Colletotrichum lindemuthianum* en Nicaragua. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.18, p.388-391, 1993.

RAVA, C.A.; PURCHIO, A.F.; SARTORATO, A. Caracterização de patótipos de *Colletotrichum lindemuthianum* que ocorrem em algumas regiões produtoras de feijoeiro comum. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.19, p.167-172, 1994.

RAVA, C.A.; SARTORATO, A. Antracnose. In: SARTORATO A.; RAVA C.A. (Eds.). **Principais doenças do feijoeiro comum e seu controle**. Brasília: EMBRAPA, 1994. 300p. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 50).

SHIWANI; SAINI, R.G. Genetics of adult plant resistance in four Indian and two Australian bread wheat cultivars. **Genome**, Ottawa, v.37, p.436-439, 1994.

ACÚMULO DE RESÍDUOS CULTURAIS NA SUPERFÍCIE DO SOLO, NUTRIÇÃO E RENDIMENTO DO MILHO AFETADOS POR MÉTODOS DE PREPARO E SISTEMAS DE CULTURA

CIMÉLIO BAYER[1], JOÃO MIELNICZUK[2]

RESUMO - Este estudo teve por objetivo avaliar o efeito de três métodos de preparo do solo (convencional, reduzido e plantio direto), três sistemas de cultura (aveia preta/ milho, aveia preta + trevo subterrâneo/ milho e aveia preta + trevo subterrâneo/ milho + caupi) e duas doses de nitrogênio (0 e 120 kg/ha) no acúmulo de resíduos culturais na superfície do solo, nutrição e rendimento do milho. As quantidades de resíduos vegetais acumuladas na superfície do solo e avaliadas no final do quinto ano, variaram de 3,09 a 5,60 t/ha de matéria seca, não sendo afetadas pelos métodos de preparo, sistemas de cultura e doses de N. O nitrogênio foi o nutriente mais limitante ao rendimento do milho e a sua disponibilidade diminuiu com a redução da intensidade do revolvimento do solo. O rendimento do milho variou de 2,39 a 5,72 t/ha, não sendo afetado pelos preparos de solo. Sem aplicação de N, a utilização de leguminosas resultou num incremento de até 81% no rendimento do milho, sendo correlacionado com a quantidade total de N na biomassa sobre o solo (resíduos+culturas de inverno). Os sistemas conservacionistas de manejo, que associam métodos de preparo com menor revolvimento do solo e leguminosas para cobertura e aporte de N, resultaram em altos rendimentos de milho, obtendo-se os benefícios adicionais da cobertura do solo pelos resíduos culturais durante um maior período do ano, comparativamente aos sistemas convencionais de manejo.

Palavras-chave: Zea mays L., preparo de solo, plantas de cobertura, nível de nitrogênio.

RESIDUES ACCUMULATION ON THE SOIL SURFACE, CORN NUTRITION AND YIELD AS AFFECTED BY TILLAGE AND CROP SYSTEMS

ABSTRACT - The objective of this study was to evaluate the effect of three methods of soil tillage (conventional, reduced and no-tillage), three crop systems (oats/ corn, oats + clover/ corn, and oats + clover/ corn + cowpea) and two rates of nitrogen (0 and 120 kg/ha) on the accumulation of crop residues on the soil surface, corn nutrition and yield. The accumulated crop residues on the soil surface, evaluated at the end of the 5th year, varied from 3.09 to 5.60 t/ha of dry matter, and it was not affected by soil tillage, crop systems and N rates. The nitrogen was the most limitant nutrient to the corn yield, and its availability was lower in no-tillage, as compared with conventional tillage. However the corn yield was not affected by tillage methods and it varied from 2.39 to 5.72 t/ha. Without N application, use of legumes as green manure-cover crops increased corn yield up to 81% and it was correlated with total amounts of N in the biomass on the soil surface (residues plus winter crops). The conservation management systems, that associate no-tillage or reduced tillage, and legumes for cover and N addition, resulted in relatively high corn yields. In addition, they have benefits due to soil cover crop residues during a larger period of the year, compared with conventional soil management systems.

Key words: Zea mays L., soil tillage, crop system, cover crops, nitrogen levels.

INTRODUÇÃO

Nas condições de clima subtropical da região sul do Brasil, na qual o período de preparo de solo para implantação das culturas de primavera-verão coincide com chuvas de alta intensidade (COGO et al. 1978), a cobertura do solo é um dos principais fatores para sua conservação. Nessa região, sistemas de manejo adequados para a conservação do solo e produtividade das culturas têm por premissa a redução do revolvimento do solo e a utilização de sistemas de sucessão/rotação de culturas com alta produção de resíduos. A adoção desses sistemas de manejo resulta, de maneira geral, numa melhoria das condições físicas (BRAGAGNOLO e MIELNICZUK, 1990;

1. Eng. Agr., Dr. - Professor do Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia da Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC. Caixa Postal 281, 88520-000 Lages, SC. (Autor para Correspondência)
2. Eng. Agr., Dr. - Prof. Titular Aposentado do Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia, UFRGS. Caixa Postal 776, 90001 970 Porto Alegre, RS.
Recebido para publicação em 16/06/1999

PALADINI e MIELNICZUK, 1991), químicas (TESTA et al., 1992; TEIXEIRA et al., 1994; BURLE et al., 1997) e biológicas (CATELLAN e VIDOR, 1990) do solo, comparativamente aos sistemas convencionais de manejo.

A nutrição adequada e a alta produtividade das culturas envolve a reciclagem dos nutrientes, principalmente do nitrogênio, contidos nos resíduos vegetais. Nesse sentido, a manutenção destes na superfície do solo pode configurar um paradoxo. Entretanto, segundo FREITAS et al. (1996), o grau de incorporação dos resíduos culturais ao solo não afetou o rendimento do milho durante cinco anos, ou seja, a manutenção dos resíduos vegetais na superfície do solo, no sistema plantio direto, resultou numa nutrição adequada do milho, bem como a proteção do solo contra erosão, entre outros benefícios. Possivelmente, em regiões tropicais e subtropicais, a integração dos fatores determinantes da decomposição dos resíduos orgânicos, principalmente de clima (alta precipitação e temperatura) e de solo (alta população e atividade microbiana), entre outros, resulte numa taxa de decomposição dos resíduos sobre o solo, que possibilite tanto a proteção do solo no início do desenvolvimento da cultura, como o fornecimento de nutrientes no decorrer do ciclo.

Conduziu-se o presente estudo considerando-se a falta de informações, baseadas em experimentos de longa duração, para a avaliação temporal do acúmulo de resíduos culturais na superfície do solo, em diferentes métodos de preparo e sistemas de cultura, e seus possíveis efeitos na nutrição e rendimento de milho após cinco anos.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados para realização deste estudo foram obtidos de um experimento, no quinto ano de andamento, instalado em 1985 na Estação Experimental Agronômica da UFRGS, num solo Podzólico Vermelho-Escuro. Detalhes da implantação e da condução do experimento podem ser obtidos em FREITAS et al. (1996) e BAYER e MIELNICZUK (1997a; 1997b). O clima, na região, é subtropical úmido-Cfa, segundo classificação climática de Köepen, com temperatura média anual de 19,4° C, com uma amplitude de 13,9° C a 24,9° C entre as médias mensais. A precipitação média anual é de 1440 mm, com uma amplitude de 95,7 mm a 168 mm nas médias mensais (BERGAMASCHI e GUADANIN, 1990).

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com parcelas subdivididas, em três repetições. As parcelas principais (15 x 20 m) receberam os tratamentos: (A) métodos de preparo de solo [a- convencional (aração e gradagem para incorporação total dos resíduos ao solo); b- reduzido (escarificação para semi-incorporações dos resíduos ao solo); c- plantio direto (resíduos mantidos na superfície do solo)], os quais foram realizados na primavera-verão para implantação da cultura do milho. Nas subparcelas (5 x 20 m) implantaram-se (B) sistemas de cultura [a- aveia preta (*Avena strigosa*)/ milho (*Zea mays* L.) - A/M; b-aveia preta com trevo subterrâneo (*Trifolium subterraneum*) milho - A+T/M; c- aveia preta mais trevo subterrâneo/ milho consorciado com feijão caupi (*Vigna unguiculata*) - A+T/M+C]. Em faixa, nos blocos (sub-blocos, de 10 x 45 m), foram aplicadas (C) doses de N (0 e 120 kg/ha), somente na cultura do milho, cerca de 25 dias (1/3 da dose) e 70 dias (2/3 da dose) após a germinação.

As culturas de inverno foram semeadas em abril, a lanço, sem preparo do solo, sendo as sementes semi-incorporadas com grade aberta sobre a resteva do milho. Para a aveia preta, cultivada isoladamente, foram utilizados 50 kg/ha de semente e, quando consorciada com o trevo subterrâneo, utilizou-se 40 kg/ha de aveia preta e 30 kg/ha de trevo subterrâneo. Em setembro, as culturas de inverno foram dessecadas com herbicida à base de glyphosate e, após uma semana, acamadas com rolo-faca nos sistemas plantio direto e preparo reduzido, e incorporadas ao solo com lavração e gradagem, no preparo convencional. No preparo reduzido foi realizada escarificação com distância entre linhas de 0,35 m. Em setembro, anterior ao manejo das culturas de inverno, foi realizada a avaliação dos resíduos culturais sobre o solo e da fitomassa das culturas de inverno. Os resíduos culturais foram avaliados a partir da coleta de duas subamostras de 0,20 x 0,40 m e as culturas de inverno pela coleta de 1 subamostra de 1 x 1 m. Os resíduos vegetais foram analisados em relação à quantidade de matéria seca e teores de carbono e nitrogênio. As culturas de inverno foram analisadas quanto à produção de matéria seca e concentração de nitrogênio. A relação C/N na fitomassa das culturas de inverno foi estimada, considerando-se uma concentração média de 50% de carbono no tecido.

A semeadura do milho foi realizada uma semana após o preparo do solo, com máquina manual (saraquá), em espaçamento de 1 m entre

linhas e 0,20 m entre covas, com 2 sementes cada. Foi realizado desbaste para 50 000 plantas/ha. Durante o ciclo do milho foi realizado controle de plantas daninhas e irrigação por aspersão. O milho foi avaliado quanto à produção de matéria seca e absorção de N, P, K, Ca e Mg, através da coleta de 10 plantas no início do florescimento, e em relação ao rendimento de grãos, através da colheita manual de uma área útil de 9 m².

As análises químicas dos resíduos culturais, culturas de inverno e das plantas de milho foram realizadas segundo metodologias descritas em TEDESCO et al. (1985).

A análise estatística dos efeitos dos métodos de preparo, sistemas de cultura e doses de N sobre as variáveis avaliadas foi realizada através da análise da variância, segundo o delineamento de blocos ao acaso com parcelas subdivididas para os métodos de preparo e sistemas de cultura, e aplicação em faixas para as doses de N. As diferenças entre médias foram testadas pelo teste de Tukey ao nível de 5%. A relação entre variáveis foi avaliada pela significância dos coeficientes de determinação de regressões polinomiais a 1 e 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As quantidades de matéria seca dos resíduos culturais remanescentes de cultivos anteriores, localizados na superfície do solo, variaram de 3,20 a 5,60 t/ha, as quais não foram afetadas pelos métodos de preparo, sistemas de cultura e doses de N. As quantidades de N presentes nos resíduos culturais apresentaram a mesma tendência da matéria seca, variando de 25,8 a 28,1 kg/ha (Figura 1). A relação C/N dos resíduos culturais foi maior no sistema aveia preta/milho-A/M (62,8) e menor no sistema aveia preta+trevo subterrâneo/milho-A+T/M (44,6) (Figura 1).

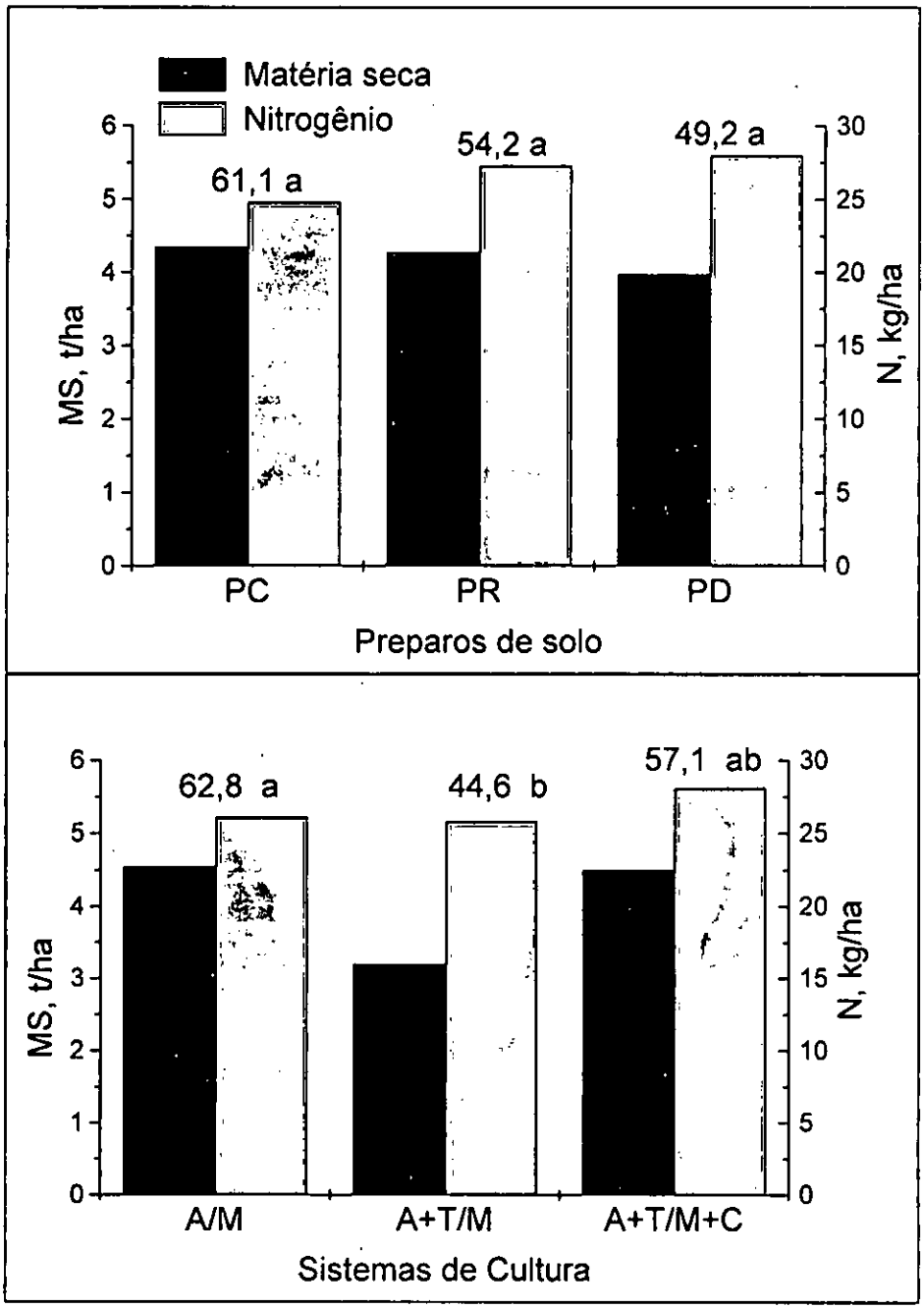
O não acúmulo de resíduos culturais na superfície do solo, em plantio direto, mesmo quando associado a sistemas de cultura com maior produção de fitomassa, como o A+T/M e A+T/M+C, indica que, nas condições ambientais nas quais este estudo foi realizado, a decomposição dos restos culturais, localizados na superfície do solo, foi alta o bastante para que não ocorresse um acúmulo gradual de resíduos com o tempo, e que houvesse reciclagem de nutrientes. Estes resultados são de importância fundamental na adoção de manejos conservacionistas, pois indicam que, possivelmente, a manutenção dos restos vegetais na superfície do solo satisfaz, ao mesmo tempo, as necessidades de cobertura do solo e de fornecimento de nutrientes às culturas.

Na média dos três métodos de preparo do solo e duas doses de N, a produção de matéria seca da parte aérea das culturas de inverno, nos sistemas A/M, A+T/M e A+T/M+C foi de 4,29, 6,66 e 6,26 t/ha, respectivamente, enquanto a quantidade de N presente na fitomassa da parte aérea foi de 34,1, 99,4 e 70,4 kg/ha, nos mesmos sistemas de cultura. A relação C/N das culturas de inverno foi de 33,5, 44,5 e 62,9 nos sistemas A/M, A+T/M e A+T/M+C, respectivamente (Figura 2).

As quantidades de matéria seca e N nas culturas de inverno desta safra estão dentro dos limites observados nos primeiros cinco anos de avaliação do experimento. Segundo FREITAS et al. (1996), durante este período, a produção de matéria seca das culturas de inverno variou de 2,6 a 6,7 t/ha, e a absorção de N de 28 a 136 kg/ha. Os autores observaram que, em geral, a quantidade de N na fitomassa das culturas de inverno foi dependente do desenvolvimento do trevo subterrâneo. Em 1988, ano de melhor desenvolvimento do trevo subterrâneo, esta pastagem continha 70 kg/ha de N e a aveia preta, 56 kg/ha, na consorciação de aveia preta + trevo subterrâneo (FREITAS et al., 1996).

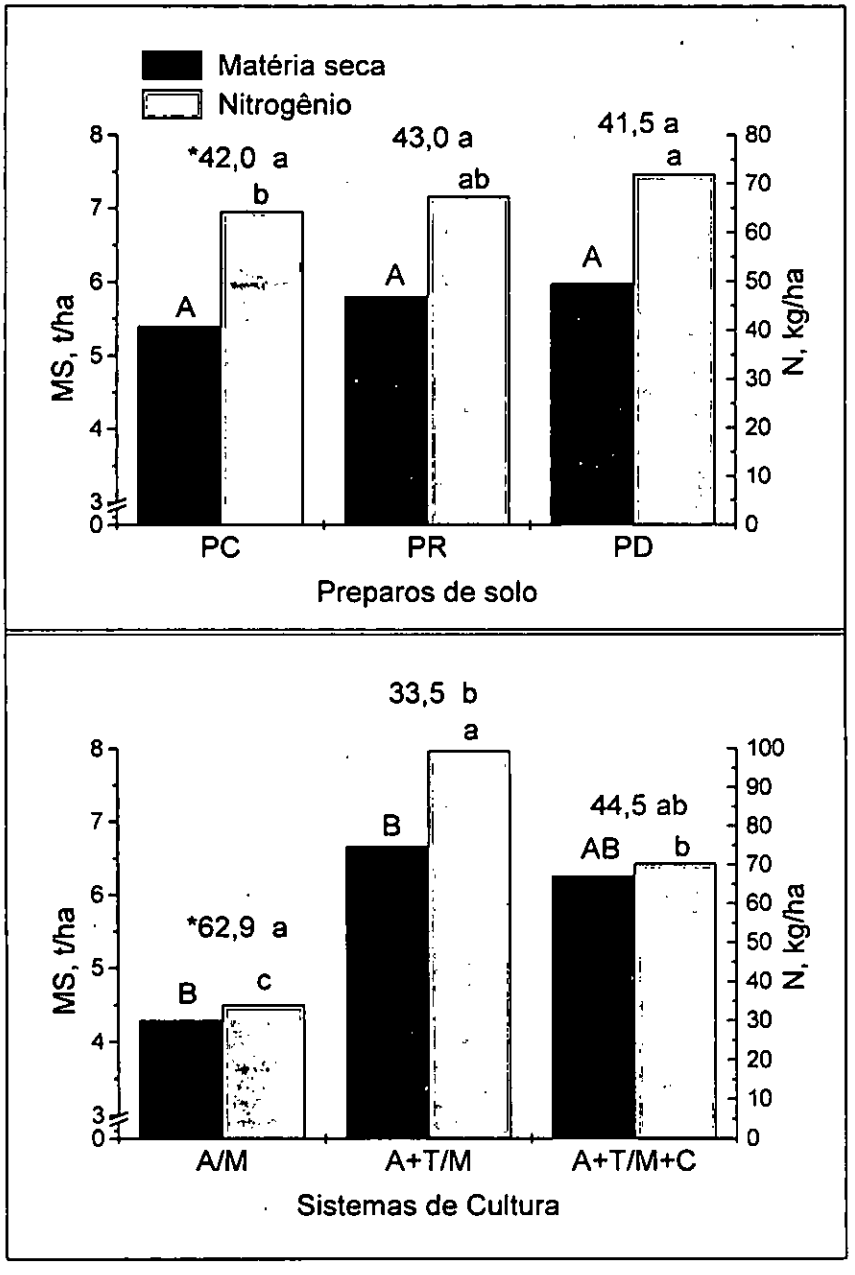
A nutrição do milho foi avaliada pelas quantidades absorvidas de N, P, K, Ca e Mg. O nitrogênio é o nutriente cuja dinâmica no solo é mais afetada pelos métodos de preparo de solo e sistemas de cultura, sendo a sua disponibilidade o principal fator determinante da produtividade do milho nas condições de solo em que este estudo foi realizado (FREITAS et al., 1996; TEIXEIRA et al., 1994).

As quantidades de N absorvidas pelo milho variaram de 23,6 a 99,6 kg/ha, sendo afetadas pelos métodos de preparo, sistemas de cultura e dose de N (Tabela 1). Entre os métodos de preparo, a absorção de N pelo milho diminuiu com a redução na intensidade de revolvimento do solo. No preparo convencional o milho absorveu 68,2 kg/ha de N, enquanto que no preparo reduzido e plantio direto, a absorção de N foi de 56,3 e 55,1 kg/ha, respectivamente, na média dos três sistemas de cultura e das duas doses de N. Este mesmo comportamento foi observado em safras anteriores (FREITAS et al., 1996).



Matéria seca e nitrogênio nos resíduos culturais não diferiram entre métodos de preparo e sistemas de cultura,pelo teste de Tukey ao nível de 5%.
Valores de relação C/N (valores sobre as barras) seguidos de letras iguais não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Figura 1 - Matéria seca, nitrogênio e relação C/N dos resíduos culturais na superfície do solo em (a) três métodos de preparo do solo (PC=Preparo convencional, PR=preparo reduzido, PD=plantio direto) e em (b) três sistemas de cultura (A/M=aveia preta/milho, A+T/M=aveia preta+trevo subterrâneo/ milho e A+T/M+C=aveia preta+trevo subterrâneo/milho+caupi). EEA/UFRGS-Eldorado do Sul, RS, 1990



* Valores sobre as barras representam a relação C/N.

Tratamentos seguidos de letras iguais não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Figura 2 - Matéria seca, nitrogênio e relação C/N da fitomassa das culturas de inverno em (a) três métodos de preparo do solo (PC=Preparo convencional, PR=preparo reduzido, PD=plantio direto), e em (b) três sistemas de cultura (A/M=aveia preta/milho, A+T/M=aveia preta+trevo subterrâneo/milho e A+T/M+C= aveia preta+trevo subterrâneo/milho+caupi). EEA/UFRGS-Eldorado do Sul, RS, 1990

Tabela 1 - Quantidade de nitrogênio absorvido pelo milho em três métodos de preparo do solo, três sistemas de cultura e duas doses de N. EEA/UFRGS-Eldorado do Sul, RS, 1990

Sistemas de manejo	0 kg N/ha	120 kg N/ha	Média
		kg/ha	
PC *	36,7	99,6	68,2 a
PR	25,0	87,7	56,3 ab
PD	26,7	83,5	55,1 b
A/M **	23,6	86,0	54,9 b
A+T/M	34,7	97,0	65,8 a
A+T/M+C	30,1	87,6	58,8 ab
MÉDIA	31,6 B	90,2 A	

* Médias dos três sistemas de cultura.

