

PESQUISA AGROPECUÁRIA GAÚCHA

ISSN 0104-9070

Volume 7	Número 1	2001
CONTEÚDO		Página
SEÇÃO: AGRONOMIA		
- Composição química dos principais cereais de inverno do Brasil. GUARIENTI, E.M.; LUCA, L. de J. A. DEL; FONTANELI, R.S.; ZANOTTO, D.L.....		07
- Modelos para determinação não-destrutiva da área das filhas do pepineiro cultivado em estufa plástica. NIED, A.H.; DALMAGRO, G.A; HELDWEIN, AB.....		15
- Extração de nutrientes pela videira cv. Cabernet Sauvignon na serra gaúcha. GIOVANNINI, E.; FRÁGUAS, J.C.; MIELE, A.; BARRADAS, C.I.N.		27
- Estudo comparativo de três metodologias de diagnose nutricional foliar para videira. GIOVANNINI, E.; FRÁGUAS, MIELE, A.; J.C.; BARRADAS, C.I.N.....		41
- Rendimento de grãos de milho e de sorgo em sistemas de rotação de culturas SANTOS, H.P. dos; LHAMBY, J.C.B.....		49
- Efeitos de culturas de inverno e rotações sobre a soja cultivada em sistema de plantio direto. SANTOS, H.P. dos; ROMAN, E.S.		59
- Efeito de métodos de preparo de solo no inverno e de rotação de culturas no rendimento de grãos de soja. SANTOS, H.P. dos; LHAMBY, J.C.B.; LIMA, M.R. de.....		69
- Introdução e avaliação de gramíneas perenes de verão no Alto Vale do Itajaí, Santa Catarina. FLARESSO, J.A.; GROSS, C.D.; ALMEIDA, E.X. de		77
- Micropropagação de erva-mate (<i>Ilex paraguariensis</i> St. Hil.). HÖRNER, L. de A.; AUGUSTIN, L.; FORCELIN, C.A.; MIELKE, M.S.; SUZIN, M., DENARDIN, N.D.		87
- Probabilidade de ocorrência de valores de radiação solar prejudiciais ao cultivo do pepineiro na região do Baixo Vale do Taquari, RS. BURIOL, G.A.; HELDWEIN, A.B.; ESTEFANEL, V.; MATZENAUER, R.; MARCON, I.A.		97
- Levantamento de coccinelídeos (Coleoptera, Coccinellidae) predadores em plantas cítricas. SILVA, D.C. da; CORDEIRO, E.O.; CORSEUIL, E.		105
- Flutuação populacional do ácaro da falsa-ferrugem <i>Phyllocoptruta oleivora</i> (ASHMEAD, 1879) (Acari, Eriophyidae) em pomares de citros da região oeste catarinense. CHIARADIA, L.A.....		111
SEÇÃO: RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS		
- Mortalidade, sobrevivência e longevidade de <i>Geophagus Brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1824) no açude Águas Belas, Viamão, RS. SANTOS, G.O.		121
- Substituição parcial de levedura de cana por farelo de soja na alimentação de larvas de piavuçu <i>Leporinus Macrocephalus</i> . RADÜNZ NETO, J.; MELO, J.F.B.; TROMBETA, C.G.; MEDEIROS, T.S.....		127
- Uso de diferentes fontes e níveis de lipídios na alimentação de alevinos de jundiá <i>Rhamdia quelen</i> . MELO, J.F.B.; RADÜNZ NETO, J.; SILVA, J.H.S. da		135
ARTIGO DE REVISÃO		
- Planejamento alimentar de animais: Proposta de gerenciamento para o sistema de produção à base de pasto. POLI, C.H.E.C.; CARVALHO, P.C. de F.		145

PESQUISA AGROPECUÁRIA GAÚCHA

ISSN 0104-9070

Volume 7	Número 1	2001
Contents		Page
SECTION: AGRONOMY		
- Chemical composition of main Brazilian winter cereals. GUARIENTI, E.M.; LUCA, L. de J. A. DEL; FONTANELI, R.S.; ZANOTTO, D.L.		07
- Models for non destructive determination of the leaf area of cucumber grown inside a plastic greenhouse. NIED, A.H.; DALMAGRO, G.A; HELDWEIN, A. B.		15
- Nutrient extraction by Cabernet Sauvignon vines in the serra gaúcha region. GIOVANNINI, E.; FRÁGUAS, J.C.; MIELE, A.; BARRADAS, C.I.N.		27
- Comparative study of three methods of nutritional diagnosis for grapevines. GIOVANNINI, E.; FRÁGUAS, J.C.; MIELE, A.; BARRADAS, C.I.N.		41
- Yield of corn and sorghum in crop rotation systems. SANTOS, H.P. dos; LHAMBY, J.C.		49
- Effects of winter crops and rotation systems on soybean grown under no-tillage. SANTOS, H.P. dos; ROMAN, E.S.		59
- Effect of soil tillage methods in winter and crop rotations on soybean yield. SANTOS, H.P. dos; LHAMBY, J.C.B.; LIMA, M.R. de		69
- Introduction and evaluation of perennial tropical grasses in the Alto Vale do Itajaí region, Santa Catarina State, Brazil. FLARESSO, J.A.; GROSS, C.D.; ALMEIDA, E.X. de		77
- Micropropagation of erva-mate. HÖRNER, L. de A.; AUGUSTIN, L.; FORCELIN, C.A.; MIELKE, M.S.; SUZIN, M. DENARDIN; N.D.		87
- Probability of harmful solar radiation to cucumber in the Baixo Vale do Taquari, Region, RS. BURIOL, G.A.; HELDWEIN, A.B.; ESTEFANEL, V.; MATZENAUER, R.; MARCON, I.A.		97
- Survey of predatory coccinelids (Coleoptera, Coccinellidae) in citric plants. SILVA, D.C. da; CORDEIRO, E.O.; CORSEUIL, E.		105
- Population fluctuation of citrus rust mite <i>Phyllocoptruta oleivora</i> (Ashmead, 1879) (Acari, Eriophyidae) in citrus orchards in the west of Santa Catarina. CHIARADIA, L.A.		111
SECTION: RENEWABLE NATURAL RESOURCES		
- Mortality, survival and longevity of <i>Geophagus brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1824) at Águas Belas reservoir (Viamão, RS, Brazil) (Teleostei, Cichlidae). SANTOS, G.O.		121
- Soybean meal as a partial substitute for molasse yeast in the feeding of piavuçu <i>Leporinus macrocephalus</i> larvae. RADÜNZ NETO, J.; MELO, J.F.B.; TROMBETA, C.G.; MEDEIROS, T.S.		127
- Use of different levels and sources of lipids in the feeding of catfish <i>Rhamdia quelen</i> fingerlings. MELO, J.F.B.; RADÜNZ NETO, J.; SILVA, J.H.S. da		135
REVIEW: ARTICLE		
- Animal feed planning: a management proposal for the production system based on pasture. POLI, C.H.E.C.; CARVALHO, P.C. de F.		145

SEÇÃO: AGRONOMIA

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS PRINCIPAIS CEREAIS DE INVERNO DO BRASIL

ELIANA MARIA GUARIENTI¹, LEO DE JESUS ANTUNES DEL DUCA¹, RENATO SÉRENA FONTANEL² E DIRCEU LUIS ZANOTTO³

RESUMO – O milho é o principal cereal utilizado na alimentação de suínos e aves. A oscilação de seu preço, ocorrida nos últimos anos, despertou interesse pelo uso de outros alimentos que o substituíssem. No Brasil, há pouca informação quanto à viabilidade técnica e econômica do uso de cereais de inverno como alimentação alternativa para animais. Para isso, o conhecimento da composição química é de fundamental importância no estabelecimento de formulação de rações para diferentes espécies de animais. O objetivo deste estudo foi verificar a composição química dos grãos dos principais cereais de inverno produzidos no país (aveia branca, aveia preta, centeio, cevada, triticale e trigo). Amostras dos grãos de experimento de campo instalado na Embrapa Trigo, em Passo Fundo, RS, com delineamento experimental de blocos casualizados e com três repetições, foram analisadas na Embrapa Suínos e Aves, em Concórdia, SC, em relação à matéria seca, à proteína bruta, ao extrato etéreo, à fibra bruta, à matéria mineral, aos extrativos não-nitrogenados e à energia bruta. Em relação à composição química, os resultados obtidos com os diferentes cereais de inverno foram comparativamente vantajosos em relação ao milho, fornecendo indicações de que eles apresentam potencialidade para a utilização como alternativa na formulação de rações.

Palavras-chave: trigo, aveia, triticale, centeio, cevada, milho, bromatologia.

CHEMICAL COMPOSITION OF MAIN BRAZILIAN WINTER CEREALS

ABSTRACT - Corn is the main cereal used in Brazil for pigs and poultry feeding. Its price variation in the last years has led to contemplate the use of other alternatives to its substitution. There is little information in Brazil regarding technical and economic viability of winter cereals use as an alternative feeding for animals. Therefore, knowledge of the chemical composition is of paramount importance in the feeding formulation for different animal species. This study aimed to verify the chemical composition of the grains of the main winter cereals produced in the country (white oats, black oats, rye, barley, triticale and wheat). Winter cereal grain samples of a field trial planted in Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, under a randomized block design with three replications were analysed in Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC, relatively to dry matter, crude protein, fat, crude fibre, ash, non-nitrogenous substances

¹ Eng. Agr., Dr., ² Eng. Agr., PhD, Embrapa Trigo, Caixa Postal 451, 99001-970, Passo Fundo, RS, Brasil, ³ Biólogo, MSc., Embrapa Suínos e Aves, Caixa Postal 21, 89700-000, Concórdia, SC, Brasil

Recebido para publicação em 23-02-2000.

and crude energy. The results obtained with the different winter cereals were advantageous comparatively to corn in animal feeding formulation, suggesting that they show potentiality to be used as a viable alternative.

Key words: Wheat, oats, triticale, rye, barley, corn, bromatology.

INTRODUÇÃO

O milho, que é o principal componente na formulação de rações para suínos e aves, tem tido sua produção e comercialização altamente dependentes da instável política agrícola do país nos últimos anos (FIALHO et al, 1992). Assim, faz-se necessária a análise de outras alternativas econômicas, além do milho, visando a reduzir a ociosidade de áreas no estado durante o inverno. Conforme dados apresentados por VIEIRA e ZARPELLON (1994), o milho, que é a fonte tradicional de energia em rações de suínos e aves, apresenta 87,5 % de matéria seca, 8,7 % de proteína bruta, 2,2 % de fibra bruta e 3,8 % de extrato etéreo.

Segundo a COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA (1995), a aveia assume um papel cada vez mais importante como cultivo de inverno no sistema de produção do sul do Brasil. As razões principais do crescimento da área de cultivo são as múltiplas formas de utilização do grão: alimentação humana, alimentação animal, formação de pastagens de inverno — em cultivo isolado ou consorciado —, elaboração de feno e também como adubo verde. Conforme FLOSS (1988), a aveia branca (*Avena sativa* L.), devido ao seu alto teor de proteínas nos grãos — se comparado ao dos demais cereais de inverno —, pode ser introduzida como importante fonte protéica na alimentação humana, especialmente na elaboração de alimentos para crianças, e como insumo no preparo de rações para animais. De acordo com PITOL (1988), a aveia branca e a aveia amarela (*Avena bysantina* L.) são denominadas aveia 'indústria' devido ao seu aproveitamento industrial; já a aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) não tem valor industrial para alimentação humana, podendo, entretanto, ser cultivada para produção

de grãos destinados à alimentação animal.

A aveia preta é a espécie de aveia mais indicada para o cultivo como cobertura do solo por sua alta produção de matéria seca e adaptação a solos ácidos com baixa disponibilidade de nutrientes (COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 1995). Segundo REIS et al (1992), o cultivo de forrageiras de inverno tem sido preconizado como uma alternativa viável para a alimentação de ruminantes. Dentre as espécies recomendadas, a aveia preta tem sido a mais usada devido à sua resistência a doenças e ao baixo valor industrial de seus grãos (GODOY e BATISTA, 1990).

Segundo BAIER (1994), o centeio (*Secale cereale* L.) é cultivado para pastejo e produção de grãos no Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul. Na alimentação animal, os grãos podem ser consumidos se misturados com outros cereais. A perspectiva para o centeio no Brasil passa por uma transição, pois cooperativas e indústrias estão montando novos moinhos para centeio, ou ampliando os existentes, o que deve contribuir para normalizar a oferta de farinha e regular o abastecimento dos subprodutos do centeio.

De acordo com BELLAYER et al (1987), o uso de cevada em alimentação animal é uma prática corrente no Canadá, na Escandinávia e na Europa em geral. A cevada tem sido considerada como um adequado ingrediente na alimentação de suínos, principalmente, por conter teores de proteína bruta e de aminoácidos essenciais mais elevados que os do milho — embora possua alto conteúdo de fibra bruta e menos energia que o milho (CORNEJO et al, 1973). Estudos realizados por BELLAYER et al (1987) concluíram que o melhor nível de substituição do milho por cevada foi de 2,5 % para a alimentação de suínos.

O triticale (*X Triticosecale* Wittmack) é o primeiro cereal criado pelo homem com impacto econômico significativo. Por conter os genomas de trigo e de centeio, o triticale tem potencial para combinar características favoráveis das duas espécies. O triticale, com parte da rusticidade do centeio, apresenta potencial agrônomo para ocupar expressiva parte das áreas que permanecem sem cultivo no inverno. Inicialmente, objetivava-se usá-lo como substituto de trigo na alimentação

humana, mas sua qualidade foi considerada deficiente, tendo havido, a partir de 1990, aumento da demanda para a alimentação de suínos e aves. A demanda por ração para estes animais na entressafra do milho (outubro-janeiro) é outro fator que poderá impulsionar o cultivo do triticale (BAIER et al, 1994). Segundo VIEIRA e ZARPELLON (1994), uma vantagem apresentada pelo triticale é que, ao entrar como ingrediente de rações, ele substitui, além do milho, uma parte do farelo de soja, pois tem valores de energia próximos aos do milho e de proteína ainda superiores. Isto determina redução no custo de rações devido ao menor custo unitário de triticale em relação ao farelo de soja.

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é o mais importante dos grãos de cereais, fornecendo mais nutrição para as nações do mundo que qualquer outro alimento (WHEAT FLOUR INSTITUTE, 1966). O farelo de trigo é empregado como ingrediente nas fábricas de rações para animais e como complemento dietético (GUARIENTI, 1993). Segundo FIALHO et al (1986), o farelo de trigo constitui uma fonte energética alternativa de formulação de rações para suínos. Sua inclusão, em níveis de até 20 %, em rações de crescimento e, de até 30 %, em rações de terminação de suínos demonstrou sua viabilidade biológica.

Devido às baixas temperaturas no inverno, torna-se crítica a situação das pastagens naturais nas principais áreas de pecuária do RS, o que tem levado a um aumento na terminação de bovinos no planalto sul-rio-grandense, onde também tem crescido a atividade leiteira. Nessa região, é tradicional o cultivo de cereais de inverno, o que contribui para uma maior sustentabilidade dos agroecossistemas pelo incremento de atividades ligadas à integração lavoura-pecuária (DEL DUCA et al, 1994). Portanto, evidencia-se a necessidade de estudar culturas alternativas de estação fria que possam contribuir, mais efetivamente, para uma exploração racional da propriedade, visando ao aproveitamento como pastagem, feno ou silagem. Essas atividades direcionam ao emprego dos cereais de inverno para duplo propósito (forragem e grão), caracterizando a importância econômica do uso dos grãos em alimentação humana ou animal.