PC=preparo convencional, PR=preparo reduzido e PD=plantio direto

** Médias dos três métodos de preparo de solo.

A=aveia preta , T=trevo subterrâneo, M=milho e C=caupi.

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas, na vertical, e maiúsculas, na horizontal, não diferem entre si pelo teste deTukey ao nível de 5%.

O efeito dos métodos de preparo sobre a quantidade de N absorvida é relacionado às taxas de mineralização do N orgânico do solo. DOWDELL e CANNEL (1975) observaram que as maiores taxas de mineralização do N orgânico, no preparo convencional, resultam numa subseqüente maior disponibilidade de N para o milho, comparado ao solo sob plantio direto. A maior disponibilidade de N do solo, no preparo convencional, comparado ao plantio direto, deve se restringir aos períodos iniciais de adoção dos métodos de preparo. Com o decorrer dos anos, ocorre um incremento no conteúdo de N do solo sob plantio direto (BAYER e MIELNICZUK, 1997b), o que resulta num aumento gradativo da disponibilidade de N. Resultados obtidos em experimento adjacente ao do presente estudo corroboram esse aumento na disponibilidade de N no solo sob plantio direto. No primeiro e terceiro ano, o N absorvido pelo milho, sem aplicação de N mineral, variou de 17 a 45 kg/ha (MEDEIROS, 1985) e 20 a 52 kg/ha (TEIXEIRA, 1988), respectivamente, aumentando para valores de 21 a 87 kg/ha, no quinto ano, após ao estabelecimento de diferentes sistemas de cultura em plantio direto (TESTA, 1989).

A inclusão de leguminosas nos sistemas de cultura aumentou a absorção de N pelo milho. Na média dos três métodos de preparo do solo e duas doses de N, o milho absorveu 54,9, 65,8 e 58,8 kg/ha de N, nos sistemas A/M, A+T/M e A+T/M+C, respectivamente (Tabela 1). Considerando a quantidade de N absorvido pelo milho, isoladamente, em cada dose de N, o efeito dos sistemas de cultura fica mais evidente. Sem aplicação de N, o milho absorveu 23,6, 34,7 e 30,1 kg/ha de N, nos sistemas A/M, A+T/M e A+T/M+C, respectivamente, na média dos três métodos de preparo do solo. Com aplicação de N, o milho absorveu 86,0, 97,0 e 87,0 kg/ha de N nos mesmos sistemas de cultura.

As quantidades de N absorvidas pelo milho, nos sistemas de cultura, foram relacionadas às quantidades de N contidas nos resíduos culturais e na fitomassa das culturas de inverno. Obteve-se coeficientes de correlação de 0,97, 0,92 e 0,96 entre a quantidade total de N na biomassa sobre o solo, nos diferentes sistemas de cultura, e as quantidades de N absorvidas pelo milho sem aplicação de N mineral, nos métodos de preparo convencional, preparo reduzido e plantio direto, respectivamente.

No sistema A/M a menor absorção de N pelo milho também pode ter sido resultante do menor conteúdo de nitrogênio total do solo (BAYER e MIELNICZUK, 1997b) e da maior relação C/N dos resíduos culturais e da fitomassa das culturas de inverno (Figura 1 e 2), comparativamente aos demais sistemas de cultura. A maior relação C/N resulta numa redução na taxa de decomposição dos resíduos vegetais e numa maior imobilização microbiana do nitrogênio mineralizado (ALEXANDER, 1980), resultando, assim, numa menor disponibilidade de N para o milho.

A eficiência do N mineral, a qual consiste no percentual do N mineral aplicado, que é absorvido

pelo milho, não foi afetada pelos métodos de preparo e sistemas de cultura, sendo de, aproximadamente, 50%, dentro dos limites de 20-70% propostos por SANCHEZ (1976) para regiões tropicais.

A absorção de P, K, Ca e Mg seguiu as mesmas tendências do N. A relação de dependência dos demais nutrientes em função da quantidade de N absorvida pode ser verificada nos altos coeficientes de determinação, apresentados na Tabela 2. Observa-se que a relação entre a quantidade absorvida de N pelo milho e a dos demais nutrientes é linear, sendo que a absorção de N explica 91, 95, 92 e 93% das quantidades de P, K, Ca e Mg absorvidas, respectivamente. Estes resultados foram semelhantes aos obtidos por TESTA (1989) nas mesmas condições edafo-climáticas.

Tabela 2 - Relação entre as quantidades de N absorvido e as quantidades absorvidas de P, K, Ca e Mg pelo milho. EEA/UFRGS-Eldorado do Sul, RS, 1990

Variável independente (X)	Variável dependente (Y)	Coeficiente linear (a)	Coeficiente angular (b)	Coeficiente de terminação (r^2)
		Y = a + b . X		
N	P	4,93	+0,0,082	0,91**
N	K	27,78	+0,8557	0,95**
N	Ca	0,98	+0,0745	0,92**
N	Mg	2,96	+0,1132	0,93**

** significativo ao nível de 1%.

O rendimento do milho variou de 2,39 a 4,32 t/ha, quando não foi aplicado N mineral, e de 4,68 a 5,72 t/ha, quando foram aplicados 120 kg/ha de N (Tabela 3). Os métodos de preparo não afetaram o rendimento do milho em nenhuma combinação dos sistemas de cultura e dose de N, comprovando os resultados obtidos por FREITAS et al. (1996), neste mesmo local. Isto é um indicativo de que a manutenção da fitomassa produzida pelas diferentes coberturas vegetais na superfície do solo, a qual contém nutrientes reciclados e N fixado biologicamente, supriu o milho tão eficientemente quanto a sua semi-incorporação ou incorporação total ao solo. Os resultados obtidos são muito importantes em relação à utilização de preparos conservacionistas do solo, como já foi salientado por ROSSO (1989), pois combinam a utilização de métodos de preparo e sistemas de cultura que visam a recuperação e manutenção da capacidade produtiva do solo, sem que isso represente menores rendimentos das culturas, o que significaria um obstáculo na sua adoção pelos agricultores.

Tabela 3 - Rendimento do milho em três métodos de preparo de solo, três sistemas de cultura e duas doses de N. EEA/UFRGS-Eldorado do Sul, RS, 1990

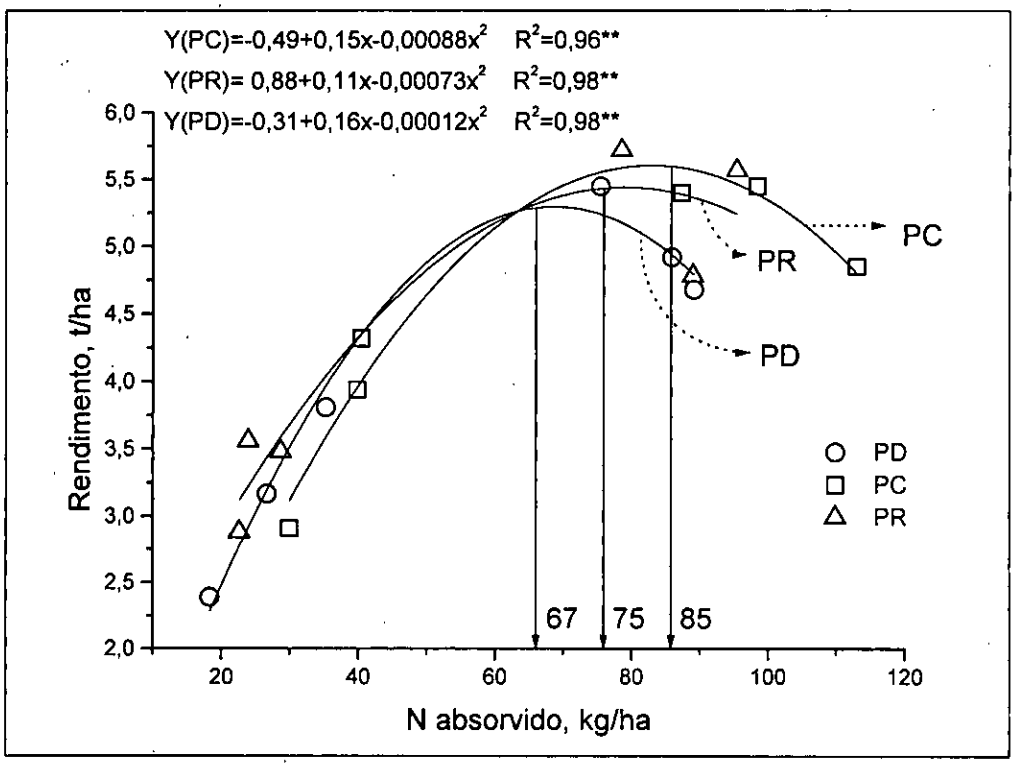
Preparos de solo *	Sistemas de cultura	Dose de N, kg/ha	
		0	120
		t/ha	
PC	A/M	2,91 a B	5,40 a A
	A+T/M	4,32 a A	4,85 a A
	A+T/M+C	3,94 a AB	5,45 a A
PR	A/M	2,88 a A	5,57 a A
	A+T/M	3,48 a A	4,78 a A
	A+T/M+C	3,56 a A	5,72 a A
PD	A/M	2,39 a B	5,45 a A
	A+T/M	3,81 a A	4,68 a A
	A+T/M+C	3,17 a AB	4,92 a A

* PC=preparo convencional, PR=preparo reduzido e PD=plantio direto

** A=aveia preta, T=trevo subterrâneo, M=milho e C=caupi.

Médias de métodos de preparo, dentro de cada sistema de cultura e dose de N, seguidas de letras minúsculas iguais, e médias de sistemas de cultura, dentro de cada método de preparo e dose de N, seguidas de letras maiúsculas iguais, não diferem entre si ao nível de 5%.

A relação entre a quantidade de N absorvido e o rendimento do milho, nos métodos de preparo do solo, é evidenciada na Figura 3. Segundo as equações ajustadas a partir dos dados obtidos, as quantidades de N absorvidas, necessárias para o milho atingir o rendimento máximo no preparo convencional (5,90 t/ha), preparo reduzido (5,03 t/ha) e plantio direto (5,02 t/ha) são, aproximadamente, 85, 75 e 67 kg/ha de N, respectivamente. Segundo os rendimentos estimados pela equação e considerando a eficiência média de 50% do N mineral aplicado, necessitar-se-ia aplicar, aproximadamente, 171, 151 e 133 kg/ha de N no milho, para alcançar os rendimentos máximos no preparo convencional, preparo reduzido e plantio direto, respectivamente. TESTA (1989), em experimento adjacente, estimou uma necessidade de aplicação de 176 kg/ha de N para obter o máximo rendimento do milho em plantio direto.



** significativo ao nível de 1%.

Figura 3 - Relação entre a quantidade de N absorvido e o rendimento do milho nos sistemas de plantio direto (PD), preparo reduzido (PR) e preparo convencional (PC). EEA/UFRGS-Eldorado do Sul, RS, 1990

A menor quantidade de N estimada, necessária para o milho alcançar o rendimento máximo no plantio direto, comparado ao preparo convencional e preparo reduzido, vão ao encontro de uma provável maior eficiência no aproveitamento do N pelo milho no plantio direto, já salientada por FREITAS et al. (1996). A maior eficiência do N no plantio direto pode estar relacionada à liberação mais lenta e contínua do N durante o ciclo do milho, ocorrendo maior sincronia com a demanda da cultura. O maior conteúdo de água do solo no plantio direto (SALTON, 1991) pode, também, ter afetado a eficiência do N absorvido.

Entre os sistemas de cultura, sem aplicação de N e na média dos métodos de preparo de solo, o menor rendimento foi observado no sistema A/M (2,39 a 2,91 t/ha) (Tabela 3). Nos sistemas A+T/M e A+T/M+C, os rendimentos do milho variaram de 3,48 a 4,32 t/ha e de 3,17 a 3,94 t/ha, respectivamente, o que representa um incremento de até 81% no rendimento do milho pela inclusão de leguminosas no sistema de cultura. Esse efeito dos sistemas de cultura sobre o rendimento do milho é relacionado com a disponibilidade de N, tanto pelo incremento no conteúdo de N do solo sob plantio direto que ocorreu no decorrer dos cinco anos (BAYER e MIELNICZUK, 1997b), como devido ao N liberado pela decomposição das culturas de

inverno e dos resíduos vegetais. TESTA (1989) obteve incrementos de até 6,32 t/ha no rendimento do milho pela presença de leguminosas nos sistemas de cultura. Os resultados apresentados pelo referido autor, sugerem que, em alguns casos, a utilização de sistemas de cultura com alta capacidade de fixação biológica de N pode suprir totalmente a necessidade de N do milho.

CONCLUSÕES

No plantio direto, não ocorreu um acúmulo diferenciado de resíduos vegetais na superfície do solo, comparativamente ao preparo reduzido e preparo convencional. A absorção de nitrogênio pelo milho foi menor no plantio direto, intermediária no preparo reduzido, e maior no preparo convencional; o rendimento do milho não foi afetado pelos preparos de solo. A inclusão de leguminosas nos sistemas de cultura resultou num incremento na absorção de N e no rendimento do milho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDER, M. **Decomposición de la materia orgánica.** In: Introducción a la microbiologia del suelo. México: AGT. Cap. 9. p.142-162, 1980.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.21, p.105-112, 1997a.

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

BERGAMASCHI, H.; GUADAGNIN, M. R. **Agroclima da Estação Experimental Agronômica.** UFRGS: Faculdade de Agronomia, Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia. Porto Alegre, 1990. 96p.

BRAGAGNOLO, N.; MIELNICZUK, J. Cobertura do solo por resíduos de oito seqüências de culturas e seu relacionamento com a temperatura e umidade do solo, germinação e crescimento do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.14, p.369-374, 1990.

BURLE, M. L.; MIELNICZUK, J.; FOCHI, S. Effect of cropping systems on soil chemical characteristics, with emphasis on soil acidification. **Plant and Soil**, The Hague, v.190, p.309-316, 1997.

CATTELAN, A. J.; VIDOR, C. Flutuações na biomassa, atividade e população microbiana do solo, em função de variações ambientais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.14, p.133-142, 1990.

COGO, N. P.; DREWS, C. R.; GIANELLO, C. Índice de erosividade das chuvas dos municípios de Guaíba, Ijuí e Passo Fundo, no Estado do Rio Grande do Sul. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISAS SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 2., 1978, Passo Fundo. **Anais ...** Passo Fundo: CNPT, 1978. p.145-152.

DOWDELL, R. J.; CANNEL, R. Q. Effect of plouwing and direct drilling on soil nitrate content. **Journal Soil Science**, London, v.26, p. 53-61, 1975.

FREITAS, V.; ROSSO, A. de; BAYER, C.; et al. Efeito de métodos de preparo e sistemas de cultura na absorção de nitrogênio e rendimento de milho. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.2, p.69-77, 1996.

MEDEIROS, J.C. **Sistemas de culturas adaptadas à produtividade, recuperação e conservação do solo.** Porto Alegre: UFRGS, 1985. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo)- Manejo do Solo, Faculdade de Agronomia, UFRGS, 1985, 89p.

PALADINI, F. L. S.; MIELNICZUK, J. Distribuição de tamanho de agregados de um solo Podzólico Vermelho-escuro afetado por sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.15, p.135-140, 1991.

ROSSO, A. de **Manejo de culturas de cobertura do solo no inverno e sua relação com a produtividade do milho.** Porto Alegre: UFRGS, 1989. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo)-Manejo do solo, Faculdade de Agronomia, UFRGS. 1989. 117p.

SALTON, J. C. **Relações entre sistemas de preparo, temperatura e umidade do solo.** Porto Alegre: UFRGS, 1991. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo)-Manejo do Solo, Faculdade de Agronomia, UFRGS. 1991. 91p.

SANCHEZ, P. A. Nitrogen. In: **Properties and management of soils in the tropics.** New York: J. Wiley, 1976. Cap. 6, p.184-220.

TEDESCO, M. J.; WOLKWEISS, S. J.; BOHNEN, H. **Análises de solo, plantas e outros materiais.** Porto Alegre, Faculdade de Agronomia/UFRGS, 1985. 188 p. (Boletim técnico, 5).

TEIXEIRA, L. A. J. **Fornecimento de nitrogênio ao milho por sistemas de cultura.** Porto Alegre: UFRGS, 1988. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo)-Manejo do Solo, Faculdade de Agronomia, UFRGS. 1988. 96p.

TEIXEIRA, L. A. J.; TESTA, V. M.; MIELNICZUK, J. Nitrogênio no solo, nutrição e rendimento de milho afetados por sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.18, p.207-214, 1994.

TESTA, V. M. **Características químicas de um solo Podzólico Vermelho-escuro, nutrição e rendimento de milho afetados por sistemas de cultura.** Porto Alegre: UFRGS, 1989. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo)-Manejo do Solo, Faculdade de Agronomia, UFRGS. 1989. 134p.

TESTA, V. M.; TEIXEIRA, L. A. J.; MIELNICZUK, J. Características químicas de um Podzólico Vermelho-escuro afetadas por sistemas de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.16, p.107-114, 1992.

MÉTODO DE MELHORAMENTO POR DESCENDÊNCIA DE SEMENTE ÚNICA, PARA OBTENÇÃO DE LINHAGENS DE FEIJOEIRO RESISTENTES AO CRESTAMENTO BACTERIANO COMUM

JOAQUIM GERALDO CÁPRIO DA COSTA[1], CARLOS AGUSTÍN RAVA[1], EIKO MORI ANDRADE[2]

RESUMO - Das doenças de origem bacteriana que afetam a cultura do feijoeiro, o crestamento bacteriano comum, provocado por *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*, é a mais importante, podendo reduzir, consideravelmente, a produção desta cultura. Dentre as várias medidas que compõem o controle integrado da doença, a resistência genética é uma característica importante a ser considerada durante o processo de desenvolvimento de um novo cultivar. O objetivo do presente trabalho foi a obtenção de linhagens de feijoeiro comum resistentes ao crestamento bacteriano comum, utilizando-se o método de melhoramento por descendência de semente única. Foram obtidas 30 linhagens com resistência ao crestamento bacteriano comum e uma considerável diminuição do tempo para o avanço das gerações.

Palavras chave: melhoramento, *Phaseolus vulgaris*, resistência, *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*).

SINGLE SEED DESCENT BREEDING METHOD TO OBTAIN DRY BEAN LINES RESISTANT TO COMMON BACTERIAL BLIGHT

ABSTRACT - Among bacterial diseases that affect dry beans, common bacterial blight, caused by *Xanthomonas axonopodis* pv. phaseoli, can considerably reduce grain yield of this crop and is the most important in Brazil. Genetic resistance is one important characteristic to be considered in the integrated disease management during the development of new dry bean cultivars. The objective of the present research was to obtain dry bean lines resistant to common bacterial blight using the single seed descent method. Thirty lines resistant to common bacterial blight were obtained with considerable reduction in generation advance time.

Key words: plant breeding, *Phaseolus vulgaris*, resistance, *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*, *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*.

INTRODUÇÃO

Dentre as doenças de origem bacteriana, que afetam a cultura do feijoeiro, o crestamento bacteriano comum (CBC), provocado por *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*, é a que apresenta maior importância no Brasil (RAVA e SARTORATO, 1994). Encontra-se em quase todas as regiões produtoras de feijão do País, principalmente no plantio junto às águas, constituindo-se, também, em importante fator limitante da produção nos cultivos irrigados.

Um dos meios ideais para a sobrevivência da bactéria é a semente, em cujo interior pode permanecer viável durante muitos anos. A semente constitui-se em importante veículo de disseminação à curta distância e, principalmente, à longa distância (ZAUMEYER e THOMAS, 1957).

O controle químico do CBC, em geral, tem sido pouco eficiente (MARINGONI, 1990) e as medidas de controle cultural, incluindo a rotação de culturas e o emprego de sementes de boa qualidade, são de aplicabilidade bastante restrita em regiões onde prevalece o cultivo de subsistência. Portanto, a obtenção de cultivares comerciais com grau adequado de resistência proporciona uma proteção adicional, dentro de um sistema integrado de controle, visando a redução das perdas ocasionadas pela doença. O melhoramento para resistência ao CBC tem apresentado dificuldades decorrentes de natureza quantitativa do caráter (HONMA, 1956; POMPEU e CROWDER, 1972; COYNE e SCHUSTER, 1974; WEBSTER et al., 1980; RAVA et al., 1987; SILVA et al., 1999). Entretanto, a constatação da existência do efeito gênico aditivo para a resistência permite predizer alta eficiência

1. Eng. Agr., Dr. - Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, 75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO. Bolsista do CNPq.
2. Eng. Agr. - Embrapa Arroz e Feijão. Bolsista do CNPq.
Recebido para publicação em 24/06/1999.

na seleção uma vez que, esse efeito, pode ser fixado durante a homozigose numa espécie autógama como o feijoeiro comum (RAVA et al., 1987; SILVA et al., 1999).

O método por descendência de semente única, ou "single seed descent", foi originalmente proposto por GOULDEN (1939) e modificado por BRIM (1966) com a intenção de aumentar a eficiência do melhoramento genético, comparada à obtida pelo método genealógico. O método pode ser aplicado a qualquer planta autógama, sempre que, na herança da característica sob seleção, haja predominância de variância genética aditiva ou da epistática aditiva x aditiva. Este método consiste em avançar as populações de F_2 a F_5 ou F_6, tomando uma semente de cada planta para o plantio da geração seguinte e, quando as características já estiverem teoricamente fixadas, proceder à seleção individual, seguida de teste das progênies. Neste caso, mantém-se a variabilidade genética até que a população atinja alto grau de homozigose, em gerações avançadas, quando a seleção individual praticada passa a ser mais eficiente. Entretanto, a variabilidade existente é na sua quase totalidade entre famílias (ou entre plantas F_2), uma vez que a variabilidade, dentro das famílias, é desconhecida. O número de plantas com alto grau de homozigose, nas gerações avançadas (a partir da geração F_5), é muito grande e a quantidade de anotações é reduzida. Por outro lado, a seleção natural é em grande parte anulada e o trabalho pode ser conduzido em qualquer ambiente, antes da fase inicial de seleção.

Optou-se pela condução das populações por este método, por ser a natureza genética da resistência do feijoeiro à *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* complexa e terem sido detectados efeitos de dominância, de aditividade e epistáticos (RAVA et al., 1987; SILVA et al., 1999), o que indica a conveniência de se realizar seleção rigorosa somente em gerações avançadas. O objetivo deste trabalho foi obter linhagens resistentes ao crestamento bacteriano comum, utilizando-se o método por descendência de semente única, avançando-se as gerações em condições de estresse.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Embrapa Arroz e Feijão, no município de Santo Antônio de Goiás, Goiás. Os genitores foram selecionados com base nas suas reações de resistência e suscetibilidade ao CBC, cepa Xp CNF 15 (Tabela 1). Foram realizados cruzamentos entre a linhagem IAPAR BAC296, que possui resistência de campo à doença, e as linhagens suscetíveis LA9016960, FT 85-113 e FE732880; entre a linhagem resistente CB733823 e a suscetível AN910970; e entre o cultivar resistente Diamante Negro e a linhagem suscetível FE821681, obtendo-se um total de cinco populações.

As populações foram conduzidas em casa de vegetação, das gerações F_1 até F_4, em bandejas plásticas de 60 x 50 x 5 cm, contendo apenas vermiculita. De cada população foram conduzidas de 140 a 280 sementes. As sementes foram semeadas em sete linhas de 50 cm de comprimento, com dez sementes por linha e 8 cm entre linhas, perfazendo um total de 70 plantas por bandeja. Foi colhida uma semente de cada planta para a constituição da geração seguinte. Na geração F_5, foram semeadas quatro sementes por vaso, com 8 kg de solo de alta fertilidade. A colheita foi realizada por planta individual, utilizando-se de toda a semente produzida para a geração das linhagens da geração F_6.

Em condições de casa de vegetação, foram semeadas quatro sementes de cada linhagem em vasos de alumínio com 1,5 kg de solo. Após a germinação foi realizado o desbaste, deixando-se duas plantas por vaso. Onze dias após a semeadura, as plântulas foram inoculadas, empregando-se a metodologia de incisão das folhas primárias (Rava, 1984), utilizando-se uma suspensão de 5×10^7 ufc/ml do isolado Xp CNF15 de *X. axonopodis* pv. *phaseoli*. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com quatro repetições. A avaliação dos sintomas foi realizada nove dias após a inoculação, utilizando-se a escala de 0 a 6 graus descrita por RAVA (1984). Os valores finais das reações das linhagens foram obtidos pela média das avaliações nas 32 metades de folhas das plântulas (duas plântulas/vaso x quatro metades de folha x quatro vasos). Foi calculado o índice L/TR que representa a relação entre o valor da reação da linhagem (L) e da testemunha resistente (TR) PI 207.262. Quanto menor for o valor da L/TR mais resistente será a linhagem.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A utilização do método por descendência de semente única permitiu avançar as populações da

geração F_1 até F_4, quando é esperado que as plantas apresentem um elevado grau de homozigose, permanecendo, apenas, a variabilidade entre as famílias. A seleção natural foi anulada, tendo em vista que o avanço das gerações foi conduzido em casa de vegetação.

A alta densidade populacional, de 70 plantas por bandeja, e a deficiência de fertilizante ocasionaram um fraco desenvolvimento das plantas. Esta condição de estresse refletiu-se num encurtamento do ciclo para 65 a 70 dias. Quando as populações são conduzidas em condições de campo, o ciclo médio é de 90 a 100 dias, perfazendo um total de, aproximadamente, 360 a 400 dias, para avançar da geração F_1 até a F_4. Portanto, com a metodologia utilizada neste trabalho houve um ganho de 25 a 30 dias em cada geração. Pesquisas estão sendo conduzidas visando a colheita das sementes, nessas condições de estresse, em estádios de pré-maturação fisiológica, para se obter maior encurtamento do ciclo das plantas. Os valores do índice L/TR das linhagens e dos genitores resistentes encontram-se na Tabela 1. A resistência do genitor CB733823 provém dos cultivares Jules, Tara e Tlalnepantla 64(PI 207.262). A resistência dos cultivares Jules e Tara deriva de G.N. Nebraska 1 Sel. 27, que foi originado do cruzamento interespecífico *P. vulgaris* x *P. acutifolius* (HONMA, 1956; COYNE et al., 1963). A resistência do cultivar Diamante Negro provém de 'Jules'. Todas as linhagens, cujos genitores resistentes foram CB733823 e Diamante Negro, apresentaram valor de L/TR ≤ 1 (Tabela 1).

TABELA 1 - Índice L/TR[1] de linhagens e genitores resistentes a *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*

Linhagem/Genealogia	L/TR
IAPAR BAC296[2]	1,2
96201596 (IAPAR BAC296 / LA9016960)	0,6
96201597 (IAPAR BAC296 / LA9016960)	0,8
96201602 (IAPAR BAC296 / LA9016960)	0,8
96201607 (IAPAR BAC296 / FT85-113)	0,9
96201608 (IAPAR BAC296 / FT85-1130)	0,7
96201609 (IAPAR BAC296 / FE732880)	0,8
96201610 (IAPAR BAC296 / FE732880)	1,0
96201611 (IAPAR BAC296 / FE732880)	0,8
96201612 (IAPAR BAC296 / FE732880)	0,6
CB733823[2]	0,8
96201613 (CB733823 / AN910970)	0,9
96201614 (CB733823 / AN910970)	0,6
96201615 (CB733823 / AN910970)	0,8
96201616 (CB733823 / AN910970)	0,6
96201617 (CB733823 / AN910970)	0,9
96201618 (CB733823 / AN910970)	1,0
96201619 (CB733823 / AN910970)	0,7
96201620 (CB733823 / AN910970)	0,6
96201621 (CB733823 / AN910970)	1,0
96201622 (CB733823 / AN910970)	0,7
96201623 (CB733823 / AN910970)	0,3
96201624 (CB733823 / AN910970)	0,5
Diamante Negro[2]	0,7
96201628 (Diamante Negro / FE821681)	0,7
96201629 (Diamante Negro / FE821681)	1,0
96201631 (Diamante Negro / FE821681)	0,8
96201632 (Diamante Negro / FE821681)	0,7
96201635 (Diamante Negro / FE821681)	0,9
96201636 (Diamante Negro / FE821681)	0,5

[1]L/TR: Relação entre a intensidade de sintomas a *X. axonopodis* pv. *phaseoli* apresentados pelas linhagens e a testemunha resistente (TR) PI 207.262.

[2]Genitor resistente.

CONCLUSÕES

A condição de estresse para o avanço das gerações permite um encurtamento do ciclo das plantas para 65 a 70 dias.

A metodologia de melhoramento utilizada permite a obtenção de linhagens resistentes ao crestamento bacteriano comum, sendo suficientes cinco gerações para a fixação dos genes desejáveis.

BIBLIOGRAFIA CITADA

BRIM, C.A. A modified pedigree method of selection in soybeans. **Crop Science**, Madison, v.6, n.2, p.220, 1966.

COYNE, D.P.; SCHUSTER, M.L. Breeding and genetics studies of tolerance to several bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Euphytica**, Dordrecht, v.23, p.195-204, 1974.

COYNE, D.P.; SCHUSTER, M.L.; AL-YASIRI, S. Reaction studies of bean species and varieties to common blight and bacterial wilt. **Plant Disease Report**, Washington, v.47, p.534-453, 1963.

GOULDEN, C.H. Problems in plant selection. In: INTERNATIONAL GENETICS CONGRESS, 7., Edinburgh, 1939. **Proceedings...**, Burnett, R.C. (ed.), Edinburgh: Scotland, 1939. p.132-133.

HONMA, S. A bean interspecific hybrid. **Journal of Heredity**, Baltimore, v.47, p.217-220, 1956.

MARINGONI, A.C. Controle químico do crestamento bacteriano comum do feijoeiro e seu efeito na transmissão de *Xantomonas campestris* pv. *phaseoli* (Smith) Dye pelas sementes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, n.8, p.1151-1156, 1990.

POMPEU, A.S.; CROWDER, L.V. Inheritance of resistance of *Phaseolus vulgaris* L. (dry beans) to *Xanthomonas phaseoli* Dows. (common blight). **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.24, n.11, p.1055-1063, 1972.

RAVA, C.A. Patogenicidade de isolamentos de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, n.4, p.445-448, 1984.

RAVA, C.A.; SARTORATO, A. Crestamento bacteriano comum. In: SARTORATO, A.; RAVA, C.A. (Ed.). **Principais doenças do feijoeiro comum e seu controle**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. p.217-242. EMBRAPA-CNPAF. (Documentos, 50)

RAVA, C.A.; ZIMMERMANN, M.J. de O.; ROMEIRO, R.S. Inheritance of resistance to *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* (Smith) Dye in *Phaseolus vulgaris* L. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.4, p.709-727, 1987.

SILVA, S.A.G.; RAVA, C.A.; COSTA, J.G.C.; MORAIS, O.P. Herança da resistência do feijoeiro ao crestamento bacteriano comum. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.24, n.1, p.38-44, 1999.

WEBSTER, D.M.; TEMPLE, S.R.; SCHWARTZ, H.F. Selection for resistance to *Xanthomonas phaseoli* in dry beans. **Crop Science**, Madison, v.20, p.519-522, 1980.

ZAUMEYER, W.J.; THOMAS, H.R. **A monographic study of bean diseases and methods for their control.** Washington: USDA, 1957. 255p. (Technical Bulletin, 868).

DORMÊNCIA DE SEMENTES DE *Paspalum notatum* Flügge var. *notatum*, ECÓTIPO ANDRÉ DA ROCHA, SOB DISTINTAS CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO

INGRID HERINGER[1], AINO VICTOR ÁVILA JACQUES[2]

RESUMO- A germinação de sementes é fundamental para boa implantação de uma pastagem. O objetivo deste trabalho foi o de avaliar o poder germinativo de *Paspalum notatum* Flügge var. *notatum*, ecótipo André da Rocha, sob distintas condições de armazenamento: conservadas em geladeira a 5° C ou em ambiente natural de laboratório. As sementes foram submetidas ao teste padrão de germinação (controle) e a duas metodologias para superar a dormência: 1) embebição em KNO_3 a 0,2% (nitrato de potássio); 2) escarificação manual da cariopse. Utilizou-se o delineamento experimental de parcelas subdivididas com quatro repetições de 50 sementes, para cada condição de armazenamento e tratamento. As condições de armazenamento constituíram as parcelas e os tratamentos, as subparcelas. As sementes não apresentaram diferença na viabilidade em relação às formas de armazenamento e tratamentos para superação da dormência ($P<0,05$). O tratamento com KNO_3 foi mais eficiente na superação da dormência das sementes.

Palavras-chave: germinação.

SEED DORMANCY OF *Paspalum notatum* Flügge var. *notatum*, ECOTYPE ANDRÉ DA ROCHA, UNDER DIFFERENT STORAGE CONDITIONS

ABSTRACT- Seed germination is basic to good pasture implantation. The objective of this work was to evaluate germination ability of *Paspalum notatum* Flügge var. *notatum* seeds, ecotype André da Rocha, under distinct storage conditions: storage at 5° C in refrigerator, or in laboratory conditions. Seeds were submitted to the standard germination test and two methodologies to break dormancy: 1) imbibition in potassium nitrate (0,2 %); 2) manual scarification of the cariopsis. A split-plot experimental design was used with four replications of 50 seeds, for each storage condition and treatment. Storage conditions were treated as plots, and treatments as subplots. There were no differences in seed germination, regarding storage conditions and treatments to break dormancy ($P>0,05$). The KNO_3 treatment was the most efficient in breaking dormancy of seeds.

Key words: germination

INTRODUÇÃO

O interesse pelo cultivo de boas espécies forrageiras nativas é crescente, devido basicamente, à boa adaptação destas às condições edafoclimáticas da sua região de origem (NABINGER, 1997; MARASCHIN, 1999).

Das gramíneas nativas, o gênero *Paspalum* ocupa um lugar de destaque, pois engloba o maior número de espécies e, também, o maior número de espécies com bom valor forrageiro (VALLS, 1987). As espécies de *Paspalum* encontram-se distribuídas em praticamente todos os campos naturais sul-americanos e, em muitas destas pastagens, são as espécies predominantes e responsáveis pela maior fração da biomassa produzida.

A grama forquilha (*Paspalum notatum* Flügge) é uma gramínea perene, muito resistente ao pisoteio, que vegeta bem em solos mais secos, arenosos e relativamente pobres em nutrientes. Propaga-se por sementes e arraiga-se ao solo mediante o desenvolvimento de rizomas supraterrâneos, formando um denso "tapete" (PESKE e BOYD, 1980).

Dentro da espécie, o ecótipo André da Rocha (*Paspalum notatum* Flügge var. *notatum*) tem-se mostrado muito promissor, destacando-se pelo maior porte, alta produção de forragem, bom valor nutritivo e excelente produção de sementes. Produz acima de 14 t/ha de matéria seca de forragem, quando há bom suprimento de água e nutrientes (COSTA, 1997).

1. Zootecnista, M.Sc.- Aluna do curso de Pós-graduação (Área de Concentração Plantas Forrageiras) da Faculdade de Agronomia, UFRGS. Av. Bento Gonçalves, 7712, Caixa Postal 776, Porto Alegre, RS. E-mail: renato@prezzotto.com.br.
2. Eng. Agr., Ph.D. - Prof. Titular do Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, Faculdade de Agronomia, UFRGS. Av. Bento Gonçalves, 7712, Caixa Postal 776, Porto Alegre, RS. E-mail: aino@vortex.ufrgs.br. Pesquisador do CNPq
Recebido para publicação em 24/06/1999.

Atualmente, há interesse na utilização desta gramínea para revegetação de áreas degradadas, em função da sua rusticidade e do seu valor forrageiro. A baixa germinação apresentada na semeadura é, no entanto, um fator limitante na utilização de *P. notatum*. Quando não há tratamento prévio, os estandes são fracos e de baixa densidade, necessitando longo período até formar uma cobertura adequada (HODGSON, 1949).

A semente é a unidade básica para o estabelecimento de um cultivo, e a sua viabilidade, germinação e vigor, além de outros fatores do meio, determinam o sucesso de implantação da pastagem.

Os mecanismos de dormência ocorrem na maioria das espécies nativas e, embora existam numerosas pesquisas na área, ainda são pouco conhecidos os processos envolvidos com o estado dormente (BEWLEY, 1997). O conceito de dormência, segundo LANG (1996), consiste na suspensão temporária do crescimento visível de uma estrutura vegetal contendo um meristema.

As sementes de *P. notatum* apresentam dormência denominada estrutural, caracterizada pela impermeabilidade do pericarpo às trocas gasosas do interior da semente com o meio exterior, embora estas sementes sejam capazes de absorver suficiente quantidade de água para germinar (ANDRADE e VAUGHAN, 1980). O tegumento impermeável, devido ao excesso de minerais, ou suberina (BURKART, 1952), precisa ser danificado para que ocorra germinação (POPINIGIS, 1977; SOARES, 1972).

Vários métodos são sugeridos para superação da dormência estrutural, como: escarificação mecânica, imersão em solventes, escarificação com H_2SO_4, resfriamento rápido, exposição a altas temperaturas, aumento da tensão de O_2, choques contra superfícies duras, tratamento com KNO_3 e tratamento com os hormônios giberelina e citocinina (POPINIGIS, 1977).

Quando as sementes apresentam alto índice de dormência, ANDRADE e VAUGHAN (1980) recomendam a combinação de métodos, tais como, temperaturas alternadas, resfriamento, ácido nítrico e ácido sulfúrico, para a obtenção de alta percentagem de germinação.

O objetivo deste experimento foi verificar a viabilidade, através da germinação de *Paspalum notatum* Flügge var. *notatum*, ecótipo André da Rocha, sob distintas condições de armazenamento e métodos para superação da dormência.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análises de Sementes do Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia da Faculdade de Agronomia da UFRGS, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, no período de abril a junho de 1998. As parcelas principais constituíram as formas de conservação das sementes: 1) recém-colhidas, 2) conservadas na geladeira (próximo a cinco graus Célcius) por 27 meses, 3) conservadas em condição ambiente (sem controle) por 27 meses.

As sementes de *P. notatum* foram colhidas, manualmente, em pastagem natural, em março/98 (constituindo o tratamento recém-colhido), no município de André da Rocha - RS. As demais sementes, armazenadas há 27 meses, foram colhidas em 25 de janeiro de 1996, no mesmo local. As sementes foram coletadas, quando a maioria das inflorescências apresentava cor verde-amarelada. Posteriormente, foi feita limpeza manual das impurezas.

O teste de germinação foi realizado conforme descrito abaixo, constituindo as subparcelas no delineamento experimental:

Tratamento 1 (T1) - teste controle para *P.notatum*: substrato sobre papel filtro nº 104, previamente umedecido com água destilada;

Tratamento 2 (T2) - embebição em nitrato de potássio (KNO_3). As sementes foram colocadas sobre substrato previamente umedecido com uma solução de nitrato de potássio, numa concentração de 0,2% (ISTA, 1976);

Tratamento 3 (T3) - escarificação da cariopse. As sementes foram friccionadas, manualmente, entre duas lixas de madeira nº 180 e, posteriormente, separadas das impurezas.

As sementes de todos tratamentos foram tratadas com solução de hipoclorito de sódio a 1%, por 15 min. A incubação ocorreu em estufa para B.O.D., Modelo 347. FG, provida de lâmpada fluorescente (Modelo Super Luz do Dia - GE) 20 W. Foi utilizado um período de iluminação de 12 h e uma temperatura média de 28° C.

Em todos os tratamentos, a contagem das sementes germinadas foi realizada aos 7, 14, 21 e 28 dias após o início do teste.

Quando a plúmula e a radícula ficaram visíveis, as sementes foram consideradas germinadas, e aquelas que resistiram à pressão da pinça foram consideradas de "tegumento duro". A avaliação das

plântulas anormais foi realizada conforme BRASIL (1992).

O experimento foi arranjado num delineamento em parcelas subdivididas com quatro repetições de 50 sementes em cada tratamento. As condições de armazenamento constituíram a parcela principal e os métodos para superação da dormência a subparcela.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sementes recém-colhidas estavam chochas e, assim, optou-se por não incluí-las na análise experimental. Das 600 sementes utilizadas para a avaliação, nenhuma germinou em qualquer dos métodos testados para superação da dormência. Supõe-se que este problema ocorreu devido ao ano atípico (excesso de precipitação devido ao fenômeno "El Niño") que, provavelmente, comprometeu o processo de desenvolvimento das sementes. Em São Paulo, MAEDA et al. (1997) também observaram o problema de sementes chochas na espécie, que foi superior a 77%, nas colheitas manuais.

A viabilidade das sementes (Tabela 1), expressa como o somatório das sementes germinadas e de tegumento duro, manteve-se alta nas duas formas de armazenamento e em todos métodos utilizados para superação da dormência. Não houve diferença significativa na viabilidade das sementes para os tratamentos testados ($P>0,05$), a qual ficou em torno de 86%.

Não há informação publicada sobre a viabilidade das sementes de *P. notatum* var. *notatum*, ecótipo André da Rocha; porém, sabe-se que existe grande variabilidade entre os ecótipos. Os valores encontrados para viabilidade foram superiores àqueles reportados por FRANKE e NABINGER (1996). Estes autores observaram viabilidade entre 30,3 e 60,3% para diferentes ecótipos de grama forquilha, os quais variaram também conforme os tratamentos empregados para superação da dormência.

TABELA 1 - Percentagem de viabilidade das sementes (germinadas + duras) de *Paspalum notatum* Flügge var. *notatum*, ecótipo André da Rocha, armazenadas em geladeira e em condição ambiente, e submetidas a diferentes métodos para superação da dormência

Modo de Armazenamento	Controle	KNO_3	Escarificação	Média
Geladeira	88	83	90	87
Sem controle	88	85	84	86
Média	88	84	87	

CV= 7,6%

Esta espécie apresenta alta longevidade das sementes, que é acompanhada de elevados índices de dormência, sobretudo, quando armazenadas em baixas temperaturas (MAEDA et al., 1997). Estes pesquisadores reportam, porém, que após 36 meses de armazenamento em ambiente sem controle de temperatura e umidade, a viabilidade começa a decrescer.

As alternativas de tratamentos para superação da dormência não apresentam a mesma eficiência. Nos tratamentos de escarificação e nitrato de potássio uma percentagem superior a 83 e 63% das sementes, respectivamente, permaneceu dormente e firme (Tabela 2), porém, não significa que sejam viáveis em sua totalidade, conforme descrito pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992). Embora os altos valores de viabilidade apresentados por este ecótipo de grama forquilha, a percentagem de germinação foi relativamente baixa. Houve diferença no número de sementes germinadas ($P<0,05$), somente para os métodos de superação da dormência.

O tratamento com KNO_3 aumentou em mais de três vezes o número de sementes germinadas em relação ao teste controle (Tabela 2). A percentagem de germinação para os tratamentos controle, KNO_3 e escarificação foi, em média, de 10,1, 36,9 e 16,1, respectivamente.

TABELA 2 - Percentagem de sementes germinadas de *Paspalum notatum* Flügge var. *notatum*, ecótipo André da Rocha, armazenadas em geladeira e em condição ambiente, e submetidas a diferentes métodos para superação da dormência

Modo de Armazenamento	Controle	KNO_3	Escarificação	Média
Geladeira	12,4 A b[1]	42,6 A a	18,4 A b	24,5 A
Sem controle	7,9 A b	31,1 A a	13,7 A b	17,5 A
Média	10,1 b	36,9 a	16,1 b	

CV= 20,7%

[1] Médias seguidas de letras iguais maiúsculas, na coluna, e minúsculas, na linha, não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

Conforme mostra a Figura 1, a maioria das sementes germinou até a segunda semana do teste. A partir dos 14 dias de desenvolvimento do teste de germinação, houve incidência de fungos dos gêneros *Curvularia*, *Penicillum* e *Phoma* que, provavelmente, comprometeram a germinação.

Os valores de germinação alcançados são bastante reduzidos, se comparados aos 80% obtidos por NABINGER (1999) com estas mesmas sementes, após um ano da colheita. Os baixos índices de germinação, associados aos elevados valores de sementes possivelmente viáveis, acusam a baixa eficiência dos métodos testados para superação da dormência em sementes de *P. notatum*. Entretanto, os níveis de viabilidade obtidos podem ser questionados, pois o procedimento recomendado pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992) não fornece informação quanto ao vigor e não indica, de forma precisa, os fatores que afetam a qualidade das sementes (VIEIRA e CARVALHO, 1994).