Dessa maneira, procurou-se, no presente estudo, comparar dados bromatológicos, obtidos

em experimento conduzido com cereais de estação fria, (aveia branca, aveia preta, centeio, cevada, trigo e triticale) com dados de literatura, obtidos em milho — cultura de verão e principal cereal usado em alimentação animal.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na Embrapa Trigo, localizada em Passo Fundo, RS, em 17/05/94. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com três repetições. As parcelas eram constituídas de cinco linhas de quatro metros de comprimento, sendo a área útil correspondente às três linhas centrais. Usaram-se espaçamentos de 0,4 metros entre parcelas e de 0,2 metros entre as linhas. Foi usada a densidade média de semeadura, para os diferentes cereais, de 300 sementes aptas por metro quadrado. Empregou-se a adubação, na base, de 200 kg/ha de NPK (5-25-25), de 30 kg de N/ha, no perfilhamento e de 60 kg de N/ha, durante o alongamento. Não foi empregado nenhum tratamento fitossanitário. Os genótipos usados foram as aveias brancas UPF 14 e UPF 15, a aveia preta comum, o centeio BR 1, a cevada BR 2, o triticale BR 4, os trigos de ciclo vegetativo longo IPF 41004, IPF 55204, PF 87451 e BRS 176 e os trigos precoces BR 23 e Embrapa 16. A colheita das parcelas foi realizada após o ponto de maturação fisiológica. Amostras de grãos das parcelas foram trituradas no moinho experimental Cyclotec, com peneira de malha de 0,5 mm e, após, homogeneizadas, embaladas e enviadas para análise no Laboratório de Nutrição Animal da Embrapa Suínos e Aves, localizada em Concórdia, SC. As determinações dos teores de matéria seca (MS), nitrogênio total (NT), fibra bruta (FB), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM) foram realizadas utilizando-se os procedimentos descritos pela ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (1984). Os teores de proteína bruta (PB) foram calculados utilizando-se o fator de 6,25 x NT para todos os cereais. O valor de energia bruta (EB) foi determinado segundo PARR INSTRUMENT CO (1984). Os valores de extrativos não-nitrogenados (ENN) foram obtidos por meio do cálculo: $ENN = 100 - (\% \text{ umidade} + \% \text{ PB} + \% \text{ FB} + \% \text{ EE} + \% \text{ MM})$.

A normalidade da distribuição das amostras foi analisada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov (COSTA NETO, 1977). E, para normalizar a distribuição das amostras, as variáveis extrato etéreo e fibra bruta foram submetidas à transformação angular (arcoseno), e a energia bruta à logarítmica. Como teste de comparação de médias, usou-se o teste de Duncan, em nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise da variância para o teste de comparação de médias dos diferentes cereais de inverno estudados, constataram-se diferenças significativas em nível de 1% de probabilidade para todas as análises de composição química.

Na Tabela 1 é apresentada a comparação estatística entre as médias dos diferentes cereais de inverno estudados, relativamente à composição química centesimal obtida.

Nas Figuras 1 a 7, comparam-se os resultados obtidos, neste estudo, quanto à matéria seca, à matéria mineral, à fibra bruta, aos extrativos não-nitrogenados, ao extrato etéreo, à energia bruta e às proteínas totais, relativamente, aos valores obtidos com milho, em estudo realizado pela EMBRAPA-CNPQA (1991). As comparações com milho são efetuadas com base na literatura por se tratar de cultura de verão que não poderia ser semeada no inverno.

Na Figura 1 estão representados os

percentuais de matéria seca dos diferentes cereais de inverno obtidos neste trabalho e do milho. A comparação dos dados absolutos nos permite verificar que o milho apresenta teor de matéria seca menor (87,45 %) que os demais cereais. O acréscimo de matéria seca dos cereais estudados, em relação ao milho, variou de 0,60 % (trigo Embrapa 16) a 4,13 % (aveia branca UPF 15). Os maiores valores (acima de 90 %) deste componente foram obtidos pelas aveias branca e preta, que foram estatisticamente superiores aos demais cereais (Tabela 1).

Os dados de matéria seca obtidos neste experimento são semelhantes aos observados, por MCDOWELL et al (1974), em cevada e trigo e, por FREITAS et al (1994), em aveia branca, triticale e trigo.

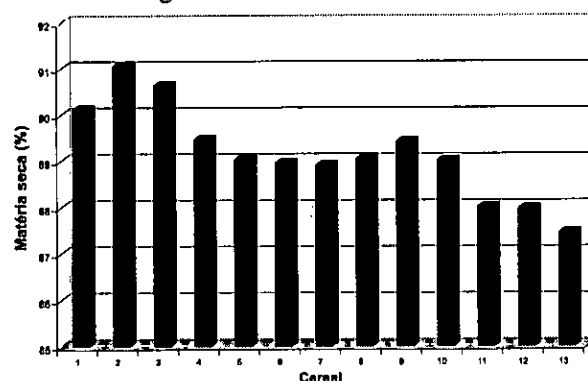


Figura 1 - Percentual de matéria seca dos seguintes cereais: 1 - aveia branca UPF 14; 2 - aveia branca UPF 15; 3 - aveia preta comum; 4 - centeio BR 1; 5 - cevada BR 2; 6 - triticale BR 4; 7 - trigo IPF 41004; 8 - trigo IPF 55204; 9 - trigo BRS 176; 10 - trigo PF 87451; 11 - trigo BR 23; 12 - Embrapa 16; 13 - milho (dados extraídos de EMBRAPA - CNPQA, 1991)

Tabela 1 - Composição química dos grãos de diferentes cereais de inverno, obtidos no município de Passo Fundo, RS

GENÓTIPOS	MS ¹	PB ²	EE ³	FB ⁴	MM ⁵	ENN ⁶	EB ⁷
Av. branca UPF 14	90.12b	12.72c	4.82b	12.79a	2.78a	66.87c	4612.92b
Av. branca UPF 15	91.06a	13.24c	5.96a	8.88b	2.46b	67.94c	4684.34a
Av. preta comum	90.63ab	15.93a	4.54b	8.76b	2.88a	67.87c	4609.79b
Centeio BR 1	89.46c	15.88a	2.14c	3.34cd	2.03cd	76.26cd	4368.01c
Cevada BR 2	89.03c	10.89d	1.99cd	3.89cd	2.37b	80.81a	4299.37de
Triticale BR 4	88.95c	14.24b	1.53d	2.50cd	2.11c	79.59ab	4329.77cde
Trigo IPF 41004	88.90c	13.30c	1.84cd	1.98d	1.86def	81.01a	4317.40cde
Trigo IPF 55204	89.04c	14.63b	1.97cd	4.50c	1.85def	74.40d	4300.51de
Trigo BRS 176	89.42c	12.95c	1.70cd	2.29d	1.73f	81.32a	4291.89e
Trigo PF 87451	89.01c	16.24a	1.86cd	2.19d	1.95cde	77.73bc	4367.69c
Trigo BR 23	88.01d	14.45b	1.83cd	2.17d	1.46g	80.06ab	4339.27cde
Trigo Embrapa 16	87.97d	14.55b	1.65cd	2.89cd	1.79ef	79.10ab	4356.95cd
MÉDIAS	89.30	14.08	2.65	4.68	2.11	76.08	4406.49
C.V. (%)	0.44	3.24	12.72	26.72	5.91	2.10	0.90

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente pelo Teste de Duncan, em nível de 5 % de probabilidade.

¹Matéria seca, %; ²Proteína bruta, %; ³Extrato etéreo, %; ⁴Fibra bruta, %; ⁵Matéria mineral, %; ⁶Extrativos não-nitrogenados, %;

⁷Energia bruta, kcal/kg.

Observando-se os percentuais de matéria mineral apresentados na Figura 2, verifica-se que o milho apresentou o menor teor deste componente (1,18 %) — comparativamente aos cereais estudados. Os percentuais de matéria mineral variaram de 1,46 % (trigo BR 23) a 2,88 % (aveia preta comum), o equivalente a acréscimos, em relação ao milho, da ordem de 23,7 a 144 %, respectivamente. As aveias e a cevada apresentaram valores superiores estatisticamente significantes (Tabela 1).

Os dados obtidos de matéria mineral são similares aos observados, por MCDOWELL et al (1974), em cevada; por KENT (1983), em aveia branca, em centeio, em cevada, em tritcale e em trigo; por EMBRAPA-CNPISA (1991), em aveia branca, em cevada e em tritcale; por BAIER et al. (1994), em aveia branca, em centeio, em tritcale e em trigo e, por FREITAS et al (1994), em aveia branca, cevada, tritcale e trigo.

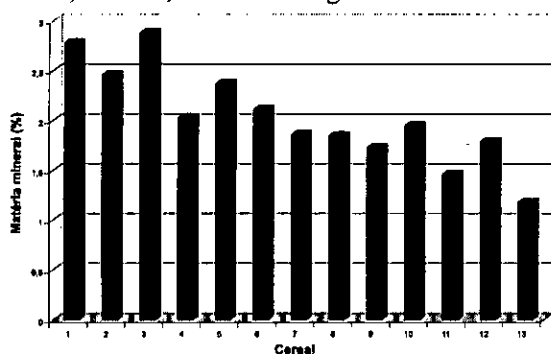


Figura 2 – Percentual de matéria mineral dos seguintes cereais: 1 - aveia branca UPF 14; 2 - aveia branca UPF 15; 3 - aveia preta comum; 4 - centeio BR 1; 5 - cevada BR 2; 6 - tritcale BR 4; 7 - trigo IPF 41004; 8 - trigo IPF 55204; 9 - trigo BRS 176; 10 - trigo PF 87451; 11 - trigo BR 23; 12 - Embrapa 16; 13 - milho (dados extraídos de EMBRAPA - CNPISA, 1991)

O trigo IPF 41004 apresentou teor de fibra bruta (Figura 3) cerca de 9 % inferior ao apresentado pelo milho. O trigo BR 23 apresentou o mesmo teor de FB que o milho e, nos demais trigos, foram observados percentuais superiores de 0,92 a 107 %. Nos demais cereais, os acréscimos de fibra bruta em relação ao milho foram de aproximadamente 54, 79, 304, 309 e 489 %, obtidos, respectivamente, no tritcale BR 4, no centeio BR1, na cevada BR 2, na aveia preta comum, na aveia branca UPF 15 e na aveia branca UPF 14. As aveias apresentaram, conforme a Tabela 1, os valores mais elevados e diferiram, estatisticamente, dos demais cereais em fibra bruta.

Resultados semelhantes aos dados obtidos foram observados, por MCDOWELL et al (1974), em aveia e em trigo; por KENT (1983), em centeio e em tritcale; por EMBRAPA-CNPISA (1991), em tritcale e trigo; por BAIER et al (1994), em centeio, em tritcale e em trigo e, por FREITAS et al (1994), em tritcale e trigo.

Os percentuais de extrativos não-nitrogenados obtidos na cevada BR 2 (80,81 %) e nos trigos IPF 41004 (81,01 %), BRS 176 (81,32 %) e BR 23 (80,06 %) foram levemente superiores ao obtido no milho (80 %). Os demais cereais estudados apresentaram teores de ENN inferiores ao apresentado pelo milho (Figura 4). A cevada, os trigos (excetuando IPF 55204 e PF 87451) e o tritcale mostraram valores, estatisticamente, mais elevados que os apresentados pelas aveias e pelo centeio (Tabela 1).

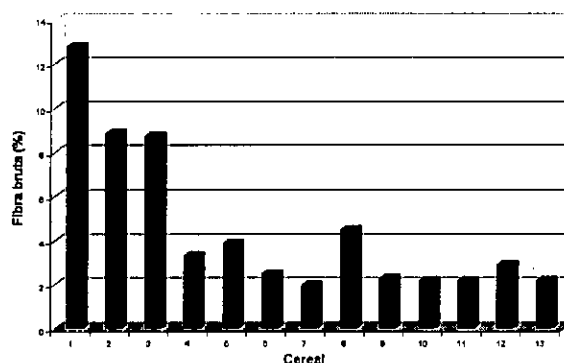


Figura 3 – Percentual de fibra bruta dos seguintes cereais: 1 - aveia branca UPF 14; 2 - aveia branca UPF 15; 3 - aveia preta comum; 4 - centeio BR 1; 5 - cevada BR 2; 6 - tritcale BR 4; 7 - trigo IPF 41004; 8 - trigo IPF 55204; 9 - trigo BRS 176; 10 - trigo PF 87451; 11 - trigo BR 23; 12 - Embrapa 16; 13 - milho (dados extraídos de EMBRAPA-CNPISA, 1991)

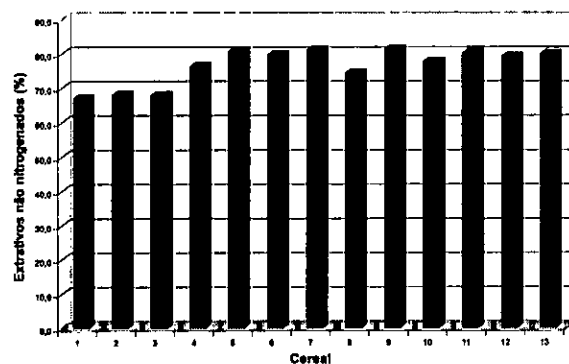


Figura 4 – Percentual de extrativos não-nitrogenados dos seguintes cereais: 1 - aveia branca UPF 14; 2 - aveia branca UPF 15; 3 - aveia preta comum; 4 - centeio BR 1; 5 - cevada BR 2; 6 - tritcale BR 4; 7 - trigo IPF 41004; 8 - trigo IPF 55204; 9 - trigo BRS 176; 10 - trigo PF 87451; 11 - trigo BR 23; 12 - Embrapa 16; 13 - milho (dados extraídos de EMBRAPA-CNPISA, 1991).

Verificando-se as informações da Figura 5, as aveias preta comum, branca UPF 14 e branca UPF 15 apresentaram percentuais de extrato etéreo de, respectivamente, 18,23, 25,52 e 55,21 % superiores ao obtido em milho. Os dados obtidos para as aveias foram estatisticamente superiores aos dos demais cereais (Tabela 1).

Em relação aos cereais analisados, foram observados valores similares de extrato etéreo, por MCDOWELL et al (1974), em aveia branca, cevada e triticale; por KENT (1983), em aveia branca, em centeio, em cevada, em triticale e em trigo; por EMBRAPA-CNPISA (1991), em cevada, em triticale e trigo; por BAIER et al (1994), em centeio, em triticale e em trigo e, por FREITAS et al (1994), em cevada e triticale.

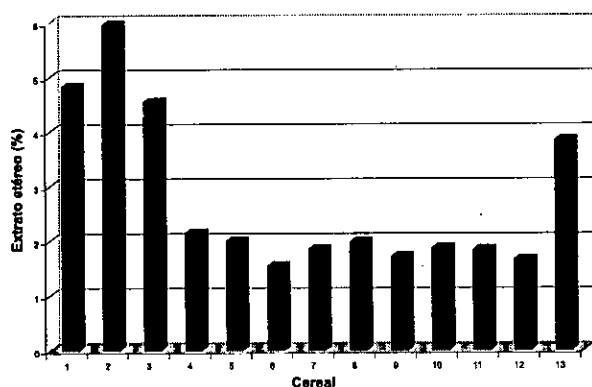


Figura 5 – Percentual de extrato etéreo dos seguintes cereais: 1 - aveia branca UPF 14; 2 - aveia branca UPF 15; 3 - aveia preta comum; 4 - centeio BR 1; 5 - cevada BR 2; 6 - triticale BR 4; 7 - trigo IPF 41004; 8 - trigo IPF 55204; 9 - trigo BRS 176; 10 - trigo PF 87451; 11 - trigo BR 23; 12 - Embrapa 16; 13 - milho (dados extraídos de EMBRAPA-CNPISA, 1991)

De acordo com as informações contidas na Figura 6, o milho apresentou menor teor de energia bruta que os cereais de inverno avaliados. A aveia branca UPF 15 apresentou o maior teor de energia bruta, comparativamente aos demais cereais, seguida da aveia branca UPF 14 e da aveia preta comum. Os dados de energia bruta obtidos neste experimento mostraram destaque para as aveias, semelhantemente aos resultados obtidos por EMBRAPA-CNPISA (1991).

Segundo dados constantes na Figura 7, o milho mostra menor teor de proteína bruta (8,68 %) que os cereais de inverno. A aveia branca UPF 15, o trigo IPF 41004, o triticale BR 4, o trigo BR 23, o trigo Embrapa 16 e o trigo IPF 55204 apresentaram teor de proteína bruta mais de 50 % superior ao

apresentado pelo milho, enquanto que para o centeio BR 1, a aveia preta comum e o trigo PF 87451, o acréscimo de proteínas foi mais de 75 % do valor observado no milho. Os trigos (excetuando BRS 176 e IPF 41004), a aveia preta, o centeio e o triticale apresentaram valores de proteína estatisticamente superiores aos apresentados pelas aveias brancas e pela cevada (Tabela 1).

Os dados de proteína bruta obtidos neste experimento são similares aos observados, por MCDOWELL et al (1974), em cevada; por KENT (1983), em cevada, em triticale e em trigo; por EMBRAPA-CNPISA (1991), em aveia branca e em trigo; por BAIER et al (1994), em triticale e em trigo e, por FREITAS et al (1994), em aveia branca, cevada e triticale.

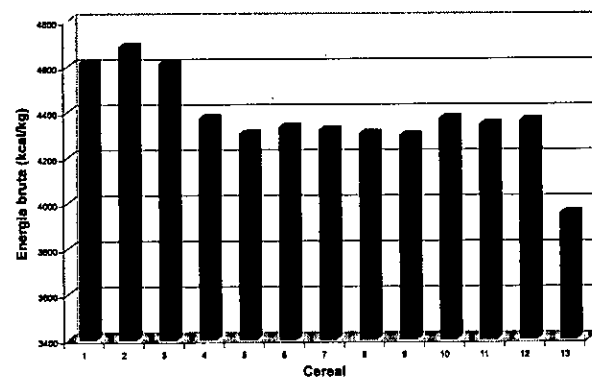


Figura 6 – Energia bruta dos seguintes cereais: 1 - aveia branca UPF 14; 2 - aveia branca UPF 15; 3 - aveia preta comum; 4 - centeio BR 1; 5 - cevada BR 2; 6 - triticale BR 4; 7 - trigo IPF 41004; 8 - trigo IPF 55204; 9 - trigo BRS 176; 10 - trigo PF 87451; 11 - trigo BR 23; 12 - Embrapa 16; 13 - milho (dados extraídos de EMBRAPA-CNPISA, 1991)

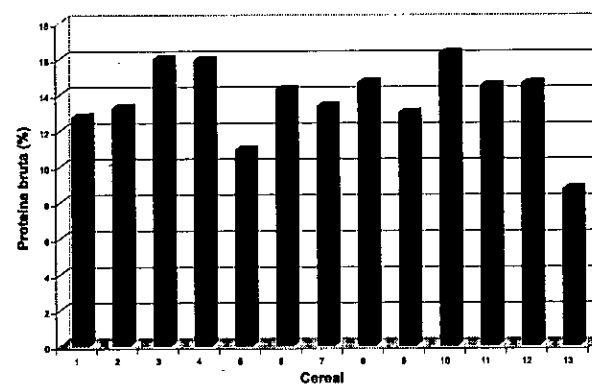


Figura 7 – Percentual de proteína bruta dos seguintes cereais: 1 - aveia branca UPF 14; 2 - aveia branca UPF 15; 3 - aveia preta comum; 4 - centeio BR 1; 5 - cevada BR 2; 6 - triticale BR 4; 7 - trigo IPF 41004; 8 - trigo IPF 55204; 9 - trigo BRS 176; 10 - trigo PF 87451; 11 - trigo BR 23; 12 - Embrapa 16; 13 - milho (dados extraídos de EMBRAPA-CNPISA, 1991)

Nas espécies em que foram estudados dois ou mais genótipos, foi observada expressiva variação intergenotípica para algumas características (Tabela 1):

a) Aveia branca - Observaram-se resultados mais altos em UPF 15, em relação a UPF 14, para matéria seca, energia bruta e extrato etéreo. Essa tendência inverteu-se para matéria mineral e fibra bruta. No entanto, os resultados de proteína bruta e extrativos não-nitrogenados das duas aveias não diferiram estatisticamente entre si.

b) Trigo - As variações entre genótipos não foram muito acentuadas quanto à matéria seca, energia bruta, extrato etéreo e matéria mineral. Entretanto, ocorreu maior variação para proteína bruta (maior destaque para PF 87451) e extrativos não-nitrogenados, salientando-se BRS 176 e IPF 41004.

Os dados obtidos no presente trabalho não estão em concordância com a informação citada por FLOSS (1988), na qual a aveia branca é, dentre os cereais de inverno, o que apresenta maior teor de proteínas. Excetuando-se a cevada BR 2, os demais cereais apresentaram, neste estudo, percentuais estatisticamente iguais ou superiores aos das aveias brancas.

Comparativamente aos dados fornecidos pela literatura (EMBRAPA-CNPQA, 1991), os teores de matéria seca, matéria mineral, energia bruta e proteína bruta de todos os cereais foram superiores aos obtidos no milho. Para extrato etéreo, apenas as aveias apresentaram percentuais

mais elevados que este cereal. Os trigos IPF 41004, PF 87451 e BR 23 exibiram teores de fibra bruta semelhantes ou inferiores aos obtidos no milho. Em formulação de rações, os resultados obtidos com os diferentes cereais de inverno foram comparativamente vantajosos em relação ao milho, fornecendo indicações de que eles podem ser utilizados como alternativas tecnicamente viáveis.

CONCLUSÕES

O estudo da composição química de grãos de seis cereais de inverno, conduzidos nas condições edafoclimáticas de Passo Fundo, RS, permitiu verificar que:

1) De uma maneira geral, as aveias apresentaram maiores valores relativos aos componentes matéria seca, energia bruta, extrato etéreo, fibra bruta e matéria mineral. Isto não se verificou quanto à proteína bruta e extrativos não-nitrogenados, embora a aveia preta tenha se destacado para o primeiro parâmetro.

2) Para proteína bruta, destacaram-se o trigo PF 87451, a aveia preta e o centeio BR 1. Quanto aos extrativos não-nitrogenados, os valores mais elevados corresponderam aos trigos BRS 176 e IPF 41004 e à cevada BR 2.

3) Os dados obtidos neste trabalho mostram a existência de potencial do uso dos cereais de inverno como substitutos do milho na formulação de rações para animais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (ARLINGTON, USA). **Official methods of analysis**. 14.ed. Arlington, 1984. 1141p.
- BAIER, A. C. **Centeio**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1994. 29p.
- BAIER, A. C.; NEDEL, J. L.; REIS, E. M.; WIETHÖLTER, S. **Triticale: cultivo e aproveitamento**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1994. 72p. (EMBRAPA-CNPT, Documentos,19).
- BELLAVER, C.; FIALHO, E.T.; PROTAS, J.F. da S.; LEH, G. Cevada, refugio de maltaria, como substituto do milho para suínos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.22, n.11/12, p.1257-1263, nov/dez.1987.
- COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA. **Recomendações tecnológicas para o cultivo da aveia**. Passo Fundo, 1995. 50p.
- CORNEJO, S.; POTOENJAK, J.; HOLMES, J. H. G.; ROBINSON, D. W. Comparative nutritional value of triticale for swine. **Journal of Animal Science**, v.36, n.1, p.87-93, 1973.
- COSTA NETO, P.L. **Estatística**. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda., 1977. 264p.
- DEL DUCA, L.J.A.; FONTANELI, R.S.; GUARIENTI, E.M.; PHILIPPOVSKY, J.F. Melhoramento genético visando seleção de trigos para duplo propósito. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 17., 1994, Passo Fundo, RS. **Resumos**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1994. p.141.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves. **Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves**. 3.ed. Concórdia, 1991. 97p. (Documentos, 19).
- FIALHO, E. T. ; BARBOSA, H. P. ; FERREIRA, A. S. ; GOMES, P.C. ; GIROTTO, A. F. Utilização da cevada em dietas suplementadas com óleo de soja para suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27, n.10, p. 1467-1475, out. 1992.
- FIALHO, E. T.; GOMES, P. C.; BELLAVER, C.; PROTAS, J.F. DA S.; COSTA, V. Níveis de farelo de trigo em rações de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.21, n.6, p. 665-671, jun. 1986.
- FLOSS, E.L. Aveia. In: BAIER, A. C. ; FLOSS, E.L.; AUDE, M. I. da S. **As lavouras de inverno-1: aveia, centeio, triticale, colza, alpiste**. Rio de Janeiro: Globo, 1988. v.1, p.17-74. (Coleção do Agricultor, Sul/Publicações Globo Rural).
- FREITAS, E. A. G. de; DUFLOTH, J. H.; GREINER, L. C. **Tabela de composição químico-bromatológica e energética dos alimentos para animais ruminantes em Santa Catarina**. Florianópolis: EPAGRI, 1994. 333p. (EPAGRI. Documentos,155).
- GODOY, R.; BATISTA, L.A.R. **Recomendações de cultivares de aveia forrageira para a região de São Carlos, SP**. São Carlos: EMBRAPA-UEPAE, São Carlos, 1990. 6p.EMBRAPA-UEPAE São Carlos (Comunicado Técnico,3).
- GUARIENTI, E. M. **Qualidade industrial do trigo**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1993. 27p. (EMBRAPA-CNPT. Documentos,8).
- KENT, N.L. Chemical composition of cereal. In: **Technology of cereals: an introduction for students of food science and agriculture**. 3.ed. Oxford: Pergamon Press, 1983. Chap.3, p.27-48.
- MCDOWELL, L.R.; CONRAD, J.H. THOMAS, J.E. ; HARRIS, L.E. (Orgs.); **Tabelas de composição de alimentos da América Latina**. Gainesville: Universidade da Flórida, 1974. p.4, p.28, p.44.
- PARR INSTRUMENT Co. (Moline II). **Instruction for the 1241 and 1242 diabatic calorimeters**. Moline, 1984. 29p. (Parr Manual, 153).
- PITOL, C. **A cultura da aveia no Mato Grosso do Sul**. Maracaju: COTRIJUI- CTC, 1988. 33p. (COTRIJUI- CTC. Boletim Técnico, 2).
- REIS, R.A.; RODRIGUES, L. R. de A.; CORN, O.; RESENDE, K.L. de. Efeitos de diferentes épocas de colheita sobre a produção de forragem e de sementes de aveia-preta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.27, n.1, p.111-117, jan. 1992.
- VIEIRA, S. L.; ZARPELLON, C. Potencial nutritivo do triticale na alimentação de aves e suínos. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.7, n. 2, p. 47-49, jun. 1994.
- WHEAT FLOUR INSTITUTE. **From wheat to flour: the story of man in a grain of wheat**. Chicago, 1966. 76p.

MODELOS PARA DETERMINAÇÃO NÃO-DESTRUTIVA DA ÁREA DAS FOLHAS DO PEPINEIRO CULTIVADO EM ESTUFA PLÁSTICA

ASTOR HENRIQUE NIED¹, GENEI ANTONIO DALMAGO², ARNO BERNARDO HELDWEIN³, SANDRO WILSMANN⁴

RESUMO - Foram obtidos modelos para estimar a área foliar do pepineiro através das dimensões lineares das folhas, bem como avaliar os modelos existentes na literatura obtidos em outros locais. O trabalho foi realizado no outono e na primavera de 2000, utilizando-se o híbrido “Marinda”, cultivado em estufa plástica no espaçamento de 25x100 cm, com as plantas conduzidas em haste única e sustentadas por um fio de ráfia. Mediram-se a largura máxima (L) e o comprimento (C) das folhas, e determinou-se a área do limbo foliar (AF) através do método dos discos. Pela análise de regressão, obtiveram-se os modelos com coeficiente de determinação (r^2) acima de 0,980. Dos modelos obtidos na literatura, apenas alguns apresentaram desempenho aceitável. Conclui-se que a área foliar do pepineiro pode ser estimada, para diferentes cultivares e ambientes, a partir apenas do comprimento da folha.

Palavras-chave: *Cucumis sativus* L., dimensão foliar, ambiente protegido, pepino.

MODELS FOR NON DESTRUCTIVE DETERMINATION OF THE LEAF AREA OF CUCUMBER GROWN INSIDE A PLASTIC GREENHOUSE

ABSTRACT - The objective of this study was to obtain models to estimate the leaf area of cucumber through linear measurements of its leaves. Also, existent models in literature obtained from other places were evaluated. The study was carried out during the fall and spring of 2000. The hybrid “Marinda” was grown inside a plastic greenhouse in the spacing of 25x100cm, with plants in a single stem sustained by a plastic thread. The maxim width (L) and the length (C) of leaves were measured, and the leaf area (AF) was determined through the disks method. The models with determination coefficient (R^2) above 0.980 were obtained by the regression analysis. Only some of the existent models in literature showed an acceptable performance. The conclusion was that the leaf area of cucumber may be estimated from leaf length only.

Key word: *Cucumis sativus* L., leaf area, models, protected environment.

¹ Aluno do curso de Agronomia, CCR, UFSM, bolsista de Iniciação Científica da FAPERGS

² Eng. Agr., aluno de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, UFSM, bolsista do CNPq

³ Prof. Tit. Dr. Departamento de Fitotecnia, CCR, UFSM, bolsista do CNPq, 97150-900, Santa Maria, RS, Brasil, heldwein@creta.ccr.ufsm.br

⁴ Aluno do curso de Agronomia – CCR – UFSM, bolsista de Iniciação Científica PIBIC/CNPq

Recebido para publicação em 30-10-2000.

INTRODUÇÃO

O conhecimento da área foliar das espécies vegetais é de grande importância quando se deseja modelizar o crescimento de culturas agrícolas, pois ela é responsável pela interceptação e absorção da radiação solar utilizada na produção biológica. E, juntamente com as condições de demanda atmosférica, possibilita explicar as necessidades hídricas de uma cultura, devido à sua relação com o processo de transpiração (VILLA NOVA e SENTELHAS, 1999). Isso contribui, como fundamento, para proceder adequadamente ao manejo da irrigação.

A partir da área foliar e, conseqüentemente, do índice de área foliar (IAF), é possível ajustar a data da semeadura de uma espécie — para que o maior IAF coincida com a máxima radiação solar disponível, maximizando a produção —, bem como ajustar o IAF à radiação solar disponível através de podas e desfolhamentos, aumentando a relação fonte - dreno da planta, favorecendo, assim, a frutificação. No caso do pepineiro (*Cucumis sativus*, L.), GALVANI et al. (2000) observaram que este apresenta uma relação muito estreita entre o seu índice de área foliar e o rendimento.

A estimativa da área foliar, utilizando modelos matemáticos, permite o monitoramento das mesmas plantas durante todo seu ciclo de desenvolvimento, possibilitando a redução do número de plantas a serem utilizadas em relação a outros métodos de determinação da área foliar (BENINCASA, 1986). Com os modelos, elimina-se a necessidade de destruição de plantas como ocorre, por exemplo, quando se utiliza o método dos discos.

Os modelos matemáticos descrevem a relação entre a área do limbo das folhas com suas dimensões lineares, comprimento e largura, de forma independente ou associada. Para a cultura do pimentão cultivado em estufa plástica, DALMAGO et al. (2001) concluíram que a estimativa da área foliar pode ser realizada com um modelo único durante todo o ciclo de desenvolvimento das plantas, utilizando somente o comprimento máximo da folha como variável independente. Os coeficientes de determinação de alguns modelos que utilizam apenas uma das dimensões lineares são, praticamente, os mesmos se comparados ao produto do comprimento pela largura das folhas, conforme observado por OLIVEIRA et al. (1995), para a cultura do meloei-

ro cultivado a campo. Da mesma forma, o comprimento máximo pode ser utilizado para a estimativa da área foliar das plantas de berinjela cultivada em estufa plástica, sem representar maiores erros significativos em relação ao produto do comprimento pela largura (FARIAS et al., 1999).

Das duas dimensões, o comprimento máximo pode ser determinado, mais facilmente e em menos tempo, seguindo-se o alinhamento da nervura central da folha — ao contrário da maior largura, que não tem uma marca definida da sua exata máxima posição e, portanto, fica mais sujeita a erros na determinação e exige mais tempo para sua medida. Com isso, reduz-se pela metade o número de determinações a serem realizadas a campo, estimando-se a área foliar com maior rapidez e praticidade.

Nos ambientes protegidos, os resultados para a cultura do morangueiro mostraram comportamento semelhante; porém, os modelos apresentaram coeficiente de determinação inferiores àqueles do ambiente externo (PIRES et al., 1999), em função, provavelmente, da alteração do formato das folhas devido à atenuação da radiação solar incidente sobre o dossel no interior das estufas e pelo aumento da proporção da radiação difusa proporcionada pelo filme plástico de cobertura (BURIOL et al., 1995).

Com relação ao pepineiro, ROBBINS e PHARR (1987) encontraram que a estimativa da área foliar pode ser realizada acuradamente para vários cultivares, a partir de um único modelo, utilizando o comprimento das folhas como variável independente. Acrescentaram, ainda, que o mesmo pode ser utilizado tanto para cultivos realizados no interior da estufa, quanto para o ambiente externo. Já para BLANCO e FOLEGATTI (2000), a largura é a dimensão linear da folha que melhor estima a área foliar do pepineiro não enxertado, cultivado em estufa. Para pepineiro enxertado, o modelo de regressão quadrática, no qual foi utilizada apenas a dimensão linear de comprimento, apresentou coeficiente de determinação igual ao modelo em que se utilizava apenas a largura como variável independente.