MAEDA et al. (1997) verificaram significativo aumento da germinação de sementes de *P. notatum* Flügge após 12 meses de armazenamento, sem controle

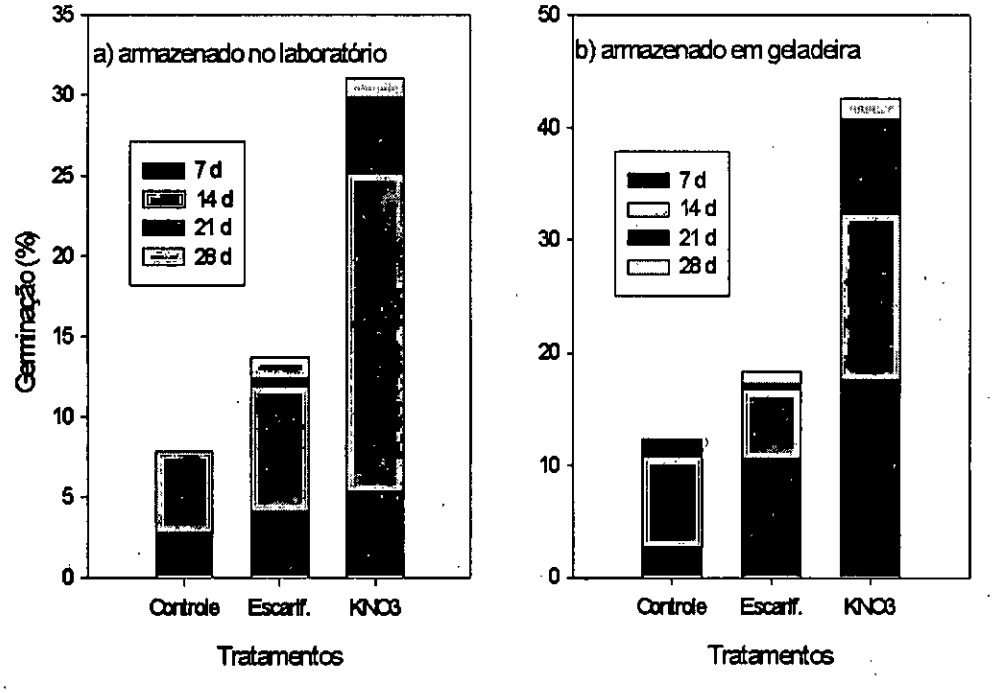


FIGURA 1 - Percentagem acumulativa de sementes germinadas de *Paspalum notatum* Flügges var. *notatum*, ecótipo André da Rocha, armazenados em ambiente natural do laboratório (a) e em geladeira (b), sob distintos tratamentos para suspensão da dormência.

ambiental. Melhores resultados de germinação, segundo os autores, podem ser obtidos aos 120 dias de armazenamento, quando a temperatura é mantida em torno dos 40° C, e com redução gradativa da umidade. Tratando sementes de pensacola (*P. notatum* Flügge var. *saurae* Parodi), BURTON (1964) observou que o calor teve efeito mais pronunciado na germinação, quando as sementes eram recém colhidas.

Apesar de não haver diferença estatística entre as formas de armazenamento testadas, percebe-se tendência de melhor germinação das sementes guardadas em geladeira.

Quando as sementes entram em contato com certos reagentes químicos, tais como o KNO_3, possibilitam que substâncias presentes no pericarpo, facilitem as trocas gasosas. A germinação das sementes é promovida quando em presença de KNO_3, sendo que, na maioria das vezes, a promoção é devida à redução da atividade da redutase do nitrato (BRASIL, 1992).

Embora seja o método mais prático para superar a dormência das sementes, a escarificação é usualmente responsável pela desuniformidade na ruptura do diásporo. Assim, enquanto algumas sementes são atritadas em excesso, outras permanecem intactas. MAEDA E PEREIRA (1997) demonstraram que a eficiência da escarificação também é variável, conforme os tegumentos que são removidos. Quando foi retirada a lema, a percentagem de germinação, dormência e mortalidade foi, respectivamente, de 2,5, 88 e 9,5; e, quando são retirados lema e pálea, os valores foram de 85, 0 e 15,0%, respectivamente. Segundo FERRI (1985), o rompimento dos envoltórios não só permite a entrada de água e gases, como também facilita a lixiviação ou remoção de certos inibidores presentes no tegumento da semente. Não foram observadas plântulas anormais ou mortas em nenhum dos tratamentos.

Numa revisão recente sobre a dormência de sementes, BEWLEY (1997) descortina novas áreas da pesquisa científica que devem ser estudadas, visando entender melhor este fenômeno biológico. Dentre estas destaca: identificar os genes envolvidos na dormência, bem como conhecer eventos primários, tais como os sinais de percepção e transdução para superação da dormência.

O estudo da germinação necessita ser acompanhado por outras análises, como a de viabilidade, pelo teste de tetrazólio. Outras alternativas para superação da dormência, incluindo diferentes métodos e tempos de escarificação mecânica, devem ser estudadas.

CONCLUSÕES

O armazenamento dentro ou fora da geladeira, por 27 meses, não interfere na germinação das sementes;

O tratamento das sementes de *P. notatum* var. *notatum*, ecótipo André da Rocha, com KNO_3 é a forma mais eficiente para reduzir a dormência, quando comparado com a escarificação manual da cariopse.

BIBLIOGRAFIA CITADA

ANDRADE, R.V. de.; VAUGHAN, C.C. Avaliação de sementes firmes de pensacola Bahia e milheto. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.2, n.2, p.57-66, 1980.

BEWLEY, J.D. Seed germination and dormancy. **The Plant Cell**, v.9, p.1055-1066, 1997.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNBA/ DNDV/CLAU, 1992. 365 p.

BURKART, A. Las leguminosas silvestres y cultivadas. 2. ed., Buenos Aires: Acme, 1952.. 569 p.

BURTON, G.W. Bahiagrass types. **Agronomy Journal**, Madison, v.38, p.273-281, 1964.

COSTA, J.A.A. **Características ecológicas de ecótipos de *Paspalum notatum* Flügge var. *notatum* naturais do Rio Grande do Sul e ajuste de um modelo de estimação do rendimento potencial**. Porto Alegre: UFRGS, 1997. 99 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio grande do Sul, UFRGS, 1997.

FERRI, M.G. **Fisiologia vegetal 1**. 2. ed., São Paulo: EPU, 1985. 362 p.

FRANKE, L.B.; NABINGER, C. Avaliação da germinação de sementes de seis acessos de *Paspalum notatum* Flügge, nativos do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.18, n.1, p.102-107, 1996.

HODGSON, H.J. Effect of heat and acid scarification on germination of seed Bahiagrass, *Paspalum notatum* Flügge. **Agronomy Journal**, Madison, v.41, p.531-533. 1949.

ISTA 4 (1): 1-180, 1976.

LANG, G.A. **Plant Dormancy**. Oxford: CAB International, 1996.

MAEDA, J.A.; PEREIRA, M. de F.D.A. Caracterização, beneficiamento e germinação de sementes de *Paspalum notatum* Flügge. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.19, n.1, p.100-105, 1997.

MAEDA, J.A.; PEREIRA, M. de F.D.A.C.; MEDINA, P.F.

Conservação e superação de sementes de *Paspalum notatum* Flügge. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.19, n.2, p.165-171, 1997.

MARASCHIN, G.E. Novas perspectivas de avaliação de pastagens. In: XXXVI REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. Simpósio sobre novas técnicas de avaliação de forrageiras e pastagens, 36, 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre:SBZ, 1999. p.321-332.

NABINGER, C. Eficiência do uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. In: FUNDAMENTOS DO PASTEJO ROTACIONADO. Simpósio sobre manejo da pastagem, 14, 1997. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba:FEALQ, 1997. p.213-251.

NABINGER, C. [Informação concedida pelo professor do Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia da UFRGS]. Porto Alegre, 28 de maio de 1999.

PESKE, S.T.; BOYD, A.H. Beneficiamento de sementes de capim pensacola (*Paspalum notatum* Flügge). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília. v.2, n.2, p.39-56, 1980.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: Vera Cruz, 1977. 289 p.

SOARES, H. **Efeito de doses de N e intervalos entre cortes sobre a produção de matéria seca e proteína bruta de 2 ecótipos de *Paspalum dilatatum* Poir, um ecótipo de *Paspalum notatum* Flügge e a cultivar pensacola (*P. notatum* Flügge var. *saurae* Parodi)**. Porto Alegre: UFRGS, 1972. 51 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, 1972.

VALLS, J.F.M. Recursos genéticos de espécies de *Paspalum* no Brasil. In: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE MELHORAMENTO GENÉTICO DE PASPALUM, 1987, Nova Odessa. **Anais...** Nova Odessa: IZ, 1987. p.3-13.

VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164 p.

EFICIÊNCIA DE ISCAS COM BASE EM ÁCIDO BÓRICO NO CONTROLE DE *Sarasinula linguaeformis* (SEMPER, 1885) (MOLLUSCA, VERONICELLIDAE)

JOSÉ MARIA MILANEZ[1], LUÍS ANTÔNIO CHIARADIA[2]

RESUMO – O objetivo deste estudo foi avaliar a eficiência de iscas com base em ácido bórico, no controle de *Sarasinula linguaeformis* (Semper, 1885) (Mollusca, Veronicellidae). O experimento foi conduzido em condições de laboratório, no Centro de Pesquisa para Pequenas Propriedades, da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S. A., em Chapecó, Santa Catarina. Foi utilizado delineamento completamente casualizado, com nove tratamentos e cinco repetições. Cada parcela constou de três lesmas contidas em caixas tipo "gerbox". Os tratamentos foram constituídos de iscas com diferentes percentagens de ácido bórico, elaboradas com a mistura de farinha de trigo, farinha de milho e ovos. As iscas, além de atrativas, controlaram as lesmas, principalmente nas concentrações de 2,0; 3,0; 5,0 e 10,0 % de ácido bórico, provocando a mortalidade entre 99,46 a 100 % dos indivíduos, até 72 horas após o fornecimento das iscas.

Palavras-chave: lesma.

EFFICIENCY OF BAITS WITH BORIC ACID TO CONTROL *Sarasinula linguaeformis* (SEMPER, 1885) (MOLLUSCA, VERONICELLIDAE)

ABSTRACT- The objective of this study was to evaluate the efficiency of baits formulated with boric acid to control *Sarasinula linguaeformis* (Semper, 1885) (Mollusca, Veronicellidae). The trial, in randomized complete design with nine treatments and five replications, was carried out in laboratory of Centro de Pesquisa para Pequenas Propriedades, EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina), Chapecó, western Santa Catarina, Brazil. Each plot consisted of three slugs inside boxes (gerbox). The treatments, baits formulated with a mix of boric acid (different percents), wheat and corn flour and eggs, were efficient in the attractiveness and control of the slugs, mainly at the rates of 2,0; 3,0; 5,0 and 10,0 %, with mortality between 99,46 and 100 %, up to 72 hours after the baits supply.

Key words: slugs.

INTRODUÇÃO

Dentre os moluscos que causam danos na agricultura destacam-se os da família Veronicellidae, com 43 espécies constatadas na América do Sul (THOMÉ, 1993). Em alguns países da América Central e do Sul, estes veronicelídeos são considerados pragas agrícolas de importância econômica, pois atacam, principalmente, leguminosas, brássicas e solanáceas (KAMINSKY et al., 1987; KING e SAUNDERS, 1984). No Brasil, as lesmas foram referidas como pragas da cultura do feijão nos estados de Minas Gerais, Sergipe, Bahia e São Paulo (MARICONI, 1976; VIEIRA, 1983). A espécie *Vaginula langsdorfi*, embora de ocorrência esporádica, é considerada uma praga importante no estado de Minas Gerais (VIEIRA, 1983).

Em 1993, no município de Nova Itaberaba, localizado na região oeste do estado de Santa Catarina foi constatado surto de lesmas, causando danos significativos na cultura do feijão, tendo sido identificadas como *Sarasinula linguaeformis* (Semper, 1885) (MORO e HEMP, 1995).

Moluscos pertencentes à família Veronicellidae podem ser vetores intermediários de parasitas, caso do nematódeo *Angiostrongylus costaricencis* Moreira e Cespedes, 1971 (Nematoda,

1. Eng. Agr., Ph.D. - Centro de Pesquisas para Pequenas Propriedades/EPAGRI. Caixa Postal 791, 89.901-970 Chapecó, SC. Fax: (49) 723 0600 E-mail: milanez@epagri.rct-sc.br
2. Eng. Agr., M.Sc. - Centro de Pesquisas para Pequenas Propriedades/EPAGRI; Caixa Postal 791, 89.901-970 Chapecó, SC. Fax: (49) 723 0600 E-mail: chiaradi@epagri.rct-sc.br
Recebido para publicação em 12/08/1999.

Angiostrongylidae), espécie que se aloja no tecido endotelial do intestino delgado das pessoas, causando a doença conhecida por "angiostrongilíase abdominal", que é de difícil diagnóstico e cura, já que não há tratamento específico e o uso de anti-helmínticos convencionais é contra-indicado (GRAEFF-TEIXEIRA et al., 1991).

O nível de dano econômico de *Vaginulus plebeius* Fischer, para a cultura do feijão na Costa Rica, é de 0,25 lesmas/m^2 sendo o nível de controle estabelecido em 0,40 lesmas capturadas por armadilha atrativa, instaladas na área de cultivo antes da semeadura (ANDREWS e MIRA, 1983).

O ataque de lesmas em áreas com plantio direto sobre palhada de milho foi maior, quando comparado, nas mesmas condições, com áreas de plantio direto em capim marmelada, devido à palhada de milho tornar disponível maiores teores de carbohidratos e proteínas, fontes de alimentos considerados essenciais para o desenvolvimento das lesmas (NUNES, 1998).

O controle de lesmas, quando em altas densidades populacionais, é considerado bastante difícil. Algumas práticas culturais são capazes de reduzir a infestação destes moluscos, tais como, eliminação de plantas hospedeiras preferenciais, restos vegetais e evitar o acúmulo de entulhos, para reduzir o abrigo e as fontes de alimento (LATORRE et al.,1985; MILANEZ e CHIARADIA, 1999). O controle químico recomendado é com o uso de iscas à base de metaldeído; entretanto, este método é considerado eficiente e prático apenas para pequenas áreas (LATORRE, 1985; LINK, 1996; GASSEN, 1996).

OROZCO (1994) sugere, para o controle de *V. plebeius*, a aplicação de iscas formuladas com 18 kg de farinha de milho, 750 ml de melaço e 120 gramas do inseticida Lannate (metomil) para tratamento de um hectare, devendo ser distribuídas no final da tarde. SOBRADO et al. (1986), verificaram que iscas contendo misturas de carbaril e metaldeído foram ineficientes no controle de lesmas, concluindo que o carbaril pode ter agido como repelente ou supressor alimentar para os moluscos. O uso de iscas com outros inseticidas convencionais tem sido ineficaz para o controle de lesmas (SOBRADO, 1986; GASSEN, 1996).

O presente trabalho teve por objetivo verificar a atratividade e a eficácia de iscas com base em ácido bórico, em diferentes concentrações, no controle de *S. linguaeformis*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Fitossanidade do Centro de Pesquisa para Pequenas Propriedades, EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S. A.), em Chapecó, Santa Catarina, em novembro de 1998. As iscas caseiras foram formuladas com os ingredientes indicados na Tabela 1. Para confeccionar as iscas, adotou-se o mesmo procedimento usado na elaboração de macarrão, sendo as farinhas de trigo e milho e o ácido bórico colocados em uma vasilha e misturados. Em seguida, foram adicionados ovos à mistura, de modo a formar uma pasta consistente, que foi passada em uma máquina artesanal para confecção de massas caseiras. Após a secagem à sombra, realizada numa sala com temperatura de 25 °C, o "macarrão" foi fragmentado em pelotas de aproximadamente 0,5 cm de comprimento, que constituíram-se nas iscas.

Foi adotado o delineamento experimental completamente casualizado, com nove tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos constituíram-se no fornecimento de 1,5 g de iscas, sendo as caseiras formuladas com ácido bórico, nas concentrações de 1, 2, 3, 5, 10, 20 e 30%; e Nitrosin (metaldeído 2%), como tratamento padrão e testemunha. Cada parcela constou de três lesmas com, aproximadamente, 8 cm de comprimento, coletadas em Linha Cambucica, Nova Itaberaba, SC, mantidas em caixas tipo "gerbox", de 12 x 12 x 3,5 cm (Figura 1), onde foram oferecidas as iscas. As avaliações foram realizadas 24, 48 e 72 horas após, pela percentagem de mortalidade, constatada pela imobilidade dos indivíduos ao pressionar com a ponta de uma pinça no sulco pedioso. Os dados obtidos foram transformados em arco seno de raiz de x/100, submetidos ao Teste F e as médias comparadas pelo Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade. A eficiência de controle foi calculada pela Fórmula de Abbott (1925).

TABELA 1 - Ingredientes utilizados para a formulação de 100 gramas das iscas moluscicidas

ISCAS	INGREDIENTES		
(concentrações)	Ácido bórico/g	Farinha de trigo/g	Farinha de milho/g
0% (testemunha)	0,00	70,00	30,00
1%	1,00	69,30	29,70
2%	2,00	68,60	29,40
3%	3,00	67,90	29,10
5%	5,00	66,50	28,50
10%	10,00	63,00	27,00
20%	20,00	56,00	24,00
30%	30,00	49,00	21,00

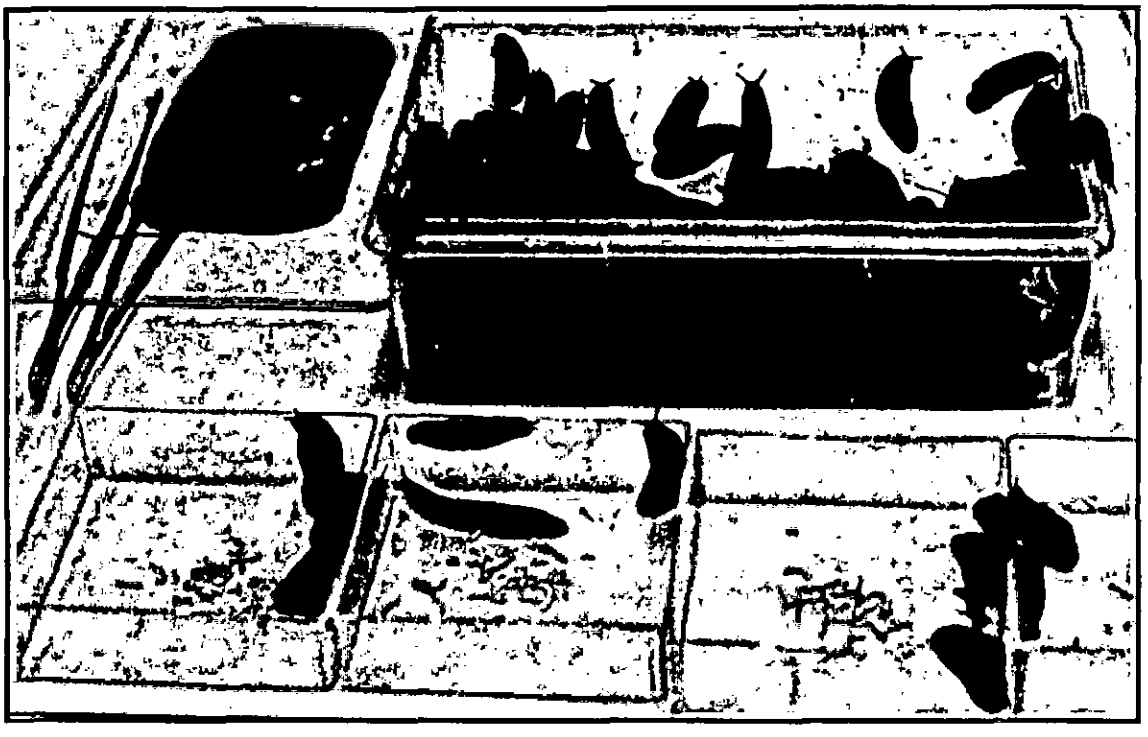


FIGURA 1- Caixas tipo gerbox contendo as iscas e lesmas na instalação do experimento

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As iscas mostraram-se bastante atrativas para as lesmas, talvez pelo fato de serem ricas em carbohidratos e proteínas, importantes fontes de sua dieta alimentar, conforme informação de NUNES (1998). Pelos resultados obtidos (Tabela 2 e Figura 2), verifica-se que, na avaliação realizada 24 horas após o fornecimento das iscas, os tratamentos com ácido bórico a 3, 5 e 10% tiveram uma eficiência próxima ao tratamento com base em metaldeído. Os tratamentos com ácido bórico, nas concentrações de 20 e 30%, ocuparam uma posição intermediária, não sendo observada nenhuma eficiência nos tratamentos com ácido bórico a 1 e 2%. Salienta-se que o consumo de alimentos pelas lesmas foi insignificante, quando foram fornecidas iscas nas concentrações de 20 e 30%, talvez devido à rejeição ao alimento ou repelência causada pelo ácido bórico nas maiores concentrações. SOBRADO et al. (1986) também constataram uma rejeição das lesmas, pelas iscas com base em metaldeído associadas ao inseticida carbaril.

TABELA 2 - Número de indivíduos mortos e eficiência dos tratamentos aplicados no controle de *Sarasinula linguaeformis*. CPPP/EPAGRI, novembro de 1998

TRATAMENTOS	AVALIAÇÃO					
	24 horas	% de eficiência	48 horas	% de eficiência	72 horas	% de eficiência
ác. bórico 3%	53,36 ab	53,20	100,00 a	100,00	100,00 a	100,00
ác. bórico 5%	58,82 ab	58,67	98,48 ab	98,45	100,00 a	100,00
ác. bórico 2%	00,00 c	00,00	70,57 bcd	70,16	100,00 a	100,00
ác. bórico 10%	50,00 ab	49,83	90,76 abc	90,63	99,47 a	99,46
Nitrosin	62,83 a	63,05	83,95 abcd	83,72	98,78 a	97,77
ác. bórico 20%	16,54 bc	16,25	55,22 cd	54,60	75,00 b	73,82
ác. bórico 30%	09,54 c	09,23	44,77 d	44,00	50,00 bc	48,81
ác. bórico 1%	00,00 c	00,00	01,50 e	00,14	22,32 cd	21,24
testemunha	00,34 c	xxx	01,36 e	xxx	01,36 d	xxx
Teste F	0,00008 **		0,00001 **		0,00001 **	
Coeficiente de variação	70,69%		39,73%		27,33%	

Médias seguidas pelas mesmas letras, na coluna, não diferem pelo Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade; ** altamente significativo

Os tratamentos com 3, 5 e 10% de ácido bórico apresentaram eficiência de controle superior a 90% na avaliação realizada 48 horas após, não diferindo estatisticamente do padrão Nitrosin, que alcançou 83,95%, embora a isca com 3% de ácido bórico tenha se destacado, provocando a mortalidade de 100% dos indivíduos. Após 72 horas, a mortalidade de lesmas com iscas com base em ácido bórico, nas concentrações de 2, 3, 5 e 10%, alcançaram índices de eficiência de controle acima de 99%, portanto, destacando-se em relação ao tratamento padrão, que alcançou 97,77%, apesar de os resultados não diferirem estatisticamente. É importante ressaltar que, iscas formuladas com o ingrediente ativo metaldeído, são os únicos produtos atualmente recomendados e disponíveis no mercado para o controle de moluscos (MARICONI, 1976; LATORRE 1985; LINK, 1996; GASSEN, 1996).

Os coeficientes de variação apurados foram elevados, principalmente, na primeira avaliação, quando atingiram 70,69%, com redução dos índices para 39,73% e 27,33%, na segunda e terceira avaliações, respectivamente. Estes resultados mostram que as iscas, com base em ácido bórico apresentam ação tóxica residual prolongada sobre os moluscos. Por outro lado, logo após a ingestão das iscas com ácido bórico, foi observado que as lesmas liberavam grande quantidade de muco e contorciam-se freqüentemente, caracterizando ação tóxica imediata do ingrediente ativo. Os indivíduos mortos tornavam-se estufados e apresentavam odor desagradável.

Pelo fato de os ingredientes utilizados na formulação das iscas moluscicidas serem facilmente deteriorados pela ação da umidade, locais e épocas preferenciais do ataque destas pragas, é importante conduzir estudos para encontrar formas de proteção para manter sua atratividade e eficiência de controle por períodos mais prolongados.

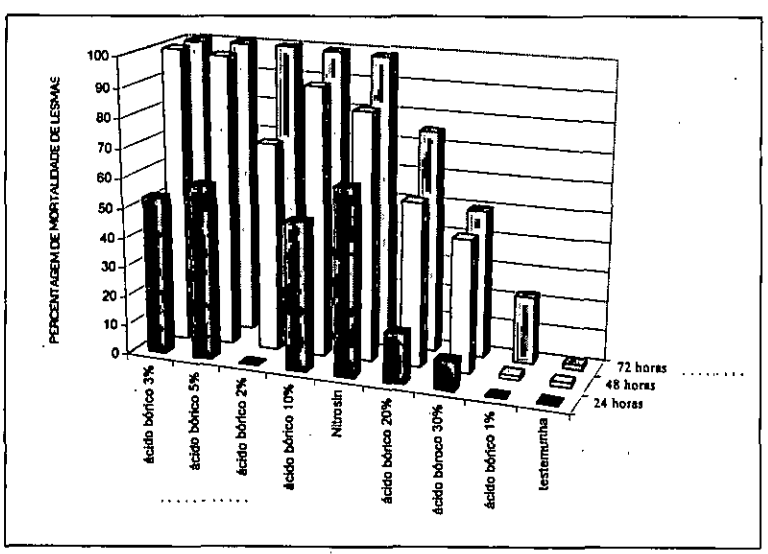


FIGURA 2 - Mortalidade de *Sarasinula linguaeformis* 24, 48 e 72 horas após o fornecimento das iscas tóxicas. CPPP/EPAGRI, novembro de 1998

CONCLUSÃO

Iscas caseiras com base em ácido bórico, nas concentrações de 2, 3, 5 e 10% são atrativas e eficientes no controle de *S. linguaeformis*, em condições de laboratório, sendo uma alternativa viável para o controle da praga.

BIBLIOGRAFIA CITADA

ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of insecticide, **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.18, n.2, p.265-267, 1925.

ANDREWS, K.; MIRA, A. H. de. Relación entre densidad poblacional de la babosa *Vaginulus plebeius* y el daño em frijol comun *Phaseolus vulgaris*, **Turrialba**, San José, v.33, n.2, p.165-168, 1983.

GASSEN, D. N. **Manejo de pragas associadas à cultura do milho**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1996. 127p.

GRAEFF-TEIXEIRA, C.; CAMILO-COURA; L. LENZI, H. L. Angiostrongilíase abdominal – nova parasitose no Sul do Brasil, **Amrigs**, Porto Alegre, v.35, n.2, p.91-98, 1991.

KAMINSKY, R. G. de; ANDREWS, K.; MORÁN, R. *Angiostrongylus costaricensis* en babosas en Honduras. **Revista Médica de Honduras**, Tegucigalpa, v.55, p.4-8, 1987.

KING, A. B. S.; SAUNDERS, J. L. **The invertebrate pests of annual food crops in Central America**. London: TDRI, 1984. 166p.

LATORRE, B. A.; APABLAZA, J.; VAUGHAN, M. A. **Guia para el control de plagas de las leguminosas alimenticeas**. Santiago: FAO. 1985. 52 p.

LINK, D. Algumas medidas de controle a lesmas e caracóis. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.9, n.1, p.17, 1996.

MARICONI, F. M. **Inseticidas e seu emprego no combate às pragas**. Tomo I, 3 ed. São Paulo: Nobel. 1976. 305p.

MILANEZ, J. M., CHIARADIA, L. A. Lesma: praga emergente no Oeste Catarinense. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.12, n.1, p.15-16, 1999.

MORO, L., HEMP, S. Ocorrência de lesmas na Região Oeste Catarinense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MALACOLOGIA, 14, 1995, Porto Alegre, RS. **Resumos**... Porto Alegre: SBMa, 1995. p.106.

NUNES, W. **Mais lesmas no cerrado**. Direto do cerrado. Brasília:APCD, v.3, n.8, p.13, 1998.

OROZCO, J. R. **Manejo integrado de la ligosa *Vaginulus plebeius***. Tegucigalpa: GTZ. 1994. 2p. (Folha divulgativa, 121)

SOBRADO, C. E.; ANDREWS, K. L.; LASTRES, L.; RUEDA, A.; HERRERA, J. J. **Efecto de los ingredientes activos en cebos para el control de la babosa del frijol *Sarasinula plebeia* (Fischer)**. San Salvador: MIP. 1986. 3 p.

THOMÉ, J. W. Estado atual da sistemática dos Veronicellidae (Mollusca; Gastropoda), com comentários sobre a importância econômica, ambiental e na saúde. **Biociências**, Porto Alegre, v.1, n.1, p.61-75, 1993.

VIEIRA, C. **Doenças e pragas do feijoeiro.** Viçosa: UFV, 1983. 285 p.

AMOSTRAGEM DE *Dichopelmus notus* KEIFER (ACARI, ERIOPHYIDAE) NA CULTURA DA ERVA-MATE

JOÃO VIEIRA NETO[1], LUIS ANTÔNIO CHIARADIA[2]

RESUMO - O ácaro *Dichopelmus notus* (Acari, Eriophyidae) provoca o bronzeamento e queda de folhas na erva-mate. Experimento fatorial, em blocos casualizados, foi conduzido em Chapecó, Santa Catarina, com os tratamentos: altura dos terços (superior, médio e inferior) e localização na copa (externa e interna), e dez repetições (blocos), com o objetivo de propor a amostragem da praga baseado na distribuição do ácaro nos ervais. Em parcelas constituídas de uma árvore, foram coletadas três folhas por amostra, por tratamento no período de fevereiro a maio de 1999. Em laboratório, com microscópio estereoscópico, foram contados os ácaros observados em áreas de 1cm² da face inferior das folhas, previamente delimitadas. Através do modelo, foi obtido um estimador da variância da média geral e a variância associada aos efeitos aleatórios. O número de plantas (K) e as folhas por planta (L) foram estabelecidos combinando KxL, tornando mínima a variância da média. Resultados indicam a necessidade de examinar três folhas internas, do terço médio ou inferior das copas, de 110 árvores.

Palavras-chave: componente de variância, *Ilex paraguariensis* St. Hill.

SAMPLING OF *Dichopelmus notus* KEIFER (ACARI: ERIOPHYIDAE) IN MATE ORCHARDS

ABSTRACT - The mite *Dichopelmus notus* (Acari, Eriophyidae) causes tan and fall of leaves in mate tree. The treatments: canopy thirds (upper, medium and lower) and depth inside canopy (internal and external) were arranged in randomized blocks with a factorial design, with ten replications (trees), and were performed in an orchard in Chapecó, Santa Catarina to propose a sampling plan for *Dichopelmus*. Each plot consisted of one tree. Samples of three leaves per treatment were collected every two weeks from February through May 1999, per treatment. The number of mites/1 cm² of each leaf was counted at laboratory. Through the model, an estimator of the overall mean variance and the variances associated with random effects was obtained. The number of trees (K) and the number of leaves (L) were obtained by the combination of KxL, turning the variance of the mean at a minimum level. Results indicate that it is necessary to examine three internal leaves from inferior or medium thirds on a minimum of 110 trees.

Key-words: variance, Brazil tea, *Ilex paraguariensis* St. Hill.

INTRODUÇÃO

A erva-mate, *Ilex paraguariensis* St. Hill., espécie inicialmente explorada em ervais nativos, passou, recentemente, a ser cultivada em monocultura, sistema de produção que favorece o ataque de pragas. Assim, o ácaro-do-bronzeado, *Dichopelmus notus* Keifer (Acari, Eriophyidae), praga específica desta cultura, que antes encontrava-se em baixos níveis populacionais, atualmente tem provocado o bronzeamento e a queda prematura de folhas, com elevados prejuízos aos produtores dos estados do Rio Grande do sul, Santa Catarina e Paraná (SANTANA et al.,1997).

CHIARADIA e MILANEZ (1998), cultivando folhas de erveiras com o sintoma de "bronzeamento", em meio de cultura BDA (batata-dextrose-ágar) isolaram fungos dos gêneros *Gleosporium*, *Cladosporium* e *Penicillium*, sugerindo que o ataque da praga facilita a infecção por microrganismos, com conseqüente aparecimento de "bronzeamento" nas folhas. Estes mesmos autores, estudando a localização do ácaro-do-bronzeado, em folhas de erva-mate, concluíram que, as maiores infestações do acarino são encontradas em áreas próximas da nervura central, da face superior de folhas maduras. DE COLL e CACERES (1995) estudaram a flutuação populacional deste mesmo ácaro, realizando amostragens em áreas delimitadas de um centímetro quadrado, de cinco folhas maduras e dois brotos terminais, em 40 a 60 plantas por lote de erveiras, observando dois picos de maior infestação, sendo um no inverno e outro no verão.

1. M.Sc.- UNOESC-DECEX/Chapecó. Caixa Postal 747, Chapecó, SC. Email - jvn@unoesc.rct-sc.br
2. M.Sc.- CPPP/Epagri/Chapecó. Caixa Postal 791, Chapecó, SC. Email - chiaradi@epagri.rct-sc.br
Recebido para publicação em 23/08/99.

Na estatística é possível usar estimativas amostrais para avaliar populações de ácaros e insetos. Um dos problemas, que surge para os pesquisadores, é definir o tamanho das parcelas experimentais para a realização de seus estudos. Outras preocupações estão em determinar o número ideal de parcelas para garantir a representatividade e validade dos resultados experimentais e identificar o melhor procedimento para retirar as amostras nas parcelas, combinando os fatores: altura de terços e localização na copa das plantas. Existem vários procedimentos para determinar estas variáveis que dependem, basicamente, das características particulares do problema abordado (SIMPLÍCIO et al., 1996).

O método da máxima curvatura, desenvolvido por REYNOLDS et al. (1934), tem como princípio básico, estimar a variância entre indivíduos dentro de uma mesma parcela e a variância entre parcelas, a partir de um modelo matemático associado a um delineamento experimental. Com estas informações, o pesquisador tem condições de saber se o número de plantas por parcela e o número de parcelas utilizado foi suficiente para obter uma boa representatividade na avaliação da população em estudo. Esta metodologia e versões semelhantes têm sido utilizadas para determinar planos de amostragem para diversas culturas. No caso específico de experimentos com parcelas formadas por plantas de porte arbustivo, tais como: citros, cafeeiro e erveira, PIMENTEL-GOMES (1984) recomenda o uso de uma árvore como unidade experimental.

SCHULTZ e SCHNEIDER (1955) estabeleceram o número de repetições (número de plantas) por tratamento, número de frutos por planta e o número de determinações por fruto em pessegueiros e macieiras, através dos componentes de variância, extraídos de diversos experimentos com modelos hierarquizados. Utilizando metodologia semelhante, BEARZOTI e AQUINO (1992) elaboraram planos de amostragem para avaliar indicadores de qualidade de tangerina 'Cravo', utilizando os componentes de variância estimados a partir de um delineamento experimental de blocos casualizados.

Em decorrência da importância da erva-mate, é necessário buscar alternativas e tecnologias que maximizem a rentabilidade da cultura. Neste sentido, este trabalho teve como objetivo propor uma metodologia de amostragem *D. Notus* na cultura da erva-mate, destinada a esclarecer aspectos de sua bioecologia, para estabelecer os seus níveis de dano econômico e ação.

METODOLOGIA

O experimento foi instalado em cultivo de *I. paraguariensis* com 5 ha, de propriedade da Empresa Ouro Verde, localizado no distrito de Marechal Bormann, Município de Chapecó, Santa Catarina. O erval, implantado há oito anos, com espaçamento de 2,5 x 4,0 m, apresentava árvores com altura média de dois metros. Cada parcela experimental foi constituída de uma planta, de onde foram coletadas as amostras, no período de fevereiro a maio de 1999, totalizando sete amostragens. Em cada data coletaram-se 18 folhas maduras de dez plantas escolhidas ao acaso no erval, sendo seis no terço superior, seis no terço médio e seis no terço inferior, três em cada localização da copa, externa e interna, totalizando 180 folhas.

Na face inferior de cada folha foi, previamente, demarcada uma área de 1 cm², com auxílio de um vazador, onde foi contado o número de ácaros. Estas leituras foram processadas no Laboratório de Fitossanidade do Centro de Pesquisas para Pequenas Propriedades, da Epagri de Chapecó, SC, com auxílio de microscópio estereoscópico com aumento de 40x.

Os fatores determinantes do comportamento da população do ácaro-do-bronzeado nos ervais foram: altura de terços (superior, médio e inferior) e localização na copa (interna e externa). Estes fatores foram analisados em experimento fatorial com blocos ao acaso e com "*L*" amostras por parcela, adotando o seguinte modelo matemático:

$$y_{ijkl} = m + t_i + p_j + tp_{ij} + b_k + e_{ijk} + \varepsilon_{(ijk)l} \quad ,$$

onde; (1)

Y_{ijkl} = número de ácaros observados;

m = constante associada a todas as observações;

t_i = efeito de altura de terços, com i = 1, 2, 3;

p_j = efeito de profundidade da copa, com j = 1,2;

tp_{ij} = efeito da interação entre altura de terços e profundidade da copa;

b_k = efeito de blocos (plantas), com k = 1,2,3,...,10;

e_{ijk} = erro experimental; e

$\varepsilon_{(ijkl)}$l = variância entre folhas dentro tpb_{ijk}, com l = 1,2,3.

O esquema da análise de variância, de acordo com o modelo (1), especificando os graus de liberdade e os componentes da variância, está apresentado na Tabela 1. Para efetuar a análise de variância, considerou-se o número médio de ácaros por folha, que foram obtidos nas sete datas de amostragem. Os fatores altura de terços e localização na copa foram considerados fixos, enquanto que os efeitos de bloco (planta) e folha foram tomados como aleatórios, para obtenção das esperanças matemáticas dos quadrados médios da análise de variância.

Aplicando a definição de variância de uma variável aleatória no modelo (1), obtemos a variância da média geral ($V(\bar{y})$) e sua estimativa, resultando em:

$$\hat{V}(\hat{m}) = \frac{1}{IJKL}(IJL\hat{\sigma}_k^2 + L\hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_\varepsilon^2) \quad (2), \quad \text{em}$$

que, σ_ε^2, σ_e^2 e σ_k^2 são os componentes de variância associados aos efeitos aleatórios do modelo, estimados pelo método dos momentos, sendo:

$$\hat{\sigma}_\varepsilon^2 = V6 \quad (3);$$

$$\hat{\sigma}_e^2 = \frac{V5 - V6}{L} \quad (4);$$

$$\hat{\sigma}_k^2 = \frac{V4 - V5}{IJL} \quad (5).$$

A determinação do número de plantas (K) e do número de folhas por planta (L) foi determinada pela observação das combinações de K x L, quando a variância da média geral se tornou mínima, tendo como indicativo o Coeficiente de Variação.

TABELA 1 - Análise da variância com as E[QM] (Esperança dos Quadrados Médios) para o número médio de *Dichopelmus notus* por folha. Chapecó, SC

Causas de variação	Graus de liberdade	QM	E[QM]
Terço (T)	I-1 = 2	V1	$\sigma_\varepsilon^2 + L\sigma_e^2 + JKL\phi_T$
Localização (P)	J-1 = 1	V2	$\sigma_\varepsilon^2 + L\sigma_e^2 + IKL\phi_P$
T x P	(I-1)(J-1) = 2	V3	$\sigma_\varepsilon^2 + L\sigma_e^2 + KL\phi_{TP}$
Bloco (planta) (B)	K-1 = 9	V4	$\sigma_\varepsilon^2 + L\sigma_e^2 + IJL\sigma_B^2$
TxPxB[1]	(IJ-1)(k-1) = 45	V5	$\sigma_\varepsilon^2 + L\sigma_e^2$
Folha:(F:TxPxB)	(L-1)IJK = 120	V6	σ_ε^2
Total	IJKL-1 = 179		

[1]Erro experimental

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da variância, com os fatores avaliados, é apresentada na Tabela 2. Nesta avaliação não houve interação significativa entre terços e localização na planta (P<0,25), indicando que o número de ácaros encontrados em cada localização, independe do terço que está sendo analisado e vice-versa. Por outro lado, a análise apontou diferença significativa entre terços (P<0,06) e entre localização (P<0,026) na planta (Tabela 3), com tendência de maior concentração de ácaros nos terços médio e inferior. Quanto ao efeito de localização, a análise indicou maior presença do ácaro na parte interna da copa das plantas.

Este resultado, porém, deve ser tomado com cautela, pois contrasta com aqueles relatados por SANTANA et al. (1997) e DE COLL e CACERES (1995), que citam o acarino também presente nas brotações novas. Por outro lado, os resultados que mostram a preferência do ácaro pelas folhas maduras são similares aos obtidos por CHIARADIA e MILANEZ (1998).

TABELA 2 - Análise da variância para o número médio de *Dichopelmus notus* por folha de erva-mate. Chapecó, SC

Causas de variação	Graus de liberdade	QM
Terço (T)	2	38,27
Localização (P)	1	67,55
T x P	2	18,22
Bloco (planta) (B)	9	20,18
TxPxB[1]	45	12,81
Folha:(F:TxPxB)	120	3,23
Total	179	

[1]Erro experimental

TABELA 3 - Média de *Dichopelmus notus* por folha de erva-mate nas diferentes posições da planta. Chapecó, SC

Terços	Médias	Profundidade	Médias
Superior	0,300 a	Externa	0,476 a
Médio	1,068 b	Interna	1,701 b
Inferior	1,897 b		

Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, são estatisticamente iguais pelo teste de Scott e Knott a 5%.

As estimativas pontuais e intervalares dos componentes de variância estão apresentados na Tabela 4. O componente de variância referente à planta foi o menor índice obtido (0,409), embora tenha apresentado a maior amplitude no intervalo de confiança (0,137 a 7,942). O fato de as plantas de erva-mate serem dióicas e as mudas serem, geralmente, oriundas de sementes implica numa grande variabilidade entre plantas (DA CROCI e FLOSS, 1999). A distribuição agregada comum em populações de insetos e ácaros também pode contribuir para variar a infestação de ácaros entre plantas (BEGON et al., 1987).

Esta constatação pode ser verificada na Tabela 5, cujos valores expressam os coeficientes de variação (CV), considerando diferentes combinações do número de plantas por amostragem e o número de folhas por planta. Assim, para manter um CV de 10% pode-se trabalhar com sete folhas por planta, tomadas em 100 plantas, que totalizam 700 folhas ou com três folhas por planta, coletadas em 110 plantas, que resultariam em 330 folhas. Este resultado evidencia melhor representatividade da amostra pelo aumento do número de repetições (plantas) do que no aumento do número de folhas por amostra, a fim de se obter uma melhor precisão nos resultados experimentais, o que vem de encontro às recomendações de CAMPOS (1984).

Estes resultados indicam o número racional de árvores e folhas a serem avaliadas, para que a estimativa da infestação de *D. notus* seja representativa, sendo necessário continuar os estudos para definir a área ou o número ideal de árvores de cada talhão, a serem utilizadas nas estimativas de infestação desta praga.

TABELA 4 - Estimativa dos componentes da variância de folhas, plantas e do erro experimental

Fatores	Folhas ($\hat{\sigma}_\varepsilon^2$)	Plantas ($\hat{\sigma}_k^2$)	Erro experimental ($\hat{\sigma}_e^2$)
Variância	3,231	0,409	3,195
Intervalo de confiança	[3,118 ; 4,975]	[0,137 ; 7,942]	[2,121 ; 5,467]

Intervalo de confiança para σ_ε^2, σ_k^2 e σ_e^2 baseado na distribuição de χ^2, $(\alpha = 0{,}10)$

TABELA 5 - Determinação do número de plantas (*K*) e do número de folhas por planta (*L*) que devem ser amostrados em ervais para estimar a infestação média de ácaro-do-bronzeado da erva-mate, através da combinação de *K* e *L* que minimiza a variância da média geral através do uso do Coeficiente de Variação 1/

Plantas (*K*)	Folhas (*L*)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
40	19,0	17,2	16,6	16,2	16,0	15,9	15,8	15,7
50	17,0	15,4	14,8	14,5	14,3	14,2	14,1	14,1
60	15,6	14,1	13,5	13,3	13,1	13,0	12,9	12,8
70	14,4	13,0	12,5	12,3	12,1	12,0	11,9	11,9
80	13,5	12,2	11,7	11,5	11,3	11,2	11,2	11,1
90	12,7	11,5	11,0	10,8	10,7	10,6	10,5	10,5
100	12,0	10,9	10,5	10,3	10,1	10,1	10,0	9,9
110	11,5	10,4	10,0	9,8	9,7	9,6	9,5	9,5

1/ Coeficiente de variação: $CV = (\sqrt{\hat{V}(\hat{m})} / \hat{m}).100$

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, e nas condições em que o experimento foi conduzido, pode-se concluir que:

1. Os terços médio e inferior e a parte interna da planta correspondem às regiões preferidas pelo ácaro *D. notus*;
2. Para o levantamento da infestação do ácaro-do-bronzeado, em ervais de até 5 ha, devem ser amostradas três folhas por planta, de, aproximadamente, 110 plantas, para se obter uma variação máxima da estimativa de 10% no número médio de ácaros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEARZOTI, E.; AQUINO, L.H de. Composição de planos de amostragem em tangerina 'Cravo' (*Citrus reticulata* Blanco). **Ciência e Prática**, Lavras, v.16. n.2, p.174-180, 1992.

BEGON, M.; HARPER, J. L.; TOWNSEND, C. R. **Ecologia**: indivíduos, poblaciones y comunidades. Barcelona: Omega, 1987. 886p.

CAMPOS, H. **Estatística aplicada à experimentação com cana-de-açúcar**. Piracicaba: FEALQ, 1984. 292p.

CHIARADIA, L. A.; MILANEZ, J. M. Localização do ácaro-do-bronzeado *Dichopelmus notus* Keifer (Acari., Eriophyidae) e danos causados na planta de erva-mate. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 17., 1998, Rio de Janeiro. **Resumos...** Rio de Janeiro: SBE, 1998. p.1037.

DA CROCE, D. M.; FLOSS, P. **A. Cultura da erva-mate no estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 1999. 81p. (Boletim técnico, 100)

DE COLL, O. de R.; CACERES, M. S. Determinación de la flutuación poblacional del ácaro del bronzeado de la yerba mate *Dichopelmus notus* Keifer (Acari: Eriophyidae) y sus enemigos naturales. In: WINGE, H.; FERREIRA, A. G.; MARIATH, J.F. de A. et al. **Erva-mate**: biologia e cultura no cone Sul. Porto Alegre: UFRGS, 1995. p.121-128.

PIMENTEL-GOMES, F. O problema do tamanho das parcelas em experimentos com plantas arbóreas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.19, n.12, p.1507-1512, 1984.

REYNOLDS, E.B.; KILOUCGH, D.T.; VALENTINE, J.T. Size shape and replications of plots for field experiments with cotton. **Agronomy Journal**, Madison, v.26, n.9, p.725-734, 1934.