Embora tenham sido obtidos na condição de cultivo protegido e tenham apresentado coeficientes de determinação elevados, os modelos geralmente necessitam de um ajuste nos seus coeficientes para as condições locais, a fim de que a estimativa da área foliar da cultura do pepineiro seja realizada de

forma adequada. Modelos empíricos, quando utilizados para condições diferentes daquelas em que seus coeficientes foram obtidos, podem conduzir a erros significativos. No caso dos modelos já desenvolvidos, observa-se que há, entre os mesmos, uma certa contrariedade quanto à melhor dimensão linear da folha a ser utilizada como variável independente para estimativa da área foliar. A falta de homogeneidade nas condições de cultivo, como a forma de condução das plantas e as diferenças entre os espaçamentos, pode ter contribuído para esse comportamento. Desta forma, justifica-se a necessidade de obter modelos adequados para as reais condições de espaçamento e condução das plantas, adotados em cada região. Por isso, esse trabalho teve como objetivos obter e testar modelos matemáticos para estimar a área de folhas do pepineiro tipo conserva, cultivado em estufa plástica, bem como verificar qual a dimensão linear da folha que melhor se ajusta à área do limbo.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no período de fevereiro a abril de 2000 e em outubro do mesmo ano, em uma estufa plástica localizada na Área Experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS (latitude: 29°41' S, longitude: 53°48' W e altitude: 95 m). A estufa possuía uma área coberta de 240 m², cobertura em forma de arco, estrutura de madeira e cobertura de polietileno de baixa densidade, com espessura de 100 µm.

O pepineiro híbrido “Marinda”, utilizado para fins de conserva, foi semeado diretamente no solo nas linhas de cultivo. O espaçamento adotado foi de 25 cm entre plantas e 100 cm entre fileiras, perfazendo um total de 40 000 plantas por hectare. As plantas foram conduzidas em haste única e sustentadas por um fio de ráfia, sendo despontadas quando atingiram a altura de 210 cm. Os tratamentos fitossanitários foram realizados conforme recomendação para a cultura, e a adubação conforme a análise de solo. A irrigação foi realizada por gotejamento sob “mulching” plástico, mantendo-se o potencial matricial da água no solo entre -50 e -400 hPa, a 10 cm de profundidade — por causa da maior concentração de raízes nesta profundidade —, o qual foi monitorado com tensiômetro de cápsula

porosa e manômetro de mercúrio.

Para as amostragens foram utilizados dados de dois ciclos experimentais. No primeiro, semeado em 17 de fevereiro de 2000, foram coletadas 98 folhas em diferentes datas de coleta no transcorrer do ciclo. Os dados obtidos com estas folhas, após sua classificação de forma ascendente de data de coleta e de tamanho de folhas, foram separados em dois grupos, pares e ímpares, constituindo o primeiro e o segundo banco de dados, respectivamente. No segundo ciclo experimental, realizado na primavera do mesmo ano, no qual foram utilizados o mesmo manejo e híbrido, aos 47 dias após o transplante (27/10) foram coletadas 49 folhas de duas plantas, proporcionando um terceiro banco de dados.

No primeiro ciclo experimental foram coletadas seis plantas, ao acaso, no total; duas aos 20, duas aos 27, uma aos 48 e uma aos 55 dias após a semeadura, a fim de abranger todo o espectro de tamanho de folhas mensuráveis. Na última coleta, aos 55 dias, face ao número reduzido de folhas menores, foram coletadas, em diferentes plantas, mais treze folhas com comprimento inferior a 15 cm.

As folhas ativas e não danificadas foram separadas das demais partes da planta na inserção entre o limbo e o pecíolo. Em cada folha, mediram-se o comprimento (C) ao longo da nervura central — considerando-se a distância desde o ápice da folha até a inserção do pecíolo com o limbo — e a maior largura (L) perpendicular ao alinhamento da nervura central, ambos em cm, utilizando-se uma régua com escala graduada em milímetros.

Com o auxílio de um calador de diâmetro interno igual a 2,3 cm, obtiveram-se discos em aproximadamente 30 % da área foliar do limbo, incluindo partes com nervuras. As amostras dos discos e o restante de cada folha foram acondicionados separadamente em sacos de papel e levados à estufa de secagem à 65° C, com aeração forçada até peso constante. A massa de matéria seca das duas partes foi determinada com auxílio de uma balança eletrônica com precisão de 0,05 g e resolução de 0,001 g. Para todas as observações ou folhas, a área total da folha, em cm², de cada observação (AF) foi estimada a partir das relações entre a massa seca dos discos (MSD), a área total dos discos (ATD) e a massa seca total (MST), conforme a equação:

$$AF = (ATD \times MST) / MSD (1)$$

TABELA 1 - Modelos de regressão para estimativa da área foliar do pepineiro (AF), obtidos na literatura. Santa Maria, 2000

Nº	Modelos de regressão	r ²
BLANCO e FOLEGATTI (2000)		
1 a	AF = - 394,49 + 41,208 (C)	0,93
2 a	AF = - 472,48 + 37,548 (L)	0,96
3 a	AF = 25,035 - 4,4338 (C) + 1,192 (C) ²	0,99
4 a	AF = - 92,979 + 12,72 (L) + 0,3389 (L) ²	0,99
ROBBINS e PHARR (1987)		
5 a	AF = 24,41 - 0,2 (C) + 6,77 (L) + 1,11 (CxL)	0,99
6 a	AF = - 8,56 - 9,85 (C) + 0,78 (C) ² + 9,96 (L)	0,99
7 a	AF = - 8,88 + 0,89 (L) ²	0,76
8 a	AF = 6,65 + 0,67 (C) ²	0,96
9 a	AF = - 11,31 + 0,11 (C) + 1,14 (C) ²	0,96
10 a	AF = - 142,94 + 18,34 (C) + 4,48 (L)	0,94
11 a	AF = - 20,58 + 0,89 (CxL)	0,98
12 a	AF = 17,57 - 5,09 (C) + 0,65 (C) ² + 0,33 (L) ²	0,99
13 a	AF = 14,61 - 5,0 (C) + 0,94 (C) ² + 0,47 (L) + 0,63 (L) ² - 0,62 (CxL)	0,99

(r²) = coeficiente de determinação; AF = área foliar, cm.²; (C) = comprimento da folha, em cm; (L) = largura máxima da folha, em cm; (CxL) = produto do comprimento pela largura da folha

Uma vez conhecida a área da folha, com os dados pares do primeiro banco de dados, estudou-se a sua relação com a(s) dimensão(ões) linear(es) ou seus produtos, obtendo-se os modelos matemáticos que passaram a ser os estimadores da área do limbo da folha. Estes modelos gerados foram validados com o segundo banco de dados (dados ímpares), consistindo um primeiro teste. Conforme o resultado obtido neste teste inicial, os melhores modelos foram testados com o terceiro banco de dados, que representava uma época distinta da realização do primeiro ciclo experimental. A área foliar medida ou observada (AF_m) foi relacionada com a área foliar estimada pelos modelos (AF_e), conforme modelo de regressão linear:

$$AF_m = a + b AF_e (2)$$

O critério de escolha dos modelos gerados baseou-se na significância dos parâmetros linear e angular dos mesmos, através do teste *t*, e do maior valor do coeficiente de determinação ($r^2 \geq$ ou $> 0,90$). Posteriormente, nos testes dos modelos pela relação entre área foliar estimada (AF_e) pelos modelos e área foliar medida (AF_m) pelo método dos discos, testou-se a hipótese de o parâmetro angular do modelo linear gerado na validação ser igual a 1,00 (um), e na sequência foram avaliados os desvios ao longo da linha 1:1 pelo "índice *d*", proposto por WILLMOTT (1982), e o coeficiente de determinação do modelo linear.

Avaliaram-se, também, os modelos obtidos

por ROBBINS e PHARR (1987) e por BLANCO e FOLEGATTI (2000), apresentados na Tabela 1, através da análise de regressão entre a área foliar medida e estimada com os mesmos, da mesma forma que para os modelos gerados neste trabalho. A segunda validação foi realizada apenas com os modelos que apresentaram melhor desempenho pela análise de significância do parâmetro *b*, ou índice *d* $> 0,960$ no primeiro teste, e que também foram submetidos a um segundo teste, com o terceiro banco de dados, obtido na época de primavera. Esse segundo teste foi realizado da mesma forma que o teste para os modelos obtidos neste trabalho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os modelos obtidos para a estimativa da área foliar do pepineiro, tipo conserva, encontram-se na Tabela 2. Todos os modelos desta tabela, assim como os constantes nas Tabelas 3 e 4, apresentaram o valor do teste F significativo em nível de 1% de probabilidade de erro. Os coeficientes de determinação dos modelos estimadores da área foliar a partir de uma das dimensões lineares da folha são muito semelhantes, quando comparados àqueles que utilizam as duas dimensões. O modelo nº 3, no qual se utiliza o produto entre as duas dimensões lineares, tende a ser o mais apropriado por possuir maior valor do F. Mesmo assim, seu coeficiente de determinação é idêntico ao do modelo nº 6, que utiliza apenas o comprimento como variável independente; porém, este último apresentou menor valor do F.

Desta maneira, é preferível adotar os modelos que utilizam apenas uma das dimensões lineares da folha para a estimativa da área foliar, devido à redução pela metade do número de medidas a serem realizadas. Resultados nesse sentido foram encontrados para a cultura do meloeiro a campo (OLIVEIRA et al., 1995) e, em ambientes protegidos, para a cultura do morangueiro (PIRES et al., 1999), da berinjela (FARIAS et al., 1999) e do pimentão (DALMAGO et al., 2001).

Os modelos n^{os} 3, 6 e 7 têm como caracterís-

tica a passagem da função pela origem, ou seja, não apresentam o parâmetro linear (*a*). Tais modelos, independentemente da dimensão utilizada ou da utilização de ambas, apresentaram maiores valores de *F* e do coeficiente de determinação.

Na Tabela 3 são apresentados os resultados obtidos com o teste dos modelos expostos na Tabela 2, com o segundo banco de dados (dados ímpares). Pode ser observado que, com exceção ao modelo n^o 10, os parâmetros *b* de cada modelo linear gerado na relação entre AFm e AFe não diferem

TABELA 2 - Modelos de regressão para estimativa da área foliar (cm²) do pepineiro (AF), cultivado em estufa plástica, com base no comprimento (C) e na largura máxima (L) das folhas e seu produto (CxL), com seus respectivos coeficientes de determinação (r²) Santa Maria, 2000

N ^o	Modelos de estimativa*	a	b	c	F	r ²
1	AF = -31,98007+0,908011(CxL)	- 3,07	44,76		2003,6	0,977
2	AF = - 0,84839 + 0,670854(CxL) + 0,000270(CxL) ²	- 0,69	10,26	3,77	1296,6	0,982
3	AF = 0,667193 (CxL) + 0,000273 (CxL) ²		17,76	5,19	3976,2	0,994
4	AF = -264,1425 + 37,212691(C)	- 9,63	24,43		596,8	0,927
5	AF = 58,585302 - 13,367245(C) + 1,616390(C) ²	1,66	- 2,65	10,15	1012,2	0,977
6	AF = - 5,342094 (C) + 1,37809 (C) ²		-3,54	19,60	2933,2	0,992
7	AF = 0,474477 (C) ^{2,276494}	-5,98	49,99		2499,8	0,980
8	AF = -238,6108 + 26,748407(L)	- 7,81	21,13		446,4	0,904
9	AF = 39,9641 - 7,910551(L) + 0,851583(L) ²	1,17	- 2,13	9,51	702,8	0,968
10	AF = - 3,932468 (L) + 0,765277 (L) ²		-2,88	16,33	2111,7	0,989
11	AF = 0,326765 (L) ^{2,186777}	-2,33	30,46		927,9	0,987

* todos os coeficientes dos modelos são significativos a 5% de probabilidade de erro pelo teste *t*; a, b e c = valores de *t* calculado, respectivamente, para os parâmetros *a*, *b* e *c* dos modelos; F = valor do F calculado para o modelo (significativo para todos os modelos em nível de 1% de probabilidade de erro).

estatisticamente de 1 (um), com 5% de probabilidade de erro pelo teste *t*, e, portanto, atendem ao primeiro critério de escolha para possível recomendação. Pela análise do coeficiente de determinação (r²) e pelos valores do F dos modelos apresentados na Tabela 3, é verificada, em parte, uma melhor performance dos modelos que utilizam produto do comprimento pela largura na estimativa da área foliar no teste, em relação aos modelos que utilizam apenas uma das dimensões. Porém, ao se analisar o coeficiente *d* de Willmott, verifica-se que essa tendência não se confirma. Os modelos possuem um comportamento idêntico, apenas com exceção aos modelos 4 e 8 (Tabela 3), que são os modelos de regressão linear simples, nos quais se utilizam, respectivamente, o comprimento e a largura da folha.

Nas figuras 1 e 2 são apresentados os resultados obtidos no segundo teste dos modelos 2 a 11, constantes na Tabela 2, utilizando o terceiro banco independente de dados, coletados na época de pri-

mavera. Os resultados obtidos neste teste para o modelo 1 são discutidos apenas no texto, e observa-se uma pequena diminuição do coeficiente de determinação em relação ao primeiro teste, o que é plenamente aceitável em função da variação natural que ocorre entre as medidas realizadas nas duas épocas do ano. Dos modelos que utilizam as duas dimensões lineares, apenas os de número 2 e 3 apresentaram parâmetro *b* estatisticamente igual a um. De todos os modelos gerados avaliados nesse teste, os que consideram as duas dimensões possuem os maiores coeficientes de determinação (r² ≥ 0,978) e de índice *d* (≥ 0,994). Isso indica que as duas dimensões associadas explicam melhor a área das folhas usando os referidos modelos, uma vez que, já no primeiro teste, foram levemente superiores.

Os modelos nos quais se utiliza somente o comprimento da folha como variável independente, no segundo teste, apresentaram parâmetros *b* estatisticamente iguais a um (ns, Figuras 1 e 2), com exceção do modelo 4, que superestima as folhas

grandes. Este resultado é muito similar ao obtido com os modelos que usam as duas dimensões, embora seus coeficientes r^2 e d dos testes sejam levemente inferiores. Com os modelos baseados na largura das folhas, na regressão entre os valores estimados e medidos, não se obtiveram parâmetros b estatisticamente iguais a 1. Esses resultados indicam que os modelos que utilizam o comprimento devem ser preferidos ao se optar por coletar a medida de apenas uma das dimensões. Isso, provavelmente, deve estar associado ao menor erro obtido na coleta dos dados, visto que, para coletar a medi-

da do comprimento da folha, é possível tomar como referência a nervura principal que, por sua vez, é praticamente linear. Em contrapartida, definir a maior largura da folha que seja perpendicular à nervura principal é uma tarefa mais difícil, por não possuir uma referência para orientar a posição da régua, estando, assim, sujeito a maiores erros na obtenção da medida.

Além disso, considerando a praticidade na obtenção das medidas, os modelos que utilizam o comprimento máximo das folhas como variável independente podem ser preferidos em relação à largu-

TABELA 3 - Teste da relação entre a área foliar (cm^2) medida (AFm) e estimada pelos modelos de regressão, gerados nas condições de estufa (AFe), com o respectivo F calculado, coeficientes de determinação (r^2) e índices de ajuste de Willmott (d). Santa Maria, 2000

Nº	Modelo de regressão do teste	F	r^2	d
1	AFm = $8,8617 + 0,995747^{**}$ (AFe)	2614,7	0,982	0,995
2	AFm = $11,7495 + 0,979650^{**}$ (AFe)	2742,2	0,983	0,996
3	AFm = $11,3538 + 0,980811^{**}$ (AFe)	2732,1	0,983	0,996
4	AFm = $-6,9246 + 1,058831^{**}$ (AFe)	635,9	0,930	0,979
5	AFm = $1,0880 + 1,033392^{**}$ (AFe)	1572,6	0,970	0,991
6	AFm = $4,5783 + 1,028305^{**}$ (AFe)	1567,5	0,970	0,991
7	AFm = $11,8794 + 1,009389^{**}$ (AFe)	693,1	0,935	0,991
8	AFm = $19,0721 + 0,961087^{**}$ (AFe)	2175,6	0,978	0,982
9	AFm = $-0,8432 + 1,050569^{**}$ (AFe)	1599,6	0,971	0,994
10	AFm = $23,4206 + 0,955454^*$ (AFe)	2275,3	0,979	0,994
11	AFm = $10,8727 + 1,001727^{**}$ (AFe)	2263,6	0,979	0,994

* parâmetro estatisticamente diferente de 1, em nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste t; ** parâmetro estatisticamente igual de 1, em nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste t; F = valor do F calculado para o modelo (significativo para todos os modelos ao nível de 1% de probabilidade de erro).

ra, considerando-se, ainda, que a morfologia da folha do pepineiro proporciona uma relação muito próxima das suas dimensões. Estes resultados estão de acordo, de certa forma, aos encontrados por BLANCO & FOLEGATTI (2000) e aos sugeridos por ROBBINS e PHARR (1987).

Os resultados obtidos com modelos de ROBBINS e PHARR (1987) e BLANCO & FOLEGATTI (2000), no primeiro teste, com o banco de dados ímpares, são apresentados na Tabela 4. Observa-se que os parâmetros angulares de todos os modelos do teste apresentam maior variação que aqueles gerados neste trabalho, dos quais apenas os modelos 1a, 4a e 11a apresentaram coeficiente angular igual a um. Essa variação pode ocorrer devido às diferenças entre os ambientes e, principalmente, às diferenças de condução e de manejo das plantas. De uma forma geral, os modelos que utilizam as duas dimensões lineares permitiram obter melhores resultados quanto aos coeficientes de determinação do modelo do teste de validação, como tam-

bém o índice d , salvo os modelos nos 5a, 6a e 10a. Assim, os coeficientes das equações do teste dos modelos nos 11a, 12a e 13a, apresentados por ROBBINS e PHARR (1987), assemelham-se aos coeficientes obtidos no teste dos modelos específicos para o híbrido deste experimento e seguem uma distribuição muito próxima da linha 1:1. A tendência é confirmada pelo elevado coeficiente de determinação do teste (r^2) e pela análise dos desvios através do coeficiente de Willmott. Por outro lado, ao avaliar os resultados obtidos com o modelo nº 1a, verifica-se que um valor de b igual a 1 não é garantia de melhor estimativa e, portanto, na escolha dos modelos, os valores do desvio padrão de b , F , r^2 e d também devem ser considerados.

Os resultados obtidos no segundo teste, com o terceiro banco de dados obtido na época de primavera — realizado apenas para os modelos da literatura que, no primeiro teste, apresentaram bom desempenho, isto é, parâmetro b significativamente igual a um ou índice $d > 0,960$ —, são apresenta-

dos na Figura 3. Observa-se que somente os modelos 9a e 13a apresentaram parâmetro b estatisticamente igual a um e, portanto, com nenhum modelo foi obtido o mesmo resultado que no primeiro teste para essa hipótese. Ao comparar os valores do t calculado, r^2 e índice d , verifica-se que também os modelos que utilizam as duas dimensões da folha, em geral, apresentam a tendência de proporcionar estimativas levemente superiores, corroborando os resultados gerados pelos modelos obtidos nesse trabalho com o híbrido "Marinda". No entanto, dos modelos em que se utiliza apenas uma das dimensões foliares, a estimativa da área da folha como função quadrática do seu comprimento (modelo 9a) pode gerar resultados aceitáveis. Assim, dos modelos apresentados por ROBBINS e PHARR (1987) e BLANCO e FOLLEGATTI (2000), nenhum apre-

sentou alta precisão em ambos os testes, porém poderiam ser utilizados com precisão razoável, pela ordem, os modelos 9a, 13a e 11a.

A avaliação conjunta de todos os modelos gerados nesse trabalho e daqueles obtidos da bibliografia, gerados para diferentes ambientes e cultivares, permite deduzir que o comprimento é a dimensão que proporciona maior estabilidade aos modelos com relação aos diferentes ambientes e, provavelmente, com relação aos diferentes genótipos. Assim, conforme já demonstraram ROBBINS e PHARR (1987), um único modelo, utilizando o comprimento do limbo foliar ao longo da nervura central, poderia ser utilizado como estimador da área de folhas individuais de pepineiro, devido principalmente à sua praticidade e precisão razoável para diferentes cultivares e ambientes.

TABELA 4 - Teste da relação entre a área foliar (cm^2) medida (AFm) e estimada pelos modelos obtidos em outros locais (AFe), com o respectivo F calculado, coeficientes de determinação (r^2) e índice de ajuste de Willmott (d). Santa Maria, 2000

Nº	Modelo de regressão do teste	F	r^2	d
BLANCO e FOLEGATTI (2000)				
1a	AFm = $90,592466 + 0,956173$ * (AFe)	635,9	0,930	0,962
2a	AFm = $110,77315 + 0,719069$ * (AFe)	693,1	0,935	0,962
3a	AFm = $-26,72702 + 1,182395$ * (AFe)	1565,4	0,970	0,979
4a	AFm = $-23,54162 + 1,012754$ ** (AFe)	1417,4	0,967	0,990
ROBBINS e PHARR (1987)				
5a	AFm = $-75,98996 + 0,682131$ * (AFe)	2251,7	0,979	0,811
6a	AFm = $-37,52169 + 1,358996$ * (AFe)	1952,4	0,976	0,946
7a	AFm = $-2,902180 + 0,724790$ * (AFe)	2227,0	0,979	0,922
8a	AFm = $-44,96208 + 1,863159$ * (AFe)	1499,8	0,969	0,803
9a	AFm = $-21,03184 + 1,091766$ * (AFe)	1497,8	0,969	0,989
10a	AFm = $-46,72931 + 1,590005$ * (AFe)	689,9	0,935	0,868
11a	AFm = $-2,111095 + 1,015925$ ** (AFe)	2610,2	0,982	0,995
12a	AFm = $-3,849646 + 1,111134$ * (AFe)	2892,9	0,984	0,988
13a	AFm = $-3,622606 + 1,080085$ * (AFe)	2913,5	0,984	0,992

* parâmetro estatisticamente diferente de 1, em nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste t ; ** parâmetro estatisticamente igual de 1, em nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste t ; F = valor do F calculado para o modelo (significativo para todos os modelos em nível de 1% de probabilidade de erro).

CONCLUSÕES

Os modelos que utilizam o produto do comprimento pela largura como variável independente, apresentam melhor desempenho na estimativa da

área foliar do pepineiro.

Das duas dimensões lineares da folha, o comprimento estima melhor a área foliar para diferentes cultivares e ambientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas**. FUNEP: Jaboticabal, 42p. 1986.
- BLANCO, F. F.; FOLEGATTI, M. V. Padrão de distribuição de área foliar do pepineiro cultivado em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, p. 254-256, 2000. (Suplemento julho).
- BURIOL, G. A.; STRECK, N. A.; PETRY, C. et al. Transmissividade à radiação solar do polietileno de baixa densidade utilizado em estufas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 25, n. 1, p. 1-4, 1995.
- DALMAGO, G. A.; CONCEIÇÃO, A. L. da; HELDWEIN, A. B. Modelos para estimar a área foliar do pimentão cultivado em estufa plástica. **Horticultura Brasileira**, Brasília, 2001.
- FARIAS, N. S.; HELDWEIN, A. B.; QUADROS, H. P. Modelos para determinação não destrutiva da área foliar de plantas de berinjela. In: JORNADA ACADÊMICA INTEGRADA, 14., Santa Maria, 1999. **Anais...**, Santa Maria: CCR/UFSM, 1999. p. 532.
- GALVANI, E.; ESCOBEDO, J. F.; CUNHA, A. R. et al. Estimativa do índice de área foliar e da produtividade de pepino em meio protegido – cultivos de inverno e de verão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 8-13, 2000.
- OLIVEIRA, A. D. de; SOBRINHO, E. J.; AMORIM, M. C. de. Estimativa da área foliar do meloeiro (*Cucumis melo*, L.) em seis fases de desenvolvimento da cultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 9., Campina Grande, 1995. **Anais...** Campina Grande: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1995. p. 365 - 367.
- PIRES, C. de M.; FOLEGATTI, M. V.; PASSOS, F. A. Estimativa da área foliar do morangueiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 2, p.86-90, jul. 1999.
- ROBBINS, N. S.; PHARR, D. M. Leaf area prediction models for cucumber from linear measurements. **HortScience**, Alexandria, v. 22, n. 6, p. 1264-1266, 1987.
- VILLA NOVA, N. A.; SENTELHAS, P. C. Evapotranspiração máxima do feijoeiro, cv. Goiano precoce, em função do índice de área foliar e da evaporação do tanque Classe A. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 11., REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE AGROMETEOROLOGIA, 2., Florianópolis, 1999. **Anais...** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1999. p. 212-218. (CD-ROOM).
- WILLMOTT, C. J. Some comments on the evaluation of model performance. **Bulletin of the American Meteorological Society**, Boston, v. 63, n. 11, p. 1309-1313, 1982.

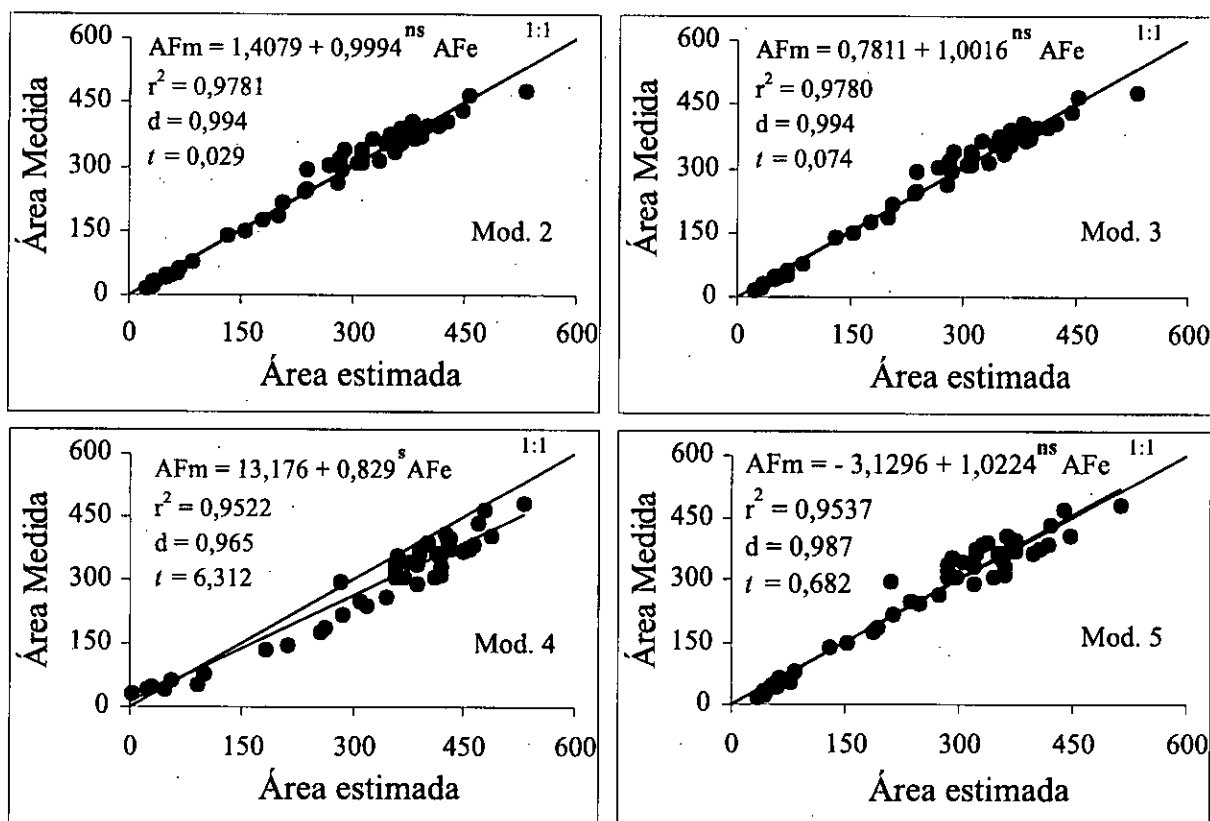


FIGURA 1 - Relação entre a área foliar medida (AFm) e estimada (AFe), em cm², pelos modelos 2, 3, 4 e 5 da Tabela 2, gerados para o pepineiro nas condições de estufa, com seus coeficientes angulares e lineares, coeficiente de determinação do teste (r^2), índice de ajuste de Willmott (d) e o valor de t calculado. Teste dos modelos, realizado com o terceiro banco de dados, obtidos em 27/10/2000 (* e ^{ns} = parâmetro b, respectivamente, diferente de 1 e igual a 1, em nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste t). Santa Maria, RS

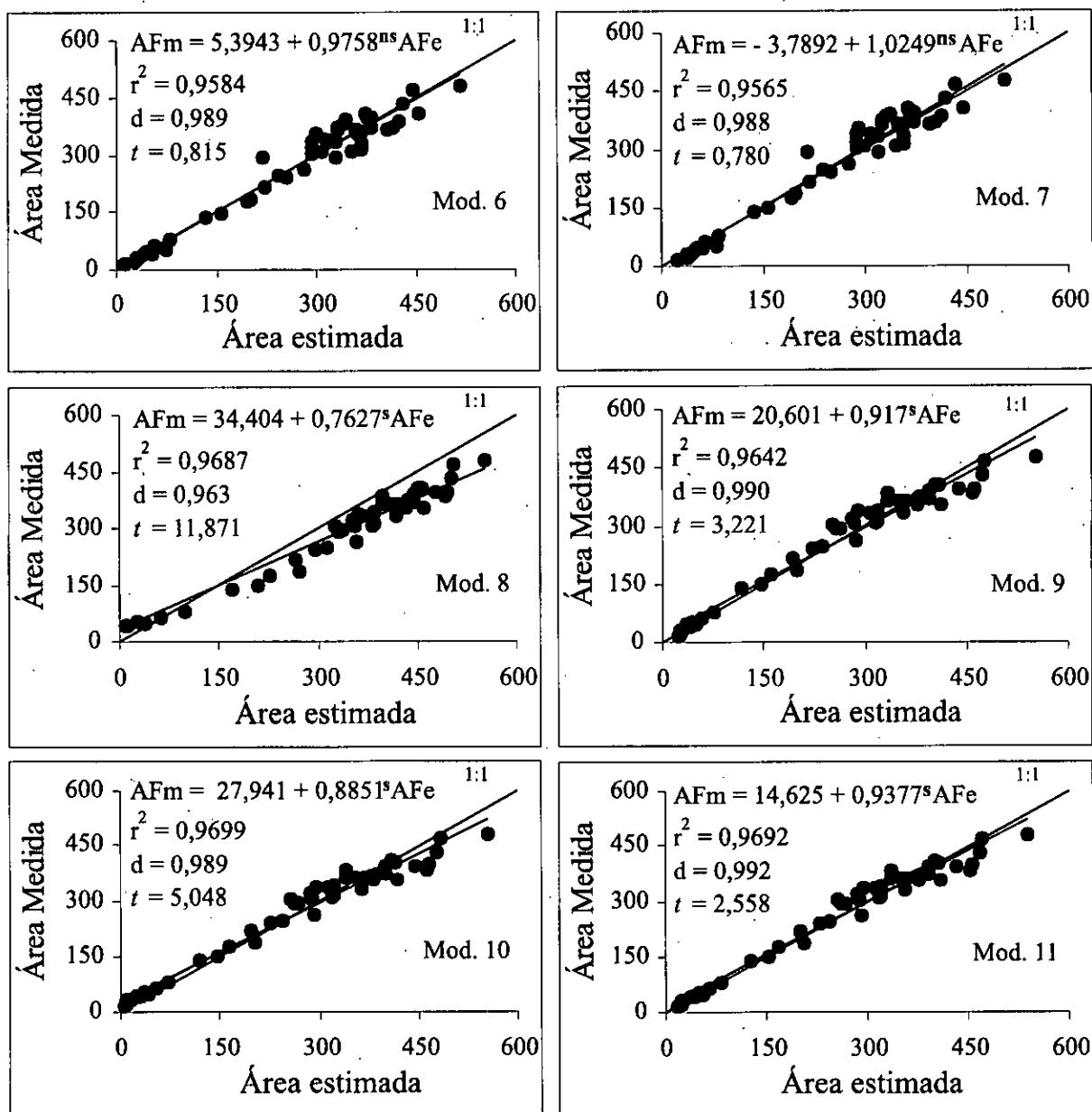


FIGURA 2 - Relação entre a área foliar medida (AFm) e estimada (AFe), em cm², pelos modelos 6, 7, 8, 9, 10 e 11 da Tabela 2, gerados para o pepineiro nas condições de estufa, com seus coeficientes angulares e lineares, coeficiente de determinação do teste (r^2), índice de ajuste de Willmott (d) e o valor de t calculado. Teste dos modelos, realizado com o terceiro banco de dados, obtidos em 27/10/2000 (* e ^{ns} = parâmetro b, respectivamente, diferente de 1 e igual a 1, em nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste t). Santa Maria, RS