SANTANA, D. L. de.; FLECHTMANN, C. H. W.; MILANEZ, J. M.; MEDRADO, M. J. S.; MOSELE, S. H.; CHIARADIA, L. A. Ácaros em erva-mate. In.: CONGRESSO SUL-AMERICANO DE ERVA-MATE, 1., 1997, Curitiba. **Anais...** Colombo: EMBRAPA-CNPF, 1997. p. 464. (Documento, 33)

SCHULTZ, E. F., Jr.; SCHNEIDER, G. W. Sample size necessary to estimate size and quality growth of trees, and percent fruit set of apple and peaches. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, College Park, v.66, p.36-44, 1955.

SIMPLÍCIO, E.; MUNIZ, A. J.; AQUINO, L.H. de; SOARES, A. R. Determinação do tamanho de parcelas experimentais em povoamento de *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden I-parcelas retangulares. **Cerne**, Lavras, v.2, n.1, p.53-65, 1996.

ARTIGO DE REVISÃO

MÉTODOS PARA DETERMINAÇÃO DE BIOMASSA MICROBIANA DO SOLO: FUNDAMENTOS, APLICABILIDADE E PERSPECTIVAS FUTURAS

MILTON ANTONIO SEGANFREDO[1]

RESUMO - A biomassa microbiana (BM) do solo é um componente fundamental para o entendimento da ciclagem da matéria orgânica, nutrientes e fluxo de energia no solo. Os métodos mais utilizados para a sua determinação são o da microscopia direta (biovolume), os químicos (ATP=trifosfato de adenosina e fumigação-extração=FE) e os fisiológicos (fumigação-incubação=FI e respiração induzida por substrato=RI). O do biovolume é considerado subjetivo e trabalhoso, enquanto que os químicos e fisiológicos possuem melhor precisão e maior abrangência quanto à diversidade de solos. Para solos alagados, os métodos testados têm sido os mesmos que para os solos bem drenados, sendo que o do ATP mostrou-se inadequado, o FE e variantes do FI e RI, aplicáveis. A terminologia predominante na literatura não se refere à biomassa microbiana total, mas a alguns dos seus componentes, como carbono, nitrogênio ou nitrogênio microbiano reativo à ninhidrina. As perspectivas indicam um uso mais intensivo, a curto prazo, dos métodos do ATP, IR, FI e FE, seguindo-se a popularização dos métodos para a determinação da biomassa de grupos específicos e em etapas subseqüentes, dos métodos de biologia molecular para a individualização dos componentes da biomassa microbiana.
Palavras-chave: Carbono, nitrogênio, ninhidrina, respiração microbiana, ATP microbiano.

METHODS FOR SOIL MICROBIAL BIOMASS ASSESSMENT: THEIR PRINCIPLES, APPLICABILITY AND FUTURE TRENDS

ABSTRACT - The soil microbial biomass is of paramount importance for the understanding of the organic matter turnover, nutrient cycling and energy flux in the soil. The most widespread and correlated methods are direct microscopy for fluorescent stained microrganisms (Biovolume), the chemical methods (ATP=adenosine triphosphate and fumigation-extraction=FE), and the physiological methods (fumigation-incubation=FI and substrate induced respiration=SIR). The biovolume method is rather subjetive and time consuming, while the chemical and physiological methods are of better reproducibility and applied to a wider range of soils. For lowland soils, the methods tested are basically the same as for upland soils. The data available show that the FE and modified versions of FI and SIR have a satisfactory performance, but the original ATP method seems to be unsuitable. The expression usually found in the literature does not refer to the total microbial biomass, but rather to specific components of the biomass like C, N and ninhydrin reactive nitrogen. For the forthcoming years, significant increase in research is expected involving ATP, SIR, FI and FE methods in organic matter turnover and energy cycling. The flourishing methods for biomass assessment of particular groups of microorganisms as well as the molecular techniques for the identification of individual components of the biomass are also expected to become more popular.

Key words: Carbon, nitrogen, ninhydrin, microbial respiration, microbial ATP.

INTRODUÇÃO

A biomassa microbiana (BM) é um dos componentes essenciais para o entendimento da ciclagem de nutrientes, da matéria orgânica e do fluxo de energia no solo. Conceitualmente, a BM é definida como a parte viva da matéria orgânica do solo, excetuando-se os fragmentos de raízes e animais maiores do que 5000 μm^3, sendo o agente das transformações bioquímicas no solo (JENKINSON e LADD, 1981; WARDLE, 1994). No ciclo natural da vida do solo, a biomassa dos organismos mortos constitui-se em fonte de nutrientes prontamente disponíveis para as plantas, pois os mesmos estarão em formas mais facilmente recicláveis do que aqueles contidos na matéria

1. Eng. Agr., M.Sc. - Pesquisador, Ciência do Solo, CNPSA/EMBRAPA, Caixa Postal 21, 89700-000 Concórdia, SC. E-mail: milton@cnpsa.embrapa.br.
Recebido para publicação em 15/09/1997.

orgânica estabilizada (JENKINSON, 1988).

Na pesquisa de métodos para a determinação da BM, um dos maiores avanços ocorreu com o desenvolvimento do método da fumigação-incubação (FI) por JENKINSON e POWLSON (1976). Este método foi posteriormente aperfeiçoado por outros pesquisadores, como VORONEY e PAUL (1984); PARKINSON e PAUL (1982); VANCE et al. (1987a); JOERGENSEN e BROOKES (1990); WU et al. (1990). Além do FI, outros métodos estão disponíveis e são considerados úteis para a avaliação das condições biológicas do solo, especialmente para aqueles bem drenados, para os quais foram desenvolvidos. Para solos alagados ou sujeitos a ciclos de alagamento e secagem, entretanto, a bibliografia disponível ainda é escassa.

Neste trabalho serão abordados os princípios, limitações e a aplicabilidade de alguns métodos para determinação da BM para solos bem drenados e solos sujeitos ao alagamento, por períodos curtos ou prolongados, e as perspectivas futuras de sua utilização.

OS PRINCIPAIS MÉTODOS CORRELACIONADOS ENTRE SI

Em função, principalmente, de limitações metodológicas, significado ecológico e dificuldade de interpretação dos resultados, diversos métodos precursores, como a clássica contagem em placas de Petri, não serão abordados neste trabalho. Este será concentrado em métodos mais precisos correlacionados entre si, como os químicos, os fisiológicos e o de microscopia direta (HORWATH e PAUL, 1994).

Método da microscopia direta (Biovolume)

Este método é baseado na concepção de que a observação, ao microscópio, de microrganismos preparados com corantes específicos é a maneira mais direta de medir seu número e tamanho e, posteriormente, converter o biovolume para BM. Os dados sobre a aplicabilidade deste método para solos alagados são escassos, mas, numa versão modificada, já se mostrou igualmente funcional (INUBUSHI et al., 1984). Para solos bem drenados, este método é freqüentemente utilizado como padrão, sendo a expectativa geral de que todos os demais métodos apresentem boa correlação com o mesmo (SCHMIDT e PAUL, 1982). O método é, entretanto, de alto custo, muito trabalhoso e possui diversas dificuldades técnicas de execução, as quais limitam sua aplicabilidade e, freqüentemente, geram incertezas quanto aos resultados obtidos (JENKINSON, 1988; MARTENS, 1995).

Métodos fisiológicos

Respiração induzida por substrato (RI) - Este método segue o princípio de que os solos apresentam taxa de respiração diferenciada e própria de suas características, quando um substrato, prontamente disponível e em concentração adequada, é adicionado aos mesmos. Esta taxa, medida através do CO_2 liberado antes do aumento da população microbiana, pode ser tomada como um índice da biomassa de carbono, desde que o mesmo seja calibrado com um método padrão para a determinação da BM (ANDERSON e DOMSCH, 1978).

Usando a glicose como substrato e calibrando este método com o da fumigação-incubação a 22° C, ANDERSON e DOMSCH (1978), obtiveram a seguinte equação: $Y= 40X + 0,37$, onde Y= mg de biomassa de carbono (biomassa de C)/100 g solo, e X= taxa de respiração ml/100 g solo a 22° C. Para se calcular a biomassa microbiana, deve-se dividir o valor de biomassa de C pelo fator 0,475, o qual representa a proporção de carbono em relação ao peso da biomassa microbiana desidratada. Geralmente, no entanto, os valores são expressos em biomassa de C, ou seja, um dos componentes da biomassa microbiana total e não esta, propriamente dita. O cálculo da biomassa de N pode ser feito dividindo-se o valor da biomassa de C pelo fator 6,7, que é obtido da relação C/N média dos microrganismos do solo. O método RI foi desenvolvido para solos agrícolas bem drenados e, na sua versão original, não foi proposto para solos alagados (ANDERSON, 1990). No entanto, existem diversos relatos de sua utilização bem sucedida em versões modificadas, para solos sujeitos ao alagamento e incubações anaeróbias. WEST e SPARLING (1986) solucionaram o problema, representado pelo excesso de umidade de amostras de solos da Nova Zelândia, sujeitos a ciclos de umedecimento e secagem, mediante o emprego de incubações anaeróbias de suspensões líquidas de glicose. Utilizando solos da Escócia, RITZ e WHEATLEY (1989) também demonstraram que o fator umidade antecedente não interfere nas

determinações de BM, quando se procede a incubação em condições anaeróbias com as amostras mantidas em agitação contínua. OCIO e BROOKES (1990) usaram um procedimento similar e concluíram que a equação originalmente proposta por ANDERSON e DOMSCH (1978) não necessitava de alterações em função da modificação efetuada. Incubações anaeróbias foram também utilizadas por HASSINK (1993) e HARDEN et al. (1993). Uma das grandes desvantagens deste método é a necessidade de equipamentos sofisticados para a detecção de gases, o que o torna muito caro. O método é, no entanto, bastante vantajoso para estudos da biomassa ativa e de suas flutuações causadas por distúrbios antropogênicos.

Resultados de biomassa de C obtidos por este método são apresentados na Tabela 1.

TABELA 1 - Biomassa de C, determinada pelo método respiração induzida (RI)

		Biomassa[1]	
Tipo de solo	**Condição ecológica**	**Biomassa de C ug/g de solo**	**Referência**
Argiloso	aveia	793	ANDERSON e DOMSCH (1978)
Franco-arenoso	——	302	GRISI e GRAY (1986)
Arenoso	trigo	350	OCIO e BROOKES (1990)
Argiloso	trigo	700	OCIO e BROOKES (1990)
Aluvial	rotação	301	HARDEN et al. (1993)
Aluvial	pastagem	726	HARDEN et al. (1993)
Argiloso	rotação	45	INSAM et al. (1991)
Areno-argiloso	rotação	171	INSAM et al. (1991)
Franco-arenoso	rotação	229	INSAM et al. (1991)
Aluvial	rotação	231	ANDERSON e DOMSCH (1986)
Arenoso	floresta	1760	ANDERSON e DOMSCH (1986)

1. Biomassa de C= 40X + 0,37. X= taxa de respiração microbiana em ml/100g solo

Fumigação - incubação - Este método segue o princípio que depois da fumigação, dissipação dos resíduos do fumigante e reinoculação, uma amostra de um determinado solo apresentará, após algumas horas, uma taxa de respiração superior a de outra amostra não fumigada do mesmo solo. A diferença entre as taxas de liberação de CO_2, da amostra fumigada para a não fumigada, resulta no denominado pico de liberação de CO_2, que é proporcional ao tamanho da população microbiana originalmente presente no solo. Na essência, esse pico é resultante da atividade bioquímica da população recolonizadora, atuando na decomposição das células microbianas mortas pelo fumigante.

A utilização deste método envolve algumas pressuposições que são resumidas por JENKINSON e LADD (1981): o carbono e o nitrogênio dos microrganismos mortos são mineralizados mais rapidamente do que o carbono e o nitrogênio dos microrganismos vivos; a fumigação mata completamente os microrganismos; os microrganismos mortos nos solos não fumigados um fator negligível em relação àqueles do solo fumigado; o único efeito da fumigação é o de matar os microrganismos; a fração do carbono e nitrogênio mineralizados, proveniente da BM morta num determinado período, não é diferente para solos diferentes; o solo não deve ser seco por qualquer processo, pois isso pode provocar a liberação de carbono não microbiano e matar parte da população existente.

Usando o método FI, é possível calcular tanto a biomassa de C quanto a biomassa de N. Para a biomassa de C, os cálculos são feitos através da equação: biomassa de C= F/Kc, onde biomassa de C= biomassa de carbono microbiano, F= diferença entre o carbono liberado do solo fumigado e solo não fumigado, Kc= fração de carbono da BM mineralizado durante a incubação. O fator Kc foi estabelecido em 0,50, para incubações a 25° C, por JENKINSON e POWLSON (1976) e, após, em 0,411 por ANDERSON e DOMSCH (1978), para incubações a 22° C, e 0,41 por VORONEY e PAUL (1984), em condições de campo. O fator mais empregado é, no entanto, o de 0,45 apresentado por JENKINSON (1988). Para biomassa de N, utiliza-se a equação: biomassa de N= F/Kn, onde biomassa de N= biomassa de N, F=

diferença entre o nitrogênio liberado do solo fumigado e solo não fumigado, Kn= fração de nitrogênio da biomassa, mineralizado durante a incubação. O Kn foi estabelecido em 0,68 por SHEN et al. (1984), para incubações a 25° C, e redefinido para 0,54 por BROOKES et al. (1985b) e 0,57 por JENKINSON (1988). As variações nos fatores Kc e Kn devem-se à metodologia de sua determinação, a partir de estudos com N_{15}, a campo, ou de culturas *in vitro* dos grupos considerados (fungos, bactérias, actinomicetos etc., ou populações mistas), e do tipo de substrato predominante ou adicionado no ambiente de referência (ANDERSON e DOMSCH, 1978; VORONEY e PAUL,1984; JENKINSON, 1988). Para o cálculo da biomassa microbiana, partindo-se das análises do carbono orgânico, divide-se o valor da biomassa de C pelo fator médio de 0,475. Quando se parte das análises de nitrogênio, converte-se, primeiramente, os valores de biomassa de N para biomassa de C através da multiplicação pelo fator 6,7 (relação C/N média dos microrganismos do solo) e, após isso, converte-se o valor de biomassa de C para biomassa microbiana, mediante a divisão pelo fator 0,475. Destaca-se que, também, para este método, os valores geralmente expressos na literatura referem-se a um dos componentes da biomassa e não à biomassa microbiana total.

Quanto à aplicabilidade do método FI para solos bem drenados, os resultados obtidos tanto para carbono, quanto para nitrogênio, têm apresentado boa correlação com o do biovolume, do trifosfato de adenosina (ATP) e do RI (SHEN et al., 1984). No entanto, o método original mostra-se limitado para solos muito ácidos (pH < 4,2), solos calcários, solos com altos teores ou com adições recentes de matéria orgânica, e para solos com alta concentração de alumínio (VANCE et al., 1987b; JENKINSON, 1976).

Embora existam algumas alternativas para minimizar as citadas restrições e assim possibilitar a utilização do método naqueles tipos de solos (CERRI e JENKINSON, 1981; VORONEY e PAUL, 1984; LYNCH e PANTING, 1981), muitas vezes as estimativas, principalmente de biomassa de N, tornam-se apenas uma aproximação do valor real da população original do solo (JENKINSON, 1988). O método FI padrão tampouco não é adequado para solos alagados. Porém, mediante algumas adaptações conforme o sugerido por INUBUSHI et al. (1984), pode ser usado, também, para os solos sob estas condições.

Estimativas de biomassa de C e biomassa de N, pelo FI, são apresentadas na Tabela 2.

TABELA 2 - Biomassa de C e biomassa de N, determinadas pelo método fumigação-incubação (FI)

Tipo de solo	Condição ecológica	Biomassa (ug/g solo)	Referência
		Biomassa de C	
Muito argiloso	floresta	314	GERALDES et al. (1995)
Muito argiloso	pastagem 4 anos	488	GERALDES et al. (1995)
Muito argiloso	pastagem 15 anos	316	GERALDES et al. (1995)
Grey/várzea	frutíferas	154	PFENNEING et al. (1992)
Argiloso	plantio direto	383	CATTELAN et al. (1997a)
Argiloso	plantio convenc.	242	CATTELAN et al. (1997a)
Argiloso	soja/trigo	532	CATTELAN et al. (1997b)
Arenoso	incubação em laborat.	331	MINHONI et al. (1996)
Areno-argiloso (1976)	trigo	470	JENKINSON e POWLSON
Areno-argiloso (1976)	trigo	220	JENKINSON e POWLSON
Franco-argiloso	pastagem	369	CATTELAN (1989)
Franco-argiloso	rotação	244	CATTELAN (1989)
Argiloso	pastagem alagada	500	ROSS et al. (1985)
Franco-siltoso	pastagem várzea	729	WEST et al. (1986)
Franco-siltoso	pastagem várzea	782	WEST et al. (1986)
		Biomassa de N	
Franco-siltoso	pastagem várzea	209	WEST et al. (1986)
Franco-siltoso	pastagem várzea	212	WEST et al. (1986)
Franco-siltoso	pastagem	60	BROOKES et al. (1985)

TABELA 2 - Continuação

Silt.-argiloso	pastagem nativa	239	BROOKES et al. (1985)
Argiloso	pastagem nativa	280	ROSS et. al. (1985)

1. Biomassa de C= (F - NF)/k. F= carbono orgânico da amostra fumigada; NF= carbono orgânico da amostra não fumigada; k= fração do carbono mineralizado durante a incubação

Métodos químicos

Esses métodos são baseados na extração, por produtos químicos, de algum composto ou conjunto de compostos presentes em todos os indivíduos da população microbiana e ausente nos demais constituintes do solo, exceto para o método da fumigação-extração (FE). O método FE utiliza um processo único de extração envolvendo, simultaneamente, todos os grupos de microrganismos, enquanto que os outros métodos envolvem, em geral, a extração de compostos específicos para a determinação de BM de grupos pré definidos de microrganismos.

Entre os principais compostos já testados para a determinação de BM estão o ácido murâmico, para biomassa de procarióticos, fósfo-lipídeos, para biomassa de bactérias, ácido teicóico, para biomassa de microrganismos Gram-positivos, ácido 3-hidroximerístico, para microrganismos Gram-negativos, quitina e ergosterol, para biomassa fúngica, o trifosfasto de adenosina (ATP) e os ácidos nucleicos RNA e DNA. Dentre os compostos citados, aquele de metodologia mais prática e operacional tem sido o trifosfasto de adenosina (ATP) (JENKINSON e LADD, 1981).

Método do trifosfasto de adenosina (ATP). O método está fundamentado no princípio de que o ATP está presente em todas as células vivas e pode ser quantificado através do sistema enzimático luciferina-luciferase (OADES e JENKINSON, 1979). Após a extração do ATP das células, pode-se calcular a biomassa de C, multiplicando-se o conteúdo de ATP por um fator resultante da taxa constante existente entre o conteúdo de ATP e o de carbono orgânico da BM. Para solos cultivados, este fator médio é de 171 (TATE e JENKINSON, 1982). A média calculada para este fator, por JENKINSON (1988), a partir de dados de literatura abordando exclusivamente extrações ácidas e de solos pré-incubados, foi de 169. Assim, a biomassa microbiana total, utilizando-se o método do ATP, poderá ser calculada através da equação: biomassa de C = (conteúdo de ATP x 169) e a BM total, através da equação BM total= (conteúdo de ATP x 169) /0,475. Igualmente ao mencionado para o método anterior, os resultados geralmente são expressos como biomassa de ATP ou o equivalente em biomassa de C, e não como biomassa microbiana total.

Para solos bem drenados o método tem demonstrado boa correlação com o do biovolume, respiração induzida (RI), fumigação - incubação (FI) e fumigação - extração (FE) (GRISI e GRAY, 1986; OCIO e BROOKES, 1990; HORWATH e PAUL, 1994). Um dos pontos críticos do método é o processamento do solo, pois a temperatura e o tempo de armazenamento podem interferir de tal maneira nos resultados, que os teores de ATP determinados em laboratório podem não refletir adequadamente os teores existentes em condições de campo (JENKINSON e LADD, 1981). Para solos alagados, o método, originalmente proposto por OADES e JENKINSON (1979), mostrou-se inadequado, por subestimar, muito, os resultados nestas condições, o que está relacionado ao estado de baixa energia no qual operam os microrganismos anaeróbios (INUBUSHI et al. 1989a).

Alguns resultados de biomassa de ATP são apresentados na Tabela 3.

TABELA-3. Resultados de biomassa de ATP

Tipo de solo	Condição ecológica	Biomassa de ATP ug/g de solo	Referência
Argiloso	pastagem alagada	8,04	ROSS et al. (1985)
Franco-siltoso	pastagem	4,08	ROSS et al. (1980)
Franco-arenoso	pastagem	2,20	ROSS et al. (1980)

TABELA 3 - Continuação

Franco-siltoso	pastagem várzea	5,12	WEST et al. (1986)
Franco-siltoso	pastagem várzea	7,72	WEST et al. (1986)
Franco-siltoso	pastagem várzea	3,67	WEST et al. (1986)
Franco-siltoso	pastagem várzea	4,86	WEST et al. (1986)
Franco-arenoso	rotação de culturas	1,26	OCIO e BROOKES, (1990)
Franco-arenoso	solo+palha de trigo	3,16	OCIO e BROOKES, (1990)
Argiloso	rotação de culturas	6,60	OCIO e BROOKES, (1990)
Argiloso	solo+palha de trigo	7,90	OCIO e BROOKES, (1990)
Areno-siltoso	pomar com mulch	1,70	AHMED et al. (1982)
Argiloso	trigo/pousio	2,10	AHMED et al. (1982)
Argiloso	pastagem	5,80	AHMED et al. (1982)

Obs. - A biomassa de C pode ser calculada através da equação: biomassa de C= ATP*169

Fumigação - extração (FE) - Este método segue o princípio que a fumigação aumenta os teores totais de C, N e nitrogênio reativos à ninhidrina (NRN), extraíveis, geralmente, por K_2SO_4 ou KCl. Os teores assim extraídos estão diretamente relacionados com os teores de C e N liberados dos microrganismos mortos em solos fumigados e incubados pelo método FI. Desta forma, a biomassa de C, N, P ou S pode ser determinada logo após concluída a fumigação, que dura 24h, realizando-se, a partir daí, os mesmos procedimentos analíticos do método FI (BROOKES et al., 1985a,b; JENKINSON, 1988; AMATO e LADD, 1988; BROOKES et al., 1982; VANCE et al., 1987a; SAGGAR et al., 1981).

As evidências de que o C, que se torna extraível após a fumigação, é proveniente da BM foram apresentadas por VANCE et al. (1987a). A partir da relação encontrada entre a BM, pelo método FI, e o C extraível (Ec), os autores estabeleceram a equação: biomassa de C = (2,64 ± 0,060)*Ec, o que resulta num fator KEc de 0,38 (1/2,64).

Calculando o fator KEc, a partir de dados publicados em revistas especializadas, JENKINSON (1988) obteve um valor de 0,45. Para solos da América do Norte, HORWATH e PAUL (1994) sugerem 0,35, enquanto que para solos da Oceania o valor sugerido é de 0,33 a 0,35 (ROSS, 1990; SPARLING et al., 1990). Na Europa, porém, o fator mais utilizado ainda é o de 0,45 (JOERGENSEN et al., 1994), sugerido por JENKINSON (1988). O desenvolvimento do processo de oxidação do carbono orgânico, mediante o uso do persulfato de potássio em sistemas automatizados, demonstrou que o fator KEc mais adequado é 0,45 (WU et al., 1990), porque no caso da utilização do dicromato de potássio (VANCE et al., 1987,a) via úmida, a oxidação é incompleta.