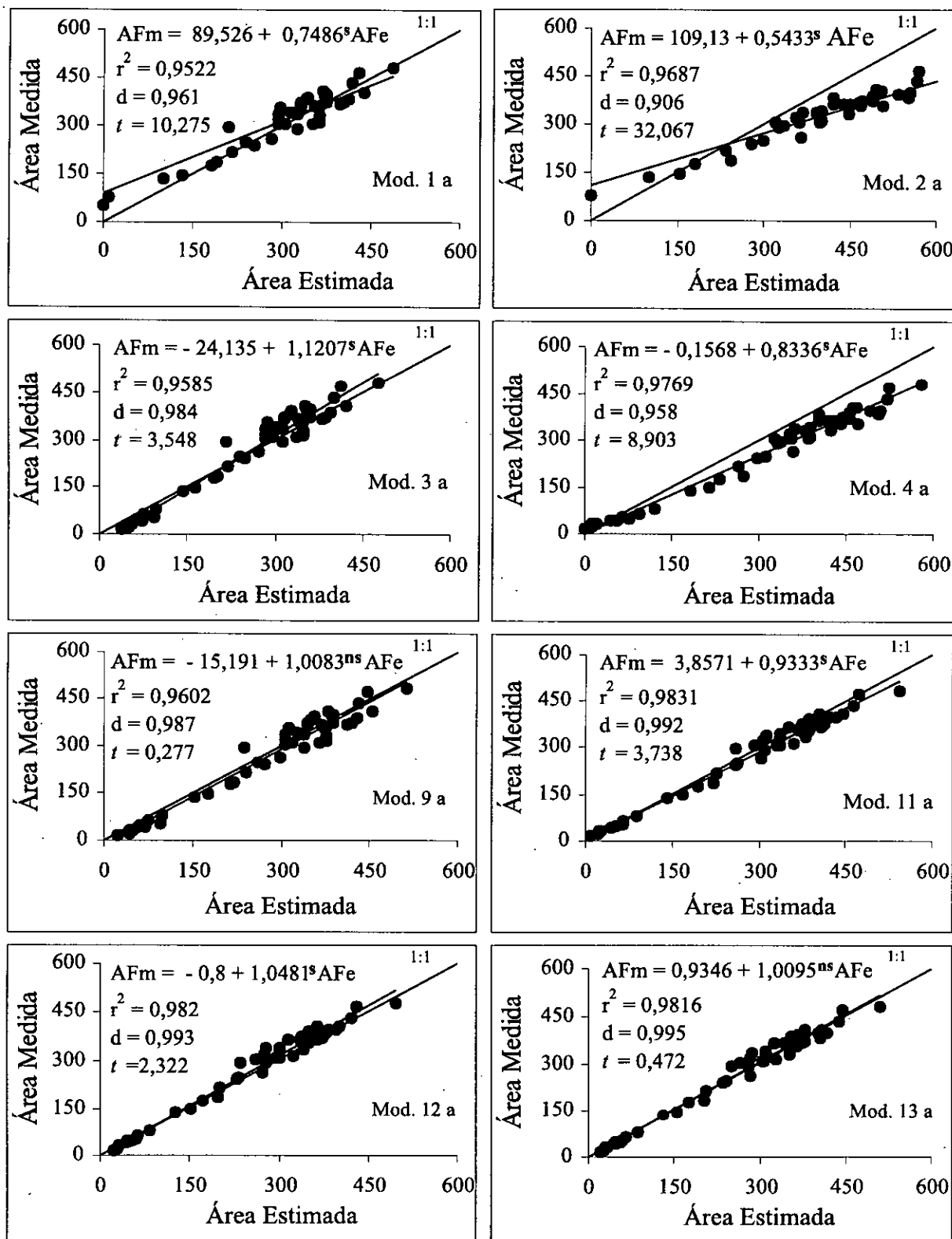


FIGURA 3 - Relação entre a área foliar medida (AFm) e estimada (AFe), em cm², por alguns dos principais modelos obtidos para o pepineiro em outros locais, com seus coeficientes angulares e lineares, coeficiente de determinação do teste (r^2), índice de ajuste de Willmott (d) e o valor de t calculado. Teste dos modelos, realizado com o terceiro banco de dados, obtidos em 27/10/2000 (' , " = parâmetro b, respectivamente, diferente de 1 e igual a 1, em nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste t). Santa Maria, RS

EXTRAÇÃO DE NUTRIENTES PELA VIDEIRA CV. CABERNET SAUVIGNON NA SERRA GAÚCHA

EDUARDO GIOVANNINI¹, ALBERTO MIELE², JOSÉ C. FRÁGUAS², CARLOS I. N. BARRADAS³

RESUMO - Visando a determinar a extração total de nutrientes pelos vinhedos da região da Serra Gaúcha e, por conseguinte, a obter informações para auxiliar na recomendação de adubação, realizou-se este trabalho, durante o ciclo vegetativo 1993/94. Foram escolhidos doze vinhedos representativos do cv. Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.), dos quais foram coletadas, contadas, pesadas e secas folhas, cachos e ramos, obtendo-se a produção de matéria seca. Este material foi analisado, determinando-se seus teores em elementos químicos. A extração total de nutrientes foi, em ordem decrescente, a seguinte: K>N>Ca>Mg>P>S>Cu>Mn>Fe>Zn>B. Quanto às partes de planta, a extração total obedeceu à seguinte ordem decrescente: limbo > baga > ramo > pecíolo > ráquis. O limbo foi a parte que extraiu em maior quantidade todos os nutrientes, exceto o K, que foi mais extraído pela baga.

Palavras-chave: videira, *Vitis*, nutrição vegetal, nutriente mineral

NUTRIENT EXTRACTION BY CABERNET SAUVIGNON VINES IN THE SERRA GAÚCHA REGION

ABSTRACT - This work was carried out during the growing season of 1993/94. It aimed to assess the total extraction of nutrients and consequently obtain useful information for fertilization prescription. Twelve representative of Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) vineyards in the Serra Gaúcha region in Rio Grande do Sul, Brazil were chosen. Leaves, clusters and branches were picked, counted, weighed and dried, thus supplying dry matter. This material was analysed and its contents in chemical elements were determined. The total extraction of nutrients was the following in decreasing order: K>N>Ca>Mg>P>S>Cu>Mn>Fe>Zn>B. With regard to the parts of the plant, the total extraction obeyed this decreasing order: blade>berry>branch>petiole>angace. The leaf blade extracted all nutrients in major quantities, except for K, which the berry extracted most.

Key words: grapevine, *Vitis*, plant nutrition, mineral nutrient

¹ Eng. Agr., Mestre, Curso Superior de Tecnologia em Viticultura e Enologia, Av. Oswaldo Aranha, 540, 95700-000, Bento Gonçalves, RS, Brasil

² Eng. Agr., Dr. Embrapa - Centro Nacional de Pesquisa de Uva e Vinho, Caixa Postal 130, 95700-000, Bento Gonçalves, RS, Brasil

³ Eng. Agr., Dr. Faculdade de Agronomia, UFRGS, Departamento de Horticultura e Silvicultura, Av. Bento Gonçalves, 7200, 90540-000, Porto Alegre, RS, Brasil
Recebido para publicação em 12-12-2000.

INTRODUÇÃO

As recomendações de adubação para a viticultura no Brasil são feitas baseadas em dados de análise de solo e resultados experimentais obtidos em outros países, adaptados às condições locais. A aplicação de adubos é um dos componentes do custo de produção e exerce grande influência na produtividade e qualidade da uva e do vinho dela oriundo. Atualmente vêm sendo testados métodos para avaliar com maior precisão as necessidades de fertilização dos vinhedos. A análise de solo vem sendo complementada pela análise de tecido, a qual permite determinar a concentração de elementos minerais nos tecidos da videira e avaliar a sua extração total.

O total de nutrientes extraídos do solo pela videira pode ser avaliado pela sua concentração nos tecidos e produção de matéria seca em um ciclo vegetativo. Estes valores são influenciados por: clima, solos, porta-enxertos, cultivares, sistemas de condução e técnicas de cultivo.

Este trabalho visou a estimar o total de macro e micronutrientes extraídos pela videira 'Cabernet Sauvignon' e, por conseguinte, obter dados que permitam orientar corretamente a reposição de nutrientes ao solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de setembro de 1993 a março de 1994, tendo sido coletadas amostras em doze vinhedos particulares, abrangendo os municípios de Bento Gonçalves, Garibaldi, Monte Belo do Sul e Pinto Ban-

deira, grandes produtores de uva na Serra Gaúcha.

O clima da região é temperado, do tipo fundamental Cfb, conforme a classificação climática de Koeppen (MORENO, 1961). A precipitação pluviométrica anual atinge 1600 mm, a temperatura média anual é de 16,8°C, e a insolação anual atinge 2280 horas.

Os solos abrangidos no estudo pertencem às Associações Ciriaco (Chernossolo Argilúvico Ferríco Típico) - Charrua (Neossolo Litólico Eutrófico Chernossólico) e Caxias (Neossolo Litólico Distrófico Típico) - Farroupilha (Cambissolo Húmico-Alumínico Típico) - Carlos Barbosa (Alissolo Hipocrômico Argilúvico Típico) (EMBRAPA, 1999), os quais estão descritos em BRASIL (1972). Originalmente, esses solos são formados a partir de rocha basáltica, de pH ligeiramente ácido a ácido, com matéria orgânica de baixa a média, com disponibilidade de P baixa e disponibilidade de K alta. Abrangem áreas de relevo desde o ondulado ao montanhoso, ocorrendo, freqüentemente, afloramento de rochas.

Após a vindima foram coletadas amostras de solo para análise, cujos resultados são apresentados nas Tabelas 1 e 2. Foram escolhidos vinhedos com idade superior a cinco anos, livres de viroses e de outras moléstias e pragas, conduzidos em latada, com produtividade acima de 15 t/ha e sem sintomas visuais de carência ou de excesso de qualquer elemento químico. O manejo do solo dos vinhedos amostrados não foi uniforme. No geral, os solos foram capinados manualmente, por duas vezes, durante o ciclo vegetativo da videira. Em alguns casos, houve aplicação de

TABELA 1 - Resultados das análises para caracterização da fertilidade dos solos dos vinhedos em estudo, coletados entre 0 e 20 cm de profundidade

Vinhedo	Argila %	pH	P mg/L	K %	M.O. %	Al cmol/L	Ca cmol/L	Mg cmol/L
1	36	6,5	28	236	3,0	0,0	21,9	5,8
2	32	6,0	4	104	2,2	0,0	6,6	2,4
3	30	5,9	31	129	2,8	0,0	7,5	2,1
4	34	5,7	11	194	2,8	0,0	16,5	3,2
5	32	5,6	6	140	2,3	0,0	5,3	1,7
6	35	5,7	9	112	2,8	0,0	7,0	2,3
7	34	6,3	6	104	2,3	0,0	10,7	3,4
8	25	5,7	53	162	2,7	0,0	17,2	4,8
9	44	5,3	3	91	4,1	0,4	8,9	4,6
10	51	5,8	10	155	3,5	0,0	9,4	5,7
11	38	5,7	5	127	2,5	0,0	6,8	2,6
12	32	6,1	4	117	2,6	0,0	8,7	2,2

TABELA 2 - Resultados das análises para caracterização da fertilidade dos solos dos vinhedos em estudo, coletados entre 0 e 20 cm de profundidade

Vinhedo	S mg/L	Zn cmol/L	Cu cmol/L	B cmol/L	Mn cmol/L	Fe cmol/L	CTC	H + Al cmol/L	Saturação da CTC Bases %
1	6,0	7,3	315,0	0,5	6	0,44	29,5	1,2	96,0
2	6,5	4,2	120,6	0,2	34	0,31	10,8	1,4	86,1
3	13,0	7,3	596,7	0,2	26	0,31	11,6	1,6	35,9
4	12,0	5,2	7,1	0,2	72	0,28	22,1	1,7	91,5
5	15,0	4,1	37,0	0,2	67	0,28	9,1	1,6	81,5
6	12,3	7,1	307,8	0,3	31	0,31	11,6	1,9	82,9
7	6,5	4,4	41,4	0,3	8	0,22	15,3	1,0	93,6
8	5,5	7,4	338,4	0,3	23	0,21	24,2	1,7	92,6
9	17,0	2,4	31,7	0,5	38	0,32	17,6	3,8	77,9
10	8,8	2,6	5,3	0,4	8	0,28	17,6	2,1	87,9
11	12,0	4,1	42,4	0,3	23	0,30	11,5	1,7	84,5
12	9,3	3,5	77,7	0,3	20	0,25	12,7	1,4	88,4

herbicida à base de glifosato, substituindo uma capina. A competição com a vegetação nativa, portanto, esteve bem controlada. Do total de doze produtores, nove utilizaram calcário em anos anteriores, e dois fizeram adubação orgânica com cama-de-aviário. Cada produtor seguiu seu próprio programa de adubação. Enquanto um produtor não utilizou adubo durante o ano, nove aplicaram adubo fórmula 5-20-20, e quatro aplicaram superfosfato triplo. A época de aplicação dos fertilizantes foi a mesma para todos, no final do inverno, incorporando-os com capina.

Os porta-enxertos foram identificados por informação do produtor, sendo: *V. berlandieri* x *V. riparia*: 4 vinhedos com SO4, 3 vinhedos com Solferino e/ou 161-49 e 1 vinhedo com 5BB; *V. berlandieri* x *V. rupestris*: 2 vinhedos com P 1103; *V. riparia* x *V. rupestris*: 1 vinhedo com 3309C. Não foi possível identificar o porta-enxerto em um dos vinhedos.

O sistema de poda foi determinado pelos produtores, sendo feita a poda usual. Dependendo do vigor da planta, foram deixadas de quatro a oito varas de produção (com até oito gemas cada) e de oito a doze esporões com uma ou duas gemas. Dez produtores praticaram a poda verde, despontando os brotos antes do florescimento e, posteriormente, retirando as folhas próximas aos cachos.

O controle de moléstias foi feito por todos os produtores, cada qual seguindo seu próprio programa. Foram utilizados os produtos contendo Ca, Mg, S, Cu, Mn e Zn. O número de aplicações variou, entre os produtores, de sete a vinte e um.

A maioria dos viticultores fez treze pulverizações durante o ciclo vegetativo.

Cada vinhedo constituiu uma unidade experimental. As duas últimas plantas do perímetro de cada vinhedo foram desprezadas, constituindo a bordadura. As coletas foram procedidas da seguinte forma: na véspera da vindima, em cada um dos vinhedos, fez-se a coleta de ramos, folhas e cachos de uva. Para a extração de nutrientes não foram consideradas as partes permanentes das plantas, ou seja, raízes, troncos e braços da videira. O período estendeu-se de 21 de fevereiro a 2 de março de 1994. Foram contados, por planta, os ramos, as folhas e os cachos e, multiplicando-os pela densidade de plantio, obteve-se a produção por hectare de cada parte.

Os ramos foram retirados na proporção em que se encontravam na videira, ou seja, para cada seis ramos brotados de varas de produção, havia quatro ramos brotados de esporões. O limbo e o pecíolo foram coletados em sarmentos situados em diferentes posições nos ramos, seqüencialmente, desta forma: ramo nó 1, folha 1; ramo nó 2, folha 2, e assim, sucessivamente, até atingir o ápice do ramo. Os ramos, as bagas e os engaços também foram coletados de diferentes posições nas varas, ou seja, do nó 1, nó 2 e assim por diante. Cada vinte plantas amostradas forneceram o material para uma repetição e foram feitas duas repetições.

A extração total de nutrientes em cada vinhedo foi estimada a partir da sua produção de matéria seca por hectare e da concentração de nutrientes em cada parte da planta.

O material coletado foi acondicionado em sacos de papel para pecíolo e folhas completas e, para as demais partes coletadas, foram usados sacos plásticos identificados, transportados ao laboratório em caixa de isopor.

No laboratório foram separados baga e ráquis. Imediatamente, procedeu-se à pesagem individual de cada parte, a saber: bagas, ráquis, pecíolos, limbos e ramos, para cada amostra. Das bagas, retirou-se uma subamostra que foi submetida à pesagem.

Todo o material foi a seguir lavado em água deionizada e posto a secar em estufa, com circulação de ar forçada, a 70°C, acondicionado em sacos de papel, durante 48 h. As bagas foram colocadas em recipientes de vidro, postos a secar na mesma estufa, por um período de quatorze dias. Após a secagem, o material foi então pesado para obter-se o peso da matéria seca.

O material seco foi moído em moinho tipo Wiley de facas de aço inoxidável, passado em peneira de 40 "mesh" e armazenado, separadamente, em saquinhos de plástico, hermeticamente fechados.

As análises químicas de tecido foram efetuadas no Laboratório de Solos da Embrapa Uva e Vinho, em Bento Gonçalves, RS. As análises de solo e de B no tecido vegetal foram realizadas no Laboratório de Análise de Solos da Faculdade de Agronomia da UFRGS.

Foram determinados N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn no tecido vegetal, conforme TEDESCO et al. (1995). Todas as determinações analíticas foram feitas duas vezes, utilizando-se como resultado o valor médio.

Calcularam-se as médias, o desvio padrão e os coeficientes de variação para todas as variáveis.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Macronutrientes

Os macronutrientes extraídos pelas diferentes partes da planta são apresentados na Tabela 3.

Verificou-se a seguinte extração total de macronutrientes, em kg/ha, em ordem decrescente: K (113,81) > N (83,67) > Ca (63,46) > Mg (17,14) > P (10,09) > S (8,08).

O K, N e Ca representaram 88,1% do total extraído. Esta extração variou com o tecido, obedecendo à seguinte ordem decrescente: limbo > baga > ramo > pecíolo > ráquis.

A extração pela parte verde – limbo, pecíolo e ramo – representou 68,1%, e o cacho – baga e ráquis –, 31,9%. O limbo extraiu as maiores quantidades de N, P, Ca, Mg e S, e a baga, de K. Considerando as proporções relativas dos nutrientes nos tecidos, o K predominou na baga, na ráquis, no pecíolo e no ramo, enquanto o N foi maior no limbo.

Nitrogênio

Observa-se que o N foi o segundo nutriente mais extraído pela videira, totalizando em média 83,67 kg/ha. Este valor é inferior, mas muito próximo ao observado por RODRIGUEZ et al. (1974), no Chile, com este mesmo cultivar, no qual foi constatada uma extração total de 89 kg/ha de N. Ressalta-se que o clima do Chile, de umidade inferior ao do Rio Grande do Sul, propicia condições favoráveis de sanidade e, portanto, melhor manutenção do enfolhamento.

Por outro lado, é de se supor que a alta pluviosidade na Serra Gaúcha deva propiciar a lixiviação de boa parte do N liberado à solução do solo, causando a diminuição deste elemento e, conseqüentemente, uma menor absorção do mesmo.

TABELA 3 - Extração de macronutrientes pelo (a) baga, engaço, limbo, pecíolo e ramo da videira cv. Cabernet Sauvignon na maturação da uva (média de duas repetições em doze vinhedos, em kg/ha). Serra Gaúcha, 1993/94.

Nutriente Kg/ha	Baga	Engaço	Limbo	Pecíolo	Ramo	mínima	máxima	Total
N	19,32	3,06	44,84	1,95	14,50	40,4	83,67	83,67
P	3,32	0,72	3,38	0,50	2,17	4,29	16,30	10,09
K	46,85	10,64	25,39	9,69	21,24	38,08	183,39	113,81
Ca	3,10	2,85	37,37	7,02	13,14	20,87	136,93	63,46
Mg	1,64	0,81	9,14	2,40	3,15	9,32	50,85	17,14
S	1,84	0,27	4,49	0,32	1,16	3,79	12,42	8,08
Total	76,07	18,35	124,59	21,88	55,36			296,25

Comparando-se com os valores de N extraído anualmente, observados por FREGONI (1980 e 1984), que atingiram o máximo de 84 kg/ha, o valor obtido neste trabalho (83,67 kg/ha) é alto, equivalendo a produções altas (até 25 t/ha) e estando em concordância com os resultados obtidos, pois trabalhou-se com vinhedos de produção superior à média do cultivar na região. FREGONI e SCIENZA (1971) verificaram um valor máximo de extração de N, nas condições da região de Trentino (Itália), de 72 kg/ha, pois aquela região apresenta um clima de temperaturas inferiores às do Rio Grande do Sul, propiciando menor mineralização de matéria orgânica e, em consequência, menor disponibilidade de N com menor crescimento vegetativo.

FREGONI (1980) relata que, em solos secos e de baixa fertilidade, o máximo extraído anualmente de N por hectare foi de 65 kg, portanto abaixo do valor médio — o que é possível atribuir a um efeito combinado de solo e clima desfavoráveis ao crescimento vegetativo das videiras.

Na França, com baixas produções de uva por hectare (80 hL/ha), CHAMPAGNOL (1978 e 1984) relata valores máximos de N extraído por hectare de 32 kg e 70 kg, respectivamente. Note-se que a produtividade é regulada por legislação naquele país, forçando produções pequenas com consequente baixa extração de N por hectare.

A extração total média de N obtida nesse trabalho superou os valores máximos indicados por SIMON et al. (1977) para a Suíça (80 kg/ha). A diferença pode ser devido à produtividade obtida naquele país, de 15 t/ha.

Na Espanha, GARCIA DE LUJÁN (1990) relata a extração anual de N pelos vinhedos, em 70 kg/ha. Naquele país, a produtividade é baixa, condicionada por um clima seco que leva a menor crescimento vegetativo das videiras e, portanto, menor extração de N.

Em condições da Califórnia (E.U.A.), segundo WINKLER et al. (1974), para cada 7 toneladas de uva produzidas são extraídos, no máximo, 15,4 kg de N. Este valor fica bem abaixo do obtido, provavelmente devido a condições de clima seco, limitando o vigor das plantas.

Em relação à viticultura mundial, constata-se que o valor situa-se, geralmente, acima dos citados em bibliografia, sendo superado pelos do

Chile (RODRIGUEZ et al. 1974) e ficando dentro do indicado, para a Itália, por COBIANCHI (1976), ou seja, de 60 a 100 kg/ha de N.

No Brasil, DECHEN (1979) relata uma extração anual de 91 kg/ha de N no cv. Niágara Rosada. Por se tratar de cv. americana rústica e produtiva, nas condições climáticas de São Paulo (altas temperaturas e umidade), é um valor perfeitamente condizente. No Rio Grande do Sul, MARSON (1992) relata uma extração total anual de 155,48 kg/ha de N, valor que supera em muito o valor médio obtido nesse trabalho. Porém, conforme ressalta o autor, o vinhedo utilizado, do cv. Concord, atingiu valores altíssimos de produção no ano do experimento (50 t/ha).

A alta extração de N pode ser explicada como uma interação de vários fatores. Mesmo o solo, com menor teor de matéria orgânica (2,2%), teria condições teóricas de fornecer através da mineralização da mesma, quase 30 kg/ha de N no período de crescimento da videira, o que perfaz 75% do mínimo extraído de N em um ciclo. Os demais solos, com teores médios de matéria orgânica entre 2,6% e 4,1%, podem fornecer quantidades evidentemente maiores de N. O vigor do cv. Cabernet Sauvignon e de alguns porta-enxertos utilizados, o sistema de condução em latada que induz à expansão da planta, e um ano meteorológico favorável, com altas temperaturas e umidade, são os demais fatores ligados à alta extração de N por estes vinhedos. Além disto, WERMELINGER e BAUMGARTNER (1990) demonstraram, através de modelos simulados, que, mesmo em condições de ausência de N de solo, a videira seria capaz de produzir uma safra de 40% do normal, esgotando suas reservas. Tendo em vista que os vinhedos utilizados neste trabalho eram todos plantios superiores em produtividade e sanidade aos padrões locais, pode-se supor que uma parcela do N extraído nas partes analisadas não tenha sido retirada do solo, no ciclo vegetativo em questão, mas proveniente de reservas acumuladas em anos anteriores. Soma-se a estes fatores a aplicação de adubo 5-20-20, realizada pela maioria dos produtores, e de uréia em cobertura, realizada por um dos produtores, o que provavelmente aumentou os teores de N nos tecidos, bem como incrementou o crescimento vegetativo.

Fósforo

Observa-se que o P foi extraído em quantidade pequena, em relação aos demais macronutrientes, superando apenas o S.

Este valor é inferior ao obtido por RODRIGUEZ et al. (1974) no Chile, com este mesmo cultivar, no qual a extração total de P foi de 12 kg/ha. Os solos estudados no Chile têm pH próximo à neutralidade e são bem supridos de P.

Entretanto, ao comparar-se o valor médio obtido de 10,09 kg/ha de P, variando de 16,30 kg/ha a 4,29 kg/ha, com os citados por FREGONI (1984), observa-se que o resultado situa-se dentro da faixa por este autor encontrada, de 2 kg/ha a 15,3 kg/ha.

FREGONI e SCIENZA (1971) verificaram uma extração máxima anual de P, na região do Trentino, de 10 kg/ha. Já a extração relatada por FREGONI (1980) para solos secos e de baixa fertilidade (Itália) aponta uma variação entre 12 kg/ha e 20 kg/ha. FREGONI e FRASCHINI (1989) relatam a extração total, para uva de mesa, de 6 kg/ha de P, apesar de se tratar de vinhedos de alta produtividade.

Na França, a baixa produtividade condiciona pequenas extrações de nutrientes. Entretanto, como a maioria de seus solos vitícolas é de pH próximo à neutralidade e de bom suprimento de P, CHAMPAGNOL (1978 e 1984) relata as seguintes extrações de P em kg/ha: 14, e de 4 a 10. Isto se deve, provavelmente, à variação em tipos de solo daquele país, bem como aos níveis de produtividade variáveis de um local para outro.

Uma extração anual de 9 kg/ha de P é relatada na Espanha por GARCIA DE LUJÁN (1990), a qual fica levemente abaixo do valor encontrado nessa pesquisa. Ressaltam-se aqui as condições de aridez daquele país que levam a baixas produtividades de uva. Como uma grande parcela do P extraído está na uva, pequena produção de frutos significa pequena extração de P. Caso similar a este é o da Califórnia, conforme relatam WINKLER et al. (1974), onde, para serem produzidas 7,7 toneladas de uva, são extraídos do solo de 1,3 kg a 2,6 kg de P apenas.

O valor de 10,09 kg/ha de P extraído encontra-se dentro da faixa de 9 kg a 13 kg/ha, relatada por COBIANCHI (1976).

Comparando-se o valor obtido nesse trabalho com outros resultados de pesquisa brasilei-

ros, verifica-se que a extração de P total neste caso foi baixa. Por exemplo, DECHEN (1979), com o cv. Niágara Rosada, verificou uma extração de 28 kg/ha de P, e MARSON (1992), com o cv. Concord, relatou uma extração total de 18 kg/ha de P. Ambos trabalharam com cultivares rústicos e em vinhedos de alta produtividade e, portanto, havendo muita extração pelos cachos – que são os pontos de grande concentração de P –, justificando os valores altos encontrados.

Os vinhedos que produziram mais uva e folha foram os que apresentaram extrações maiores de P. O vinhedo que mais extraiu, atingindo 16,30 kg/ha de P, estava em solo com teor médio de P e, mesmo assim, superou outros que estavam em solos com altos teores de P. As diferenças verificadas na quantidade de P extraído foram devidas a diferentes produções de matéria seca em cada vinhedo.

Devido às baixas necessidades de P por parte da videira, seria lógico supor-se uma extração total pequena. No entanto, obteve-se um valor alto. Isto pode ser atribuído ao consumo do P, agregado ao solo através da aplicação de adubos solúveis nos vinhedos, em quantidades expressivas, por parte da maioria dos viticultores. Igualmente, as adições de calcário que vêm sendo feitas ao longo dos anos tornam o P do solo mais facilmente disponível.

Potássio

O potássio foi o nutriente extraído em maior quantidade, em média, 113,81 kg/ha, variando de 183,39 kg/ha a 38,08 kg/ha. A maioria dos trabalhos de várias partes do mundo aponta esta mesma tendência.

Uma vez que o K se encontra em grandes quantidades nos cachos de uva, sua extração total está diretamente ligada à produção de frutos por hectare. O valor obtido enquadra-se na faixa indicada por FREGONI (1984) — 34 kg/ha a 123,0 kg/ha, para produtividade entre 7 t/ha e 25 t/ha.

A alta extração justifica-se por causa da grande riqueza em K dos solos da região pesquisada. Todos os solos englobados na pesquisa estavam com níveis de K de suficiente a alto. A amplitude dos valores deve-se a diferentes produções de uva entre os vinhedos. O de maior produção atingiu uma extração total de K de 183,39 kg/ha. Como a maior parte do K se acumula nas

bagas, em situação de produtividade alta, há, por consequência, grande extração total de K. O menor valor de extração, 38,08 kg/ha de K, foi observado em um vinhedo de produção muito baixa, por se tratar de vinhedo em início de produção.

O valor médio superou o obtido por DECHEN (1979) com o cv. Niágara Rosada (98 kg/ha), tendo, no entanto, sido superado pelo obtido por MARSON (1992) com o cv. Concord. No caso deste último, conduzido na mesma região desta pesquisa e, portanto, em solo com alta disponibilidade de K, houve uma extração de 192 kg/ha. A condição de solo e a produtividade elevada (50 t/ha) justificam sua alta extração.

A alta extração total média de K, da ordem de 113,81 kg/ha, é explicada neste caso pela soma dos fatores: alta disponibilidade no solo; alta capacidade dos porta-enxertos em absorvê-lo; alta necessidade da videira; alta concentração nos cachos (bagas e ráquis), associada à alta produção de uva.

Cálcio

O Ca aparece como o terceiro nutriente mais extraído pela videira, atingindo o total, em média, de 63,46 kg/ha, variando de 136,93 kg/ha a 20,87 kg/ha.

Um valor muito próximo a este foi obtido, no Chile, por RODRIGUEZ et al. (1974), com o cv. Cabernet Sauvignon (62 kg/ha).

Na Itália, FREGONI (1984) relata amplas faixas de extração total de Ca, variando de 19,8 kg/ha a 146 kg/ha. Nestes casos, a ampla variação foi atribuída a vários fatores como clima, solo, porta-enxertos, cultivares, sistemas de condução e técnicas de cultivo, pois os estudos abrangiam todo o território italiano. Para a região do Trentino, naquele mesmo país, FREGONI e SCIENZA (1971) relatam uma extração total de Ca entre 46 kg/ha e 95 kg/ha, ficando o valor aqui obtido dentro deste intervalo. Para solos secos e de baixa fertilidade (situação oposta à deste trabalho), a extração varia de 10 kg/ha a 250 kg/ha (FREGONI, 1980).

Evidenciando o fator produtividade de uva na extração total de Ca, têm-se dois casos. Primeiro, uva de mesa em alta produtividade (33,7 t/ha), extraído 140 kg/ha de Ca (FREGONI e FRASCHINI, 1989). E, oposto a isto, o caso francês

de baixa produtividade para vinhos finos, extraído entre 40 kg/ha e 80 kg/ha (CHAMPAGNOL, 1984). O valor obtido neste trabalho foi inferior ao primeiro caso, pois a produtividade dos vinhedos desta pesquisa era menor e ficou dentro da faixa indicada no segundo caso, apesar de uma produtividade maior ser alcançada.

COBIANCHI (1976) obteve uma faixa de extração total de Ca entre 43 kg/ha e 92 kg/ha, portanto situando o valor desta pesquisa dentro do normal.

No estado de São Paulo, DECHEN (1979), com cv. Niágara Rosada, obteve uma extração total de 41 kg/ha de Ca. MARSON (1992) indica uma extração de 85,11 kg/ha do cv. Concord, no Rio Grande do Sul, em vinhedo de alta produtividade.

Todos os solos envolvidos no estudo apresentavam teores altos de Ca devido a aplicações de calcário ao solo e de calda bordalesa às folhas, realizadas ao longo de anos. Essas aplicações de calcário elevaram os teores de Ca nos solos, a ponto de permitir as altas extrações verificadas nesse trabalho. Também as aplicações da calda bordalesa às folhas da videira – que acabam retornando ao solo anualmente – contribuem para o suprimento de Ca desses solos.

Uma vez que a parte da planta que extraiu mais Ca é o limbo — e os ramos são a segunda —, a extração desse nutriente é função da quantidade de folhas e de ramos presentes. Como a extração pelo limbo foliar foi, aproximadamente, doze vezes maior que a extração pelos ramos — o que pode ser um exagero —, pode-se pensar que algum outro fator tenha afetado estes valores. Uma provável explicação está no fato de os agricultores fazerem aplicações de calda bordalesa — contendo até 1,5% de Ca(OH)_2 — diretamente nos limbos foliares, visando ao controle de míldio. Mesmo a lavagem do material não consegue retirar o excesso de elementos químicos, que acabam sendo determinados junto ao elemento que faz parte do tecido, alcançando teores muito altos.

Como em alguns vinhedos o Ca foi incorporado ao solo por ocasião da calagem, e na totalidade dos vinhedos são feitas aplicações aéreas de calda bordalesa, o que pode elevar o seu teor nos órgãos analisados, o total extraído atingiu valores altos.

A variação no total de Ca extraído, de um

máximo de 136,93 kg/ha a um mínimo de 20,87 kg/ha, isto é, de quase sete vezes de diferença, decorreu da variação na quantidade de matéria seca produzida, especialmente à quantidade de matéria seca produzida pelo limbo. O valor obtido no limbo foi, em geral, exagerado devido à contaminação do tecido pela calda bordalesa.