Para biomassa de N, BROOKES et al. (1985b) propuseram a seguinte equação: biomassa de N= 1,85En, resultando num fator Kn= 0,54 (1/1,85) que, também, mais tarde, foi reconsiderado para 0,45 (JENKINSON, 1988).

Usando KCl como extrator, AMATO e LADD, (1988) demonstraram que o pico de liberação de CO_2 de 25 solos, determinado pelo método FI, esteve estreitamente relacionado com o nitrogênio reativo à ninhidrina (NRN) extraído dos mesmos solos após a fumigação com clorofórmio por 10 dias. Este método foi, posteriormente, considerado muito sensível, pela relação linear existente entre a biomassa de C, biomassa de N e biomassa de NRN com o método ATP em solos com adições recentes de matéria orgânica facilmente decomponível (OCIO e BROOKES, 1990). Posteriormente, WITTER et al. (1993) observaram que o método da BNRN correlaciona-se melhor com o do ATP do que com o da FI. Após a proposição de JOERGERSEN e BROOKES (1990), a biomassa de NRN pode ser calculada, também, a partir de extratos feitos com K_2SO_4 e sem necessidade da incubação por 10 dias. O procedimento sugerido apresentou correlação linear com a biomassa de C e biomassa de N. A equação para o cálculo da biomassa de NRN é: (NRNF – NRNNF) onde, NRNR = nitrogênio reativo à ninhidrina da amostra fumigada e NRNNF = nitrogênio reativo à ninhidrina da amostra não fumigada.

A partir da biomassa de NRN podem ser calculadas, também, a biomassa de C e a biomassa de N, através das seguintes equações: biomassa de C= 21*biomassa de NRN e biomassa de N= 3,1*biomassa de NRN; (AMATO e LADD, 1988), para solos da Austrália, e biomassa de C= 21*biomassa de NRN e biomassa de N= 4,95*biomassa de NRN, para solos da Europa

(OCIO e BROOKES, 1990). Entretanto, em estudos posteriores, envolvendo nove solos da Austrália, SPARLING et al., (1993) observaram que a liberação de NRN, em 24 h de fumigação, foi de apenas 55 % daquele liberado em 10 dias de incubação. Com isso, os fatores seriam de 38,2, para estimar biomassa de C, e 5,64, para biomassa de N; maiores, portanto, do que aqueles observados por AMATO e LADD (1988).

A grande vantagem dos métodos de extração direta para biomassa de C, biomassa de N e biomassa de NRN é a de que eles são adequados em situações onde o método FI não se aplica (BROOKES et al., 1990). Podem, inclusive, contornar a interferência de condições ecológicas diferentes, quando da comparação entre o solo fumigado e o não fumigado (HORWATH e PAUL, 1994).

O método FE, para biomassa de C, biomassa de N e biomassa de NRN já tem confirmada a sua aplicabilidade para uma ampla variação de solos cultivados e situações ecológicas (BROOKES et al., 1985a,b; VANCE et al., 1987a,b; OCIO e BROOKES, 1990; AMATO e LADD, 1988; POWLSON 1994). Devido às dificuldades operacionais e problemas ligados à repetibilidade dos resultados, as opções para determinação de biomassa de fósforo (biomassa de P) e biomassa de enxofre (biomassa de S) não serão discutidas neste trabalho. Maiores detalhes, para biomassa de P e de S, podem ser obtidos em BROOKES et al. (1982); SAGGAR et al. (1981); GRISI (1996); WU et al. (1994).

Para solos alagados são ainda restritos os relatos, porém, as três opções do FE, já comprovadamente aplicáveis a solos bem drenados, biomassa de C, biomassa de N e biomassa de BNRN, parecem ser igualmente funcionais e aplicáveis para estes tipos de solos (INUBUSHI et al., 1991).

A biomassa microbiana total pode ser calculada aplicando-se o fator 0,475 aos resultados de carbono microbiano. Entretanto, da mesma forma que para os métodos anteriores, os dados da literatura são expressos na forma de biomassa de C, N ou NRN, ou seja, de componentes da biomassa e não à biomassa microbiana total.

Estimativas de biomassa de C, biomassa de N e biomassa de NRN pelo FE são apresentadas na Tabela 4.

TABELA 4 - Biomassa de C, biomassa de N e biomassa de NRN microbiana, determinadas pelo método fumigação-extração (FE)

Tipo de solo	Condição ecológica	Biomassa ug/g de solo	Referência
		Biomassa de C[1]	
Argiloso	milho	282	SEGANFREDO (1997)
Argiloso	incubação em laborat.	523	SEGANFREDI (1997)
Gley/várzea	frutíferas	219	PFENNING et al. (1992)
Muito argiloso	floresta	745	GERALDES et. al (1996)
Muito argiloso	pastagem 4 anos	538	GERALDES et. al (1996)
Muito argiloso	pastagem 15 anos	301	GERALDES et al. (1996)
Franco-arenoso	floresta	580	VANCE et al. (1987 a)
Arenoso	pastagem	671	VANCE et al. (1987 a)
Argiloso	rotação	644	OCIO e BROOKES (1990)
----------	alagado	475	INUBUSHI et al. (1991)
----------	alagado	752	INUBUSHI et al. (1991)
		Biomassa de N[2]	
Muito argiloso	floresta	144	GERALDES et al.(1996)
Muito argiloso	pastagem 4 anos	89	GERALDES et al. (1996)
Muito argiloso	pastagem 15 anos	121	GERALDES et al. (1996)
Arenoso	rotação	20	OCIO e BROOKES (1990)
Argiloso	rotação	70	OCIO e BROOKES (1990)
----------	alagado	35	INUBUSHI et al. (1991)
----------	alagado	52	INUBUSHI et al. (1991)

TABELA 4 - Continuação

		Biomassa de NRN[3]	
Argiloso	milho	61	SEGANFREDO (1997)
Argiloso	incubação laborat.	113	SEGANFREDO (1997)
Arenoso	rotação	5	OCIO e BROOKES (1990)
Argiloso	rotação	20	OCIO e BROOKES (1990)
Argiloso	rotação	12	JOERGENSEN e BROOKES (1990)
----------	alagado	10	INUBUSHI et al. (1991)
----------	alagado	13	INUBUSHI et al. (1991)
Arenoso	pastagem	12	AMATO e LADD (1988)

1. Biomassa de C= (F-NF)*2,64, para titulações e biomassa de C= (F-NF)*2.25, para auto-analisadores de C; F= carbono orgânico da amostra fumigada; NF = carbono orgânico da amostra não fumigada
2. Biomassa de N= (F-NF)*2,64; F= nitrogênio total da amostra fumigada; NF= nitrogênio total da amostra não fumigada
3. Biomassa de N reativo à ninhidrina = (F-NF). F= nitrogênio reativo à ninhidrina da amostra fumigada; NF= nitrogênio reativo à ninhidrina da amostra não fumigada

A escolha do método

Qualquer um dos métodos abordados, desde que criteriosamente executado, pode fornecer resultados válidos de BM. No entanto, nenhum deles é suficientemente abrangente para ser recomendado como um índice único das condições biológicas do solo. Além disso, em função das variações entre solos e da necessidade de padronização dos procedimentos para cada solo, torna-se importante a utilização de mais de um método para a sua determinação (MARTENS, 1995; WARDLE, 1994). Por outro lado, embora não esteja conceitualmente correto dizer-se biomassa microbiana para valores de biomassa de ATP, de C, de N ou de NRN, se considerarmos o princípio da exatidão dos métodos, é mais apropriado expressar os resultados na forma de componentes específicos da biomassa, do que na de biomassa microbiana total propriamente dita.

O FI e o FE são muito úteis, especialmente para os estudos de ciclagem de nutrientes e energia, de dinâmica da matéria orgânica e dos efeitos de sistemas de manejo do solo. O RI, por sua vez, é uma importante alternativa, não apenas para a determinação da BM, mas também da atividade microbiana do solo (WARDLE, 1994).

O método do ATP, apesar da variação entre o seu conteúdo e o do C da BM, ou seja, relação ATP/C, tem possibilitado resultados tão válidos quanto aqueles dos demais métodos enfocados neste trabalho, desde que cuidadosamente executado.

Além da escolha de mais de um método, outra alternativa, para facilitar a interpretação dos resultados obtidos, é a utilização de índices complementares, como o quociente respiratório e as proporções da biomassa de C ou de N em relação, respectivamente, ao C e N do solo.

Considerando-se como condição obrigatória o controle do erro experimental, em todas as etapas do trabalho, a questão fundamental nos estudos da BM é a interpretação dos resultados, uma vez que os seus padrões, freqüentemente, mostram-se pouco evidentes. Não se pode esperar, no entanto, que os métodos de análises biológicas sejam tão precisos e exatos quanto os métodos de análises químicas do solo (POWLSON,1994).

Perspectivas futuras

O desenvolvimento de métodos para a determinação da BM como uma forma de representar, quantitativamente, todos os grupos microbianos do solo, foi um dos principais fatores responsáveis pelo aumento de pesquisadores em Ciência do Solo interessados em avaliar as condições biológicas do solo, mesmo para aqueles não especialistas nesse ramo. Com a demanda advinda do aumento dos usuários, não só os métodos desenvolvidos, especialmente entre 1966 e 1976 foram aperfeiçoados, como, também, outros métodos foram propostos.

Para o futuro, as tendências apontam para a intensificação nos estudos envolvendo o fator Kc e Kn, para o método FI e KEc, e KEn, para o método FE, e a aplicação, especialmente do método FE, para um melhor entendimento da ciclagem da matéria orgânica e fluxo de energia no solo em ambientes ecológicos diversificados. O RI, pela sua

utilidade na avaliação de distúrbios antropogênicos e de sistemas de manejo do solo, dentro das concepções de agricultura sustentável (HORWATT e PAUL, 1994), apresenta-se como uma referência muito útil para a tomada de decisões sobre o tipo de agricultura a desenvolver.

Grandes avanços são ainda esperados no entendimento da diversidade biológica, através da utilização, numa primeira etapa, de técnicas seletivas com inibidores ou estimulantes, para a determinação da biomassa de grupos microbianos, principalmente fungos, bactérias e actinomicetos. Numa etapa posterior, espera-se que as informações quantitativas fornecidas pelos métodos de determinação de biomassa microbiana sejam complementadas por aquelas qualitativas referentes à diversidade e funcionamento da microbiota do solo. As informações de natureza qualitativa já começam a surgir na literatura especializada internacional, a partir do aperfeiçoamento das técnicas de biologia molecular aplicadas ao solo. As expectativas em relação a essas técnicas são que elas permitirão individualizar os componentes microbianos do solo. Com isso, espera-se que seja possível esclarecer, entre outras questões, quais os componentes da BM que estão sendo beneficiados ou prejudicados pelas atividades antropogênicas.

CONCLUSÕES

Os métodos disponíveis e em uso para a determinação da BM do solo incluem, basicamente, quatro grupos: o método da contagem em placas de Petri, o método da microscopia direta (Biovolume), os métodos químicos (ATP e FE) e os métodos fisiológicos (FI e RI). O do biovolume é considerado subjetivo e trabalhoso, enquanto os químicos e fisiológicos, possuem melhor precisão e maior abrangência quanto à diversidade de solos. Para solos alagados, os métodos para determinação da BM testados são, na essência, os mesmos desenvolvidos para solos bem drenados. A versão modificada do método FI apresentou resultados satisfatórios, o método do ATP mostrou-se inadequado, o RI apesar de não ter sido proposto para tal condição, também tem sido usado para solos sujeitos ao alagamento e incubações anaeróbias, enquanto o método FE já apresentou resultados coerentes com o método FI modificado para solos alagados. As perspectivas indicam um uso mais intensivo, a curto prazo, dos métodos do ATP, IR, FI e FE nos estudos de alterações antropogênicas e da ciclagem da matéria orgânica e energia no solo, seguindo-se os métodos para a determinação da biomassa de grupos específicos e, em etapas subseqüentes, dos métodos de biologia molecular para a individualização dos componentes da BM.

BIBLIOGRAFIA CITADA

AHMED, M.; OADES, J.M.; LADD, J.N. Determination of ATP in soils: effect of soil treatments. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.14, p.273-279, 1982.

AMATO, M.; LADD, J.N. Assay for microbial biomass based on ninhydrin-reactive nitrogen in extracts of fumigated soils. **Soil Biology Biochemistry**, Oxford, v.20, p.107-114, 1988.

ANDERSON, J.P.M.; DOMSCH, K.H. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soil. **Soil Biology Biochemistry**, Oxford, v.10, p.207-213, 1978.

ANDERSON, T-H. Carta enviada ao autor, por Traute-Heidi Anderson, do Department of Soil Biology/ Federal Research Centre of Agriculture, 3300 Braunschweig Alemanha.(Carta, 10/12/90.

ANDERSON, T-H.; DOMSCH, K.H. Carbon assimilation and microbial activity in soil. **Zeitschrift fur Pflanzenernarhrung Bodenkunde**, v.149, p.457-468, 1986.

BROOKES, P.C.; KRAGT, J.F.; POWLSON, D.S. Chloroform fumigation and the release of soil nitrogen: the effects of fumigation time and temperature. **Soil Biology Biochemistry**, Oxford, v.17, p.831-835, 1985a.

BROOKES, P.C.; LANDMAN, A.; PRUDEN, G. Chloroform fumigation and the release of soil nitrogen: a rapid direct extraction method for measuring bicrobial biomass nitrogen in soil. **Soil Biology Biochemistry**, Oxford, v.17, p.837-842, 1985b.

BROOKES, P.C.; POWLSON, D.S.; JENKINSON, D.S. Measurement of microbial biomass phosphorus in soil. **Soil Biology Biochemistry**, Oxford, v.14, p.319-329, 1982.

BROOKES, P.C.; OCIO, J.A; WU, J. The soil microbial biomass: its measurement, properties and role in soil nitrogen and carbon dynamics following substrate incorporation. **Soil Microorganisms**, v.35, p.39-51, 1990.

CATTELAN, A.J. **Sistemas de culturas e os microrganismos do solo.** Porto Alegre: UFRGS, 1989. 152p. Dissertação. (Mestrado em Agronomia) - Microbiologia do Solo, Faculdade de Agronomia, UFRGS, 1989.

CATTELAN, A.J.; TORRES, E.; SPOLADORI, C.L. Sistemas de preparo com a sucessão trigo/soja e os microrganismos do solo, em Londrina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.21, n.2, p.303-311, 1997a.

CATTELAN, A.J.; GAUDÊNCIO, C.A.; SILVA, T.A. Sistemas de rotação de culturas em plantio direto e os microrganismos do solo, em Londrina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.21, n.2, p.293-301, 1997b.

CERRI, C.C.; JENKINSON, D.S. Formation of microbial biomass during the decomposition of 14C-labelled ryegrass in soil. **Journal of Soil Science**, London, v.32, p.619-626, 1981.

GERALDES, A.P.A.; CERRI, C.C.; FEIGL, B.J. Biomassa microbiana de solo sob pastagens na Amazônia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.19, n.1, p.55-60, 1995.

GRISI, B.M. Participação da microbiota na ciclagem de nutrientes. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., 1996, Águas de Lindóia. **Anais...**, Águas de Lindóia: USP-SLCS-SBCS-CEA-SBM, 1996. (CD ROM).

GRISI, B.M.; GRAY, T.R.G. Comparação dos métodos de fumigação taxa de respiração em resposta a adição de glicose e conteúdo de ATP para estimar a biomassa microbiana dos solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.10, p.109-115, 1986.

HARDEN, T.; JOERGENSEN, R.G.; MEYER, B.; WOLTERS, V. Soil microbial biomass estimated by fumigation-extraction and substrate-induced respiration in two pesticide-treated soils. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.25, n.6, p. 679-683, 1993.

HASSINK, J. Relationship between the amount and the activity of the microbial biomass in Dutch grassland soils: comparison of the fumigation-incubation method and the substrate-induced respiration method. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.25, n.5, p.533-538, 1993.

HORWATH, W.R.; PAUL, E.A. Microbial biomass. In: WEAVER, R.W.; ANGLE, S.; BOTTOMLEY, P. ; BEZDICEK, D.; SMITH, S.; TABATABAI, A; WOLLUM, A. **Methods of soil analysis:** Part 2 - microbiological and biochemical properties. Madison: SSSA, 1994. p.753-773.

IMSAM, H.; MITCHELL, C.C.; DORMAAR, J.F. Relationship of soil microbial biomass with fertilization practice and crop yield of three ultisols. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.23, n.5, p.459-464, 1991.

INUBUSHI, K.; TAKAY, Y.; WADA, H. Determination of microbial biomass nitrogen in submerged soil. **Soil Science and Plant Nutrition**, Tokyo, v.30, p.455-459, 1984.

INUBUSHI, K.; BROOKES, P.C.; JENKINSON, D.S. Adenosine 5-triphosphate and adenylate energy charge in waterlogged soil. **Soil Biology Biochemistry**, Oxford, v.21, p.725-727, 1989a.

INUBUSHI, K.; BROOKES, P.C.; JENKINSON, D.S. A comparison of the fumigation extraction, fumigation incubation and ATP methods for measuring microbial biomass in waterlogged soils. In: FIFTH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON MICROBIAL ECOLOGY, 1989, Kyoto, Japan; **Annals...**, Kyoto, 1989b. p.69.

INUBUSHI, K.; BROOKES, P.C.; JENKINSON, D.S. Soil microbial biomass C, N and ninhydrin-N in aerobic and anaerobic soils measured by the fumigation-extraction method. **Soil Biology Biochemistry**, Oxford, v.23, p.737-741. 1991.

JENKINSON, D.S. The effect of biocidal treatments on metabolism in soil. **Soil Biology Biochemistry**, Oxford, v.8, p.203-208, 1976.

JENKINSON, D.S. Determination of microbial biomass carbon and nitrogen in soil. In: WILSON, J.R. (Ed.), **Advances in nitrogen cycling in agricultural ecossystems**. Wallingford: C.A.B., 1988. p.368-386.

JENKINSON, D.S.; LADD, J.N. Microbial biomass in soil: measurement and turnover. In: PAUL, E.A.; LADD, J.N. (Eds.), **Soil Biochemistry**, Marcel Dekker, 1981. p.425-471.

JENKINSON, D.S.; POWLSON, D.S. The effect of biocidal treatment on metabolism in soil. V. A method for merasuring soil biomass. **Soil Biology Biochemistry**, Oxford, v.8, p.209-213, 1976.

JOERGENSEN, R.G.; BROOKES, P.C. Ninhydrin-reactive measurements of microbial biomass in 0.5M K SO soil extracts. **Soil Biology Biochemistry**, Oxford, v.22, p.1023-1027, 1990.

JOERGENSEN, R.G.; MEYER, B.; MUELLER, T. Time-course of the soil microbial biomass under wheat: a one year field study. **Soil Biology Biochemistry**, Oxford, v.26, n.8, p.987-994, 1994.

LYNCH J.M.; PANTING, L.M. Measurement of the microbial biomass in intact cores of soil. **Microbial Ecology**, New York, v.7, p.229-234, 1981.

MARTENS, R. Current methods for measuring microbial biomass C in soil: potential and limitations. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v.19, p.117-125, 1995.

MINHONI, M.T.A.; EIRA, A.F.; BULL, L.T. Biomassa microbiana, liberação de CO_2, fósforo disponível e pH em solo que recebeu glicose e fosfato de rocha. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.20, n.3, p. 387-392, 1996.

OADES, J.M.; JENKINSON, D.S. Adenosine triphosphate content of the soil microbial biomass. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.11, p. 201-204, 1979.

OCIO, J.A.; BROOKES, P.C. An evaluation of methods for measuring the microbial biomass in soils following recent aditions of wheat straw and the characterization of the biomass that develops. **Soil Biology Biochemistry**, Oxford, v.11, p.149-194, 1990.

PARKINSON, D.; PAUL, E.A. Microbial biomass. In: PAGE, A.L. (Ed.), **Methods of soil analysis:** Part 2 - chemical and microbiological properties. 2.ed. Madison: ASA-SSSA, 1982. p.803-814.

PFENNING, L.; EDUARDO, B. de P.; CERRI, C.C. Os métodos da fumigação-incubação e fumigação-extração na estimativa da biomassa microbiana de

solos da Amazônia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.16, n.1, p.31-37, 1992.

POWLSON, D.S. The soil microbial biomass: before, beyond and back. In: RITZ, K.; DIGHTON, J.; GILLER, K.E. (Eds.), **Beyond the biomass:** compositional and functional analysis of soil microbial communities. Chichester: John Willey, 1994. p.3-28.

RITZ, K.; WHEATLEY, R.E. Effects of water amendment on basal and substrate-induced respiration rates of mineral soils. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v.8, p.242-246, 1989.

ROSS, D.J.; SPEIR, T.W.; TATE, K.R. Effects of sieving on estimations of microbiol biomass, and carbon and nitrogen mineralization, in soil under pasture. **Australian Journal of Soil Research**, Melbourne, v.23, p. 319-324, 1985.

ROSS, D.J.; TATE, K.R.; CAIRNS, A. Influence of storage on soil microbiol biomass estimated by three biochemical procedures. **Soil Biology Biochemistry**, Oxford, v.12, p.369-374, 1980.

SAGGAR, S.; BETTANY, J.R.; STEWART, J.W.B. Measurement of microbial sulphur in soil. **Soil Biology Biochemistry**, Oxford, v.13, p. 493-498, 1981.

SCHMIDT, E.L.; PAUL, E.A. Microscopic methods for soil microorganisms. In: PAGE, A.L. (Ed.), **Method of soil analysis:** Part 2 - chemical and microbiological properties. 2.ed., Madison: ASA-SSSA, 1982. p.803-814.

SEGANFREDO, M.A. **Efeito de dejetos de suínos utilizados como fertilizante orgânico, sobre as condições do solo**. Concórdia: CNPSA/EMBRAPA, 44p. 1997. (Projeto em andamento)

SHEN, S.M.; PRUDEN, G.; JENKINSON, D.S. Mineralization and immobilization of nitrogen in fumigated soil and the measurement of microbial biomass nitrogen. **Soil Biology Biochemistry**, Oxford, v.16, p.437-444, 1984.

SPARLING, G.P.; FELTHAM, C. W.; REYNOLDS, J.; WEST, A. W.; SINGLETON, P. Estimation of soil microbial biomass C by fumigation-extraction method: use on soils of high organic matter content, and a reassessment of the Kec-factor. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.22, n.3, p.301-307, 1990.

SPARLING, G.P.; GUPTA, V.V.S.R.; ZHU, C. Release of ninhydrin-reactive componds during fumigation of soil to estimate microbial C and N. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.25, n.12, p.1803-1805, 1993.

TATE, K.R.; JENKINSON, D.S. Adenosine triphosphate (ATP) and microbial biomass in soil: effects of storage at different temperatures and at different moisture levels. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.13, p.899-908, 1982.

VANCE, E.D.; BROOKES, P.C.; JENKINSON, D.S. An extration method for measuring soil microbial biomass C. **Soil Biology Biochemistry**, Oxford, v.19, p.703-707, 1987a.

VANCE, E.D.; BROOKES, P.C.; JENKINSON, D.S. Microbial biomass measurementes in forest soils: the use of the chloroform fumigation-incubation method in strongly acid soils. **Soil Biology Biochemistry**, Oxford, v.19, p.697-702,.1987b.

VORONEY, R.P.; PAUL, E.A. Determination of Kc and Kn in situ for the calibration of the chloroform fumigation incubation method. **Soil Biology Biochemistry**, Oxford, v.16, p.9-14, 1984.

WARDLE, D.A. Metodologia para a quantificação da biomassa microbiana do solo. In: HUNGRIA, M.; ARAÚJO, R.S. (Eds.), **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. p.419-436. (EMBRAPA-CNPAF, Documentos, 46)

WEST, A.W.; ROSS, D.S.; COWLING, J.C. Changes in microbial C, N, P and ATP contents, numbers and respiration on storage of Soil. **Soil Biology Biochemistry**, Oxford, v.18, n.2, p.141-148, 1986.

WEST, A.W.; SPARLING, G.P. Modifications to the substrate induced respiration method to permit measurement of microbial biomass in soils of differing water contents. **Journal of Microbiological Methods**, Amsterdan, v.5, p.177-189, 1986.

WITTER, E.; MARTENSSON, M.A.; GARCIA, F.V. Size of the microbial biomass in long term field experiment as affected by different N-fertilizers and organic manures. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.25, n.6, p.659-669, 1993.

WU, J.; JOERSENSEN, R.G.; POMMERENING, B., et al. Measurement of soil microbial biomass C by fumigation-extraction-an automated procedure. **Soil Biology Biochemistry**, Oxford, v.22, p.1167-1169, 1990.

WU, J.; O'DONNELL, A. G.; HE, Z. L.; SYERS, J. K. Fumigation-extraction method for the measurement of soil microbial biomass-S. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.26, n.1, p.117-125, 1994.

SEÇÃO: VETERINÁRIA

AVALIAÇÃO DA VIRULÊNCIA EM CAMUNDONGO, DE AMOSTRAS DE *Pasteurella multocida* ISOLADAS DE SUÍNOS[1]

SANDRA M. BOROWSKI[2], DAVID E.S.N. de BARCELLOS[3], MARISA CARDOSO[3]

RESUMO - Foi analisada a virulência de 13 amostras de *Pasteurella multocida* isoladas de pulmões de suínos com pneumonia e pleurite e 11 de pulmões de suínos provenientes de frigoríficos. As bactérias foram cultivadas em meio BHI por 18 horas a 37° C e realizada a titulação (UFC/ ml) por semeadura de diluições decimais em ágar sangue. Diluições a partir de 10^{-3} até 10^{-13} (contendo de 1 a 8,3 x 10^{15} UFC) foram inoculadas por via intraperitoneal em camundongos e observado o número de mortes em cada diluição por um período de sete dias. Cada amostra inoculada foi reisolada de pelo menos dois camundongos. A DL50 foi calculada pelo método de Spearmann Kärber e determinado o número de unidades formadoras de colônia (UFC) capaz de matar 50% dos camundongos (DL50). Ocorreu grande diferença entre as amostras estudadas quanto às DL50, com títulos entre < 1 até $10^{10,2}$ UFC. Não foi observada diferença de virulência entre as amostras isoladas de casos clínicos e de pulmões de frigoríficos.

Palavras-chave: patologia suína, pneumonia, pleurite.

MICE VIRULENCE ASSAY OF *Pasteurella multocida* STRAINS ISOLATED FROM PIGS

ABSTRACT - Virulence of 24 strains of *Pasteurella multocida*, 13 isolated from pleuritic and pneumonic pig lungs, and 11 from pig lungs obtained from abbatoirs was studied. *P. multocida* was cultured in BHI medium incubated at 37° C for 18 h and the number of colony forming units (CFU/ml) determined by inoculation of decimal dilutions on blood agar plates. Dilutions from 10^{-3} to 10^{-13} (8,3 x 10^{15} to 1 CFU) were inoculated intraperitonially in mice and the number of deaths for each dilution determined over a 7-day period. Each inoculated strain was recovered from at least two mice. LD50 were determined by the Spearmann- Kärber method. It was observed a wide variation in LD50, ranging from <1 to $10^{10,2}$ CFU. There was no difference in virulence among strains from clinical cases or from abbatoir lungs.

Key words: swine pathology, pneumonia, pleuritis.

INTRODUÇÃO

Em suínos, *Pasteurella multocida* é um habitante normal da cavidade nasal e um dos agentes etiológicos da rinite atrófica (DE JONG et al., 1984). A importância do agente como causa primária de pneumonia nessa espécie animal tem sido bastante discutida. Segundo PIJOAN e FUENTES (1987), o microorganismo é incapaz de agir como patógeno primário, necessitando da interação com outros agentes (como adenovírus, vírus da peste suína clássica e da síndrome reprodutiva e respiratória dos suínos, *Mycoplasma hyopneumoniae* e vírus da doença de Aujeszky) para produzir pneumonia. Entretanto, o isolamento de *P. multocida,* a partir de lesões pneumônicas de suínos abatidos em frigoríficos, comprova a importância do agente na patologia pulmonar, e ZHAO et al. (1992) referem-se à pneumonia por *Pasteurella* como sendo aquela

1. Trabalho elaborado como parte da tese de doutorado da primeira autora.
2. Med. Vet., M.Sc.- Centro de Pesquisa Veterinária "Desidério Finamor", FEPAGRO. Estrada do Conde 6000, Caixa Postal 47, 92990-000 Eldorado do Sul, RS.
3. Faculdade de Veterinária, UFRGS, Porto Alegre, RS.
Recebido para publicação em 13/12/1999.

que causa os maiores prejuízos econômicos à indústria suína. Especificamente de casos de pleurite, têm sido isoladas cepas com características peculiares que possibilitaram a sua denominação genérica como "cepas de *P. multocida* pleuríticas". Foram publicados poucos estudos sobre as mesmas, mas há sugestões de que apresentem estruturas únicas de virulência (RANGEL e AGUADÉ, 1992). A possível diversidade existente entre estas e outras amostras de *P. multocida* poderia explicar diferenças de tropismo, seja causando rinite, pneumonia e pleurite em suínos, e também de virulência.

Existem poucas informações na literatura sobre variações de patogenicidade para suínos e outros animais entre sorotipos de *P. multocida* e também quanto à influência de seus fatores de virulência na gravidade de problemas respiratórios e/ou mortalidade. Em estudos para avaliar a virulência de *P. multocida*, diferentes espécies animais têm sido utilizadas, tais como camundongo, galinha, peru, coelho e pombo (CURTIS et al., 1980). A virulência tem sido avaliada com base na mortalidade de animais experimentalmente inoculados por um período de até 14 dias, variando títulos infecciosos e vias de administração. A patogenicidade de amostras de *P. multocida* isoladas de aves e a relação entre virulência e morfologia bacteriana ou colonial foi analisada por CURTIS et al. (1980). Nesse experimento, foram usadas 100 amostras isoladas de aves para inocular 100 camundongos, 54 galinhas e 9 perus. A morfologia colonial e celular foi examinada após a inoculação nos camundongos. Foi observada considerável variação na virulência com relação ao hospedeiro utilizado, porém não houve correlação entre as morfologias celular e colonial com virulência. OKERMAN et al. (1979), ao estudarem a patogenicidade de amostras de *P. multocida* isoladas de coelhos, inoculadas por via subcutânea em camundongos, observaram grande diferença na DL50. As amostras que foram isoladas de casos de septicemia foram mais virulentas do que as que determinaram, unicamente, lesões localizadas no sistema respiratório. DIALLO et al. (1995) estudaram 45 amostras de *P. multocida* isoladas de casos de cólera aviária. Nesse estudo tentaram correlacionar a presença de plasmídios com a resistência a antimicrobianos e à virulência para camundongo. As amostras virulentas ocasionaram a morte dos camundongos em 10 a 24 horas após a inoculação. Observaram que mais da metade das amostras tinham plasmídios pequenos (de 1,3 Kbp a 7,5 Kbp) e que houve correlação negativa entre a presença dos mesmos e a virulência para camundongos.

A virulência de isolados de *P. multocida* de suínos foi determinada pela inoculação de camundongos, observando-se diferenças entre sorotipos (CHANDRASEKARAN e YEAP, 1982). Foram usadas 20 amostras de *P. multocida* isoladas de suínos na Malásia, com variadas doenças e patologias, como peste suína clássica, septicemia e broncopneumonia. A classificação quanto ao tipo capsular indicou que 20% pertenciam ao tipo A, 35% ao tipo B e 45% ao tipo D. As amostras pertencentes ao tipo B foram altamente virulentas, as do tipo A moderadamente virulentas e as do tipo D as de menor virulência. Das 2 amostras isoladas de casos de broncopneumonia, uma foi do tipo capsular A e a outra do tipo D. Não houve correlação entre a virulência para camundongo, as características coloniais ou de origem (órgão) a partir do qual foi isolada, mas houve entre virulência e o sorotipo. Não foram encontradas, na literatura, referências sobre a avaliação experimental da virulência de amostras pleurotrópicas de *P. multocida* de origem suína.

O objetivo do presente trabalho foi verificar se havia diferença de virulência em camundongo, entre amostras isoladas de pleuras e pulmões de suínos com características de pleurite e/ou pneumonia, através da determinação da DL50 em camundongo.

MATERIAL E MÉTODOS

Amostras

Foram utilizadas 24 amostras de *P. multocida*. Onze foram isoladas de pulmões de suínos abatidos em quatro frigoríficos do Estado do Rio Grande do Sul, identificadas como PI5, PI23, PI21, PI7, FII14, PIII47, PII8, PIII19, FII9, PIII43, CII2 (STEPAN, 1995). Outras 13 foram obtidas de materiais de rotina de diagnóstico no Centro de Pesquisa Veterinária Desidério Finamor/ FEPAGRO, Eldorado do Sul, Rio Grande do Sul, de leitões com pneumonia e/ou pleurite (identificadas como 76, 805, Ca, Ta, 710, Fr, 1/95, 1265, 1133, 903, 1628 , 1363 e 1621). As amostras foram semeadas em meios de ágar-sangue e Mac Conkey e a partir daí classificadas bioquimicamente de acordo com COWAN (1975) e tipadas com base nos antígenos capsulares A e D, como descrito por CARTER e SUBRONTO

(1973) e CARTER e RUNDELL (1975). Os clones obtidos foram multiplicados em meio infuso cérebro e coração (BHI) adicionado de 5% de soro equino e mantidos liofilizados até o uso para as diferentes provas de classificação. Como controle nos testes de tipagem, foi utilizada uma cepa padrão de *P. multocida* toxigênica tipo capsular D (obtida da American Type Culture Collection, ATCC) e amostras dos tipos capsulares A e D (originadas do Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves, EMBRAPA, Concórdia, SC).

Determinação da virulência em camundongo

As amostras foram cultivadas em meio BHI e incubadas por 18 horas a 37°C. Cada cultivo foi diluído na base 10 (até 10^{-12}) e foi realizada a contagem total em placa, das unidades formadoras de colônia das diluições 10^{-7}, 10^{-8} e 10^{-9}, utilizando-se três placas de ágar-sangue para cada diluição. Não sendo possível a contagem a partir dessas diluições em função do número excessivo de colônias, a técnica era repetida e a contagem realizada com diluições maiores. Paralelamente, seis camundongos Webster de 21 dias foram inoculados com 0,5 ml de cada uma das diluições a partir de 10^{-3} até 10^{-13} por via intraperitonial e, de acordo com CHANDRASEKARAN e YEAP (1982), foi observada a ocorrência de morte nos mesmos por um período de sete dias. A DL50 foi calculada pelo método de Spearmann Kärber (KARBER, 1975). Foi utilizado, também, um grupo de camundongos com o mesmo peso e idade como controle negativo, inoculados com 0,5 ml de PBS (salina fosfatada tamponada), pela mesma via.

Foi feito o cultivo do fígado, de pelo menos dois camundongos mortos após a inoculação de cada cepa estudada, para recuperar a amostra de *P. multocida* inoculada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Características fenotípicas

Em cultivos de 18 horas, as colônias isoladas apresentavam-se grandes (com até 1,8 mm de diâmetro), translúcidas e com maior ou menor aspecto mucóide, tendendo a se tornar confluentes. Não mostraram hemólise em placa de ágar-sangue e não cresceram em ágar Mac Conkey. As reações bioquímicas foram as características da espécie.

Tipificação das amostras

Das 24 amostras, 23 foram classificadas como tipo capsular A e uma como tipo D (amostra 1/95). Esses resultados foram similares aos encontrados por outros autores (PIJOAN et al., 1983; IWAMATSU e SAWADA, 1988; AWAD-MASALMEH et al., 1994), que reforçam a afirmação de RUTTER (1983), PIJOAN (1992) e ZHAO et al. (1992) de que as cepas de *P. multocida* tipo A são mais importantes no processo pneumônico do que as do tipo D. Acredita-se que a razão pela qual as cepas do tipo A são encontradas como maior freqüência no pulmão estaria relacionada com a presença de cápsula de ácido hialurônico, o que dificultaria a fagocitose pelos macrófagos alveolares (PIJOAN, 1992).

Determinação da virulência em camundongo

Os valores da DL 50 constam na Tabela 1, observando-se grande diferença entre elas, variando de < 1 até $10^{10,2}$ UFC. A amostra mais patogênica foi a 710, isolada de caso clínico, e a menos patogênica foi a FII14, isolada de pulmões coletados em frigoríficos.

Na Tabela 2, são apresentados os dados de virulência comparativa entre amostras isoladas de casos clínicos e aquelas de materiais de frigoríficos. Com o número de amostras utilizadas, não foi possível afirmar serem as isoladas de casos clínicos mais virulentas do que as isoladas a partir de pulmões de frigoríficos. No estudo de algumas amostras (indicadas como "ND" na Tabela 2) todos os camundongos morreram, não sendo possível determinar com precisão as unidades formadoras de colônia que seriam necessárias para matar 50% dos camundongos.

Diferenças na virulência entre amostras de *P. multocida* têm sido descritas por outros autores. CHANDRASEKARAN e YEAP (1982) ao estudarem amostras isoladas de suínos observaram que aquelas pertencentes ao sorotipo B foram altamente virulentas, as do tipo A moderadamente e as do tipo D as menos virulentas. Em coelhos, OKERMAN et al. (1979) observaram grande diferença na DL50 com a inoculação subcutânea. As amostras que haviam causado septicemia foram mais virulentas (DL50 < 10^3) do que as que determinaram apenas lesões localizadas no sistema respiratório (DL50 > 10^6).

Vários autores têm estudado a relação entre a virulência e a presença ou não de determinadas estruturas na célula bacteriana (CURTIS et al., 1980). Já foi comprovada a associação entre a presença de cápsula e a virulência de cepas de *P.*

multocida por diversos modelos experimentais (DE KRUIF, 1921; HEDDLESTON et al., 1964). Entretanto, outros autores não confirmaram essa correlação (CURTIS et al., 1980). Esses autores não encontraram relação entre virulência e morfologia colonial ou bacteriana, concluindo que a cápsula não é um indicativo de virulência. Salientam ainda que a natureza da virulência da *P. multocida* é obscura, mas que a ausência de virulência para camundongo de pelo menos uma amostra pode ter sido causada pela perda de um plasmídio. Entretanto, DIALLO et al. (1995) observaram correlação negativa entre a presença de plasmídios em amostras de *P. multocida* isoladas de cólera aviária e a virulência em camundongo.

TABELA 1 - Valores da DL 50 nas amostras de *P. multocida* estudadas

AMOSTRA	ORIGEM*	DL50
76	CC	$10^{3,7}$
Ta	CC	$10^{5,8}$
Fr	CC	$<10^{5,1}$
710	CC	< 1
Ca	CC	$10^{1,1}$
PII8	FRI	$10^{7,9}$
CII2	FRI	$10^{2,7}$
FII9	FRI	$10^{5,9}$
PIII19	FRI	$10^{2,1}$
1/95	CC	$<10^{2,4}$
805	CC	$10^{0,9}$
1265	CC	$<10^{3,3}$
PIII43	FRI	$10^{4,5}$
PI21	FRI	$<10^{5,6}$
PIII47	FRI	$10^{8,6}$
903	CC	ND
1133	CC	$10^{8,4}$
PI23	FRI	$10^{3,7}$
FII14	FRI	$10^{10,2}$
1621	CC	$<10^{3,9}$
1363	CC	$<10^{7,5}$
PI5	FRI	$10^{8,0}$
1628	CC	$<10^{4,4}$
PI7	FRI	$10^{8,9}$

* CC: casos clínicos; FRI: frigorífico
ND = não determinado

TABELA 2 - Distribuição dos valores das DL 50 entre as amostras de *P. multocida* isoladas de casos clínicos e de frigoríficos

DL50	% DE AMOSTRAS NA CATEGORIA	
	Casos Clínicos	Frigoríficos
$< 10^3$	30,80	18,20
10^3 a 10^6	15,30	27,30
$10^{6,1}$ a 10^9	7,70	36,30
$10^{9,1}$ a 10^{12}	0,0	9,10
ND	46,20	9,10
TOTAL	**100,00**	**100,00**

ND= Não determinado

Seriam necessários estudos adicionais para determinar a presença de determinadas estruturas e/ou fatores que poderiam explicar as diferenças observadas na DL50 em camundongo, tais como a produção de toxinas, variações no perfil molecular e a presença ou não de fímbrias ou outras adesinas nas cepas de *P. multocida*. Resultados preliminares de estudos em andamento no nosso laboratório (não publicados) indicam não haver relação entre a produção de toxinas por algumas cepas e a sua virulência em camundongo, bem como com as diferenças obtidas por padrões de polimorfismo molecular determinado através da análise do comprimento de fragmentos, produzidos por enzimas de restrição (RFLP) do gene codificador de uma proteína da membrana externa (*OmpH*) amplificado pela reação em cadeia da polimerase (PCR).

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente trabalho indicaram haver grande diferença nas DL50 de *P. multocida* entre as amostras estudadas, variando de < 1 até $10^{10,2}$ UFC. Não foi observada diferença de virulência entre as amostras isoladas de casos clínicos e de pulmões de frigoríficos.

BIBLIOGRAFIA CITADA

AWAD-MASALMEH, M.; KOUROUMA, G.; KÖFER, J.; SCHUH, M. Investigations on *Pasteurella multocida* lesions of slaughter swine suffering from chronic respiratory disorders. In: INTERNATIONAL PIG VETERINARY SOCIETY CONGRESS, 13., 1994, Bangkok. **Proceedings...**Bangkok: Poomvises and Pringsri Ingkanium, 1994. p.172.

CARTER, G.R.; RUNDELL, D.W. Identification of type

A strains of *Pasteurella multocida* using staphylococcal hyaluronidase. **Veterinary Record**, London, v.87, p.343, 1975.

CARTER, G.R.; SUBRONTO, P. Identification of type D strains of *Pasteurella multocida* with acriflavine. **American Journal of Veterinary Research**, Schaumburg, v.34, p.293-294, 1973.

CHANDRASEKARAN, S.; YEAP, P.C. *Pasteurella multocida* in pigs: the serotypes and the assessment of their virulence in mice. **British Veterinary Journal**, London, v.138, p.332-336, 1982.

COWAN, S.T. **Cowan and Steel's manual for the identification of medical bacteria**. 2.ed. Cambridge: Cambridge University Press , 1975. 238 p.

CURTIS, P.E.; OLLERHEAD, G.E.; ELLIS, C.E. Virulence and morphology of *Pasteurella multocida* of avian origin. **Veterinary Record**, London, v.107, p.105-108, 1980.

DE JONG, M.F.; OEI, J.L.; TESTENBURG, G.J. AR-pathogenicity-test for *Pasteurella multocida* isolates. In: INTERNATIONAL PIG VETERINARY SOCIETY CONGRESS, 6., 1984, Copenhagen. **Proceedings...** Copenhagen: Nielsen, N.C., 1984. p.211.

DE KRUIF, P.H. Dissociation of microbic species. Coexistence of individual of different degrees of virulence in cultures of the bacillus of rabbit septicemia. **Journal of Experimental Medicine**, New York, n.33, p. 773-789, 1921.

DIALLO, I.S.; BENSINK, J.C.; FROST, A.J.; SPRADBROW, P.B. Molecular studies on avian strains of *Pasteurella multocida* in Australia. **Veterinary Microbiology**, Amsterdan, v.46, p.335-342, 1995.

HEDDLESTON, K.L.; WATHO, L.P.; REBERS, P.A. Disssociation of a fowl cholera strain of *Pasteurella multocida*. **Avian Diseases**, Kennett Square, v.8, p.649-657, 1964.

IWAMATSU, S.; SAWADA, T. Relationship between serotypes, dermonecrotic toxin production of *Pasteurella multocida* isolates and pneumonic lesions of porcine lung. **Japanese Journal of Veterinary Science**, Tokyo, v.50, n.6, p.1200-1206, 1988.

KARBER, G. Biological standardization. In: CRUICKSHANK, R. (Ed.) **Medical Microbiology**. Edinburgh: E.& S. Livingstone, 1975. p.315.

OKERMAN, L.; SPANOGHE, L.; DE BRUYCKR, M. Experimental infections of mice with *Pasteurella multocida* isolated from rabbits. **Journal of Comparative Pathology**, New York, v. 89, 1979.

PIJOAN, C. Pneumonic Pasteurellosis. In: LEMAN, A. (Eds.) **Diseases of Swine**. 7. ed. Iowa: Iowa State University Press, 1992. p.552-559.

PIJOAN, C.; FUENTES, M. Severe pleuritis associated with certain strains of *Pasteurella multocida* in swine. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, Chicago, v.191, n.7, p.823-826, 1987.

PIJOAN, C.; MORRISON, R.B.; HILLEY, H.D. Serotyping of *Pasteurella multocida* isolated from swine lungs collected at slaughter. **Journal of Clinical Microbiology**, Washington, v.17, n.6, p.1074-1076, 1983.

RANGEL, M.F.; AGUADÉ, C.P. *Pasteurella multocida* fimbriada como agente desencadenante de pleuritis y neumonia fibrinosa en cerdos. **Veterinaria México**, México, v.3, p.231-233, 1992.

RUTTER, J.M. Virulence of *Pasteurella multocida* in athrophic rhinitis of gnotobiotic pigs infected with *Bordetella bronchiseptica*. **Research in Veterinary Science**, Oxford, v.34, p.285-287, 1983.

STEPAN, A.L. Tipificação e sensibilidade de amostras de *Pasteurella multocida* isoladas a partir de lesões de pleurite em suínos terminados. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 72p. Dissertação (Mestrado em Veterinária) Faculdade de Veterinária, UFRGS, 1995.

ZHAO, G.; PIJOAN, C.; MURTAUGH, M.P. Epidemiology of *Pasteurella multocida* in a farrow-to-finish swine herd. In: INTERNATIONAL PIG VETERINARY SOCIETY CONGRESS, 12., 1992, The Hague. **Proceedings...** The Hague: Animal Health Services in the Southerm Netherlands, 1992. 157p.

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 agronômicas 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.

BIBILIOGRAFIA 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.** Charlotesville: 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.