Magnésio

Dentre os macronutrientes, o Mg aparece como o quarto mais extraído pela videira, atingindo o valor médio de 17,14 kg/ha, variando de 50,85 kg/ha a 9,32 kg/ha.

Um valor semelhante foi encontrado, no Chile, por RODRIGUEZ et al. (1974), com o cv. Cabernet Sauvignon (19 kg/ha). Na Itália, FREGONI (1984) relata o máximo de extração total de Mg como 15,3 kg/ha, sendo, portanto, um valor inferior ao obtido neste trabalho. FREGONI e SCIENZA (1971), na região do Trentino, relatam como 11 kg/ha o máximo extraído de Mg. Estes resultados, aparentemente contrariando o observado nesta pesquisa, denotam situação de carência de Mg nos solos daquele país e/ou antagonismo com K e Ca. Outras contradições surgem ao verificar-se que a extração de Mg em solos secos e de baixa fertilidade pode chegar a 20 kg/ha (FREGONI, 1980), e que vinhedos de uva de mesa com altas produções (33,7 t/ha) extraem apenas 8 kg/ha. Uma provável explicação para a extração alta (17,14 kg/ha) é o fato de a produção de uva não representar um fator importante no total de Mg extraído, uma vez que este é constituinte da clorofila e, portanto, mais abundante nas partes verdes da planta. O sistema de condução em latada, utilizado nos vinhedos pesquisados, proporciona expansão vegetativa maior que os sistemas europeus – geralmente em espaldeira –, com conseqüente maior número de folhas, portanto extraindo maior quantidade de Mg.

Na França, CHAMPAGNOL (1984) relata como 15 kg/ha o máximo de Mg extraído, o que é inferior ao obtido neste trabalho. Na Suíça, SIMON et al. (1977) relatam valores entre 10 kg/ha e 20 kg/ha de Mg como uma média extraída, o que engloba o valor aqui encontrado.

Valores obtidos na Itália por COBIANCHI (1976) dão como máximo extraído 15 kg/ha de Mg, o que fica aquém do observado nessa pesquisa. FREGONI (1982) relata que clima, cultivar e

produção podem fazer variar a extração anual de Mg, desde 3,5 kg/ha até 20 kg/ha, ficando o valor obtido nesse trabalho dentro deste intervalo.

No estado de São Paulo, DECHEN (1979) encontrou uma extração total de Mg de 8 kg/ha, valor muito inferior ao observado no presente trabalho. Já, MARSON (1992), com o cv. Concord, com produtividade de 50 t/ha, encontrou uma extração total de 38 kg/ha de Mg.

A extração total foi alta, devendo-se ao fato de que o Mg se encontra principalmente nas partes que contêm clorofila em maior teor (limbo e pecíolo) e que, por sua vez, constituem expressiva parcela do total de matéria seca produzida. As aplicações de calcário dolomítico feitas por alguns produtores ao solo de seus vinhedos são a principal fonte deste nutriente às videiras.

A cal hidratada ou cal viva – que contém 26% de MgO –, usada no preparo da calda bordalesa, pode estar contribuindo com uma boa parcela de Mg que, ficando retida nos limbos, promove um aumento no teor foliar de Mg ao analisarem-se as folhas.

Como todos os solos estavam com teores altos de Mg, as diferenças verificadas no total extraído foram atribuídas a diferentes produções de matéria seca entre os vinhedos, especialmente na produção de limbo, na qual o Mg se encontrava em maior concentração.

Enxofre

O S foi o macronutriente extraído em menor quantidade, sendo apenas 8,08 kg/ha o valor médio obtido e variando de 12,42 kg/ha a 3,79 kg/ha.

FREGONI (1982) relata uma extração máxima de 8 kg/ha de S, o que é quase a mesma da obtida neste trabalho. DECHEN (1979) encontrou para o cv. Niágara Rosada uma extração de 9 kg/ha de S, valor levemente superior a este. MARSON (1992), com o cv. Concord, obteve uma extração de 15 kg/ha de S, superando em muito o valor médio atingido. Ressalta-se, no entanto, que se tratava de vinhedo com alta produção.

O S se apresentou em nível suficiente nos solos em que se levou a cabo este trabalho. A extração total é devida à boa disponibilidade de S nos solos, bem como às aplicações foliares com diversos fungicidas. A variação entre os valores máximo e mínimo foi causada por diferentes pro-

duções de matéria seca.

Micronutrientes

Os micronutrientes extraídos pelas diferentes partes da planta são apresentados na Tabela 4.

Verificou-se a seguinte ordem decrescente de extração total de micronutrientes, em g/ha: Cu (7742) > Mn (1060) > Fe (497) > Zn (199) > B (120).

A extração pela parte verde representou 86,1% e pelo cacho 13,9%.

Quanto às partes da planta, a extração total de micronutrientes apresentou a seguinte ordem decrescente: limbo>ramo>baga>râquis>pecíolo.

Quanto às proporções relativas dos micronutrientes, verificou-se que o Cu predominou em todos os tecidos, variando de 44,34%, no ramo, a 84,65%, no limbo.

No entanto, é importante salientar que o Cu e o Mn estão superestimados — e, possivelmente, também o S, Ca e Mg —, pois são componentes dos fungicidas utilizados nos tratamentos fitossanitários.

Boro

A extração total média de B atingiu a 120,06 g/ha, variando de 222,53 g/ha a 51,71 g/ha. Este valor fica dentro da faixa indicada na bibliografia, de 15 g/ha a 380 g/ha (FREGONI, 1982; FREGONI e SCIENZA, 1976; FREGONI e SCIENZA, 1978; BOSELLI, 1983; FREGONI e FRASCHINI, 1989).

Apenas COBIANCHI (1976) indica uma extração superior (200 g/ha) ao valor encontrado. DECHEN (1979) observou uma extração de 145 g/ha de B com o cv. Niágara Rosada, superando o valor médio obtido nesse trabalho. Igualmente, MARSON (1992), com o cv. Concord, obteve um valor superior a esse (190 g/ha). Nestes casos, os níveis de produtividade altos justificaram a extração superior à obtida nesta pesquisa. Entretanto, mesmo estes valores se encontram dentro das faixas normais propostas pelos diversos autores consultados.

VIEZZER et al. (1995) constataram, para as condições de solo da Serra Gaúcha, alta adsorção de B às argilas e à matéria orgânica, o que conduz a extrações uniformemente baixas desse elemento. Constatou-se uma relação direta entre o teor de matéria orgânica e o teor de B nos solos.

Cobre

Verifica-se que o Cu foi o micronutriente extraído em maior quantidade pela videira, atingindo, em média, 7741,50 g/ha, variando de 18.536,06 g/ha a 3.087,58 g/ha.

A aplicação de sulfato de cobre às folhas — que retornam ao solo, ao caírem, no outono — feita por todos os produtores há décadas, proporcionou aos solos estudados teores muito altos deste elemento.

O valor médio obtido superou, em muito, todos os valores referidos pela bibliografia, e o valor mais alto citado é o de 910 g/ha (FREGONI, 1982). Na mesma região onde foi feita esta pesquisa, MARSON (1992) obteve uma extração total de apenas 114 g/ha no seu trabalho com o cv. Concord que, no ciclo vegetativo estudado, não recebeu aplicações de produtos cúpricos. Isto leva a crer que o alto teor de Cu extraído pela videira neste trabalho não seja oriundo somente da absorção radicular, mas, especialmente, do Cu aplicado como tratamento fitossanitário em concentração superior a 1,0%. Esse problema ocorre também em outros países, tendo TRUCHOT et al. (1979) observado nos mostos na França elevados teores de Cu, atribuindo o resultado a contaminações provenientes de tratamentos fitossanitários. MIELE (1987) avaliou a presença de Cu nos mostos dos cvs. Isabel e Concord, encontrando teores altos, atribuindo-os aos tratamentos fitossanitários.

Ainda que o material coletado tenha sido lavado, foi impossível eliminar todo o resíduo originado do sulfato de cobre contido na calda bordalesa, levando aos valores extremamente elevados obtidos neste trabalho.

Ferro

Verifica-se que a extração total média de Fe foi de 497 g/ha, variando de 880,48 g/ha a 170,32 g/ha, sendo este o terceiro micronutriente mais extraído. Este valor fica dentro da faixa indicada na bibliografia, entre 69 g/ha e 2000 g/ha (FREGONI, 1982; FREGONI e SCIENZA, 1976; FREGONI e SCIENZA, 1978; FREGONI e FRASCHINI, 1989). No entanto, o valor médio não atingiu o indicado por COBIANCHI (1976), que foi de 1000 g/ha, e fica abaixo do limite inferior citado por BOSELLI (1983), de 675 g/ha a 2000 g/ha.

Valor superior ao obtido foi observado, com o cv. Niágara Rosada, por DECHEN (1979): 589 g/ha.

Também MARSON (1992) encontrou uma extração total alta, atingindo 1486 g/ha com o cv. Concord.

A maior parte de Fe extraído encontrou-se no limbo da videira. O sistema de condução em latada, que propicia grande enfolhamento às plantas, pode ser responsável pelo valor médio a alto obtido nesse trabalho. Tal valor pode ser considerado normal, pois nenhum dos produtos fitossanitários utilizados continha este elemento.

A grande variação na extração foi causada pelas diferentes produções de matéria seca entre os vinhedos.

Mangânês

Observa-se uma alta extração de Mn, totalizando, em média, 1059,90 g/ha, variando de 1.677,80 g/ha a 226,08 g/ha, sendo o segundo micronutriente mais extraído. Na realidade, o Mn deve ter sido o primeiro micronutriente extraído em quantidade, pois foi superado apenas pelo Cu que, conforme o discutido, teve a mais alta extração face à contaminação dos tecidos devido às aplicações de calda bordalesa.

FREGONI (1982) indica uma faixa de extração entre 30 g/ha e 1086 g/ha, englobando o valor

TABELA 4 - Extração de micronutrientes pelo (a) baga, engão, pecíolo e ramos da videira cv. Cabernet Sauvignon, na maturação da uva (média de duas repetições em doze vinhedos, em g/ha). Serra Gaúcha, 1993/94

Nutriente g/ha	Baga	Engão	Limbo	Pecíolo	Ramo	mínima	máxima	Total
B	38,99	5,64	44,72	7,31	23,40	51,71	222,53	120,06
Cu	185,52	246,60	7006,00	89,64	213,74	3.087,58	18.536,06	7741,50
Fe	89,30	27,28	346,79	5,63	28,00	170,32	880,48	497,00
Mn	42,42	27,67	769,55	63,80	156,46	226,08	1.677,80	1059,90
Zn	14,51	6,24	109,71	8,42	60,49	110,82	262,62	199,37
Total	370,28	313,42	8276,77	174,80	482,09			9617,83

obtido nesse trabalho. Entretanto, outras fontes bibliográficas apontam valores de extração total de Mn sempre inferiores ao obtido nessa pesquisa. COBIANCHI (1976), FREGONI e SCIENZA (1976), FREGONI e SCIENZA (1978), BOSELLI (1983) e FREGONI e FRASCHINI (1989) indicam como valores máximos, respectivamente, 193 g/ha, 787 g/ha, 790 g/ha, 200 g/ha e 500 g/ha. Em comparação a estes, o valor obtido nesse trabalho é alto, mas pode ser atribuído à riqueza em Mn dos solos em que se realizou a pesquisa. Também existe a possibilidade de que parte do valor obtido seja proveniente de resíduos de fungicidas aplicados, conforme salientaram TRUCHOT et al. (1979), pois foram realizadas pulverizações com diversos produtos contendo Mn. A baixa extração pelas bagas está de acordo com o indicado por RIZZON e GATTO (1987). Estes autores citam a concentração do elemento no solo como responsável por maior ou menor teor na baga.

O valor médio de 1059,90 g/ha de Mn extraído é inferior ao verificado por DECHEN (1979) e MARSON (1992) que são, respectivamente, 4093 g/ha e 1778 g/ha. Estes, entretanto, trabalharam com cvs. americanos de produtividade elevada, nos quais o teor de Mn permite diferenciar seus mostos dos originados da uva vinífera.

Comparando os teores de Mn dos mostos dos cvs. Isabel e Concord, MIELE (1987) verificou altos teores em ambos, atribuindo-os à aplicação de fungicidas. O maior teor do cv. Concord pareceu ser devido a uma característica varietal.

Variações nos teores de Mn nos solos dos vinhedos foram observadas desde 6 ppm até 72 ppm. Porém, a variação na extração total deu-se em função dos níveis de produtividade de matéria seca entre os vinhedos.

Zinco

Observa-se que a extração total média de Zn, 199,37 g/ha, variando de 262,62 g/ha a 110,82 g/ha, foi a segunda menor dentre os micronutrientes. Entretanto, este valor se enquadra nas faixas indicadas por FREGONI e SCIENZA (1976), FREGONI (1982), BOSELLI (1983) e FREGONI e FRASCHINI (1989), respectivamente, de 110 g/ha a 585 g/ha, de 20 g/ha a 585 g/ha, de 110 g/ha a 220 g/ha e de 100 g/ha a 300 g/ha.

O valor médio obtido nesse trabalho é inferior ao citado por COBIANCHI (1976), de 300 g/ha, e ficou abaixo dos obtidos por DECHEN (1979) e MARSON (1992) — respectivamente, 379 g/ha e 244,09 g/ha. Estes dois últimos autores trabalharam com espécies americanas de alta produção, o que justifica as extrações altas.

A totalidade dos solos dos vinhedos estudados apresentou teores altos de Zn. Boa parte do total extraído, provavelmente, provém de resíduos de fungicidas, conforme constataram TRUCHOT et al. (1979), uma vez que o íon Zn está presente nas formulações de diversos produtos utilizados.

Considerações sobre a extração de nutrientes

Uma outra maneira de se trabalhar com estes dados seria relacionar a extração total de nutrientes com a quantidade de uva produzida. Para cada tonelada de uva produzida, seriam calculados os valores extraídos de cada nutriente.

Visando a auxiliar na recomendação de adubação, seria importante ter-se em mente as quantidades de nutrientes exportados pela colheita (baga + ráquis), o material que é retirado na poda (ramos) e o material que retorna com a queda das folhas (limbo + pecíolo).

O valor médio de matéria orgânica nos solos pesquisados (2,8%) indica uma recomendação de 40 kg de N/ha (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC, 1995). No entanto, a extração total média observada no estudo é de 83,67 kg de N/ha. Porém, são retirados para fora do vinhedo apenas as partes que compõem o cacho, totalizando 22,38 kg de N/ha.

Desse modo, aparentemente, a recomendação de adubação para a videira está superestimando a dose, pois, além de já ser indicado um valor maior que o retirado, não leva em conta a própria mineralização da matéria orgânica, que fornece uma quantidade regular de N.

O teor médio de P nos solos estudados (14,2 mg/kg) classifica-os em teores altos, o que leva à recomendação de 60 kg de P_2O_5 /ha (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC, 1995). Esta dose está superestimada, pois a extração total média observada foi de 10,09 kg de P/ha. Levando-se em conta o que é retirado com a colheita, a extração total média cai para 4,04 kg de P/ha.

Quanto ao K, cujo valor médio nos solos estudados foi de 139,3 mg/kg — o que o classifica como teor alto e leva à recomendação de 80 kg de K_2O /ha (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC, 1995) —, a dose está sendo subestimada. A extração total média é de 113,81 kg de K/ha,

sendo que nos cachos são retirados 57,49 kg de K/ha.

Para os micronutrientes não há recomendação de adubação para o Rio Grande do Sul; são necessários outros estudos nesta área, envolvendo o maior número possível de vinhedos, visando a aumentar o conhecimento da extração de nutrientes pela videira vinífera no Rio Grande do Sul.

CONCLUSÕES

1. A extração total de nutrientes verificada obedeceu à seguinte ordem decrescente: $K > N > Ca > Mg > P > S > Cu > Mn > Fe > Zn > B$.

2. Quanto às partes da planta, a extração total de macronutrientes obedeceu à seguinte ordem decrescente: limbo > baga > ramo > pecíolo > ráquis.

3. Houve uma extração maior de nutrientes pelo limbo foliar, com exceção do K, que se concentrou mais na baga.

4. A uva colhida (baga + ráquis) representa uma exportação de 31,9% do total de macronutrientes e 7,1% de micronutrientes na parte aérea da planta desenvolvida em um ciclo vegetativo.

5. O material a ser podado (ramos) contém 18,7% do total de macronutrientes e 5,0% de micronutrientes da parte aérea da planta desenvolvida em um ciclo vegetativo.

6. As folhas (limbo + pecíolo) retornam ao solo 49,4% dos macronutrientes e 87,9% dos micronutrientes contidos na parte aérea da planta desenvolvida em um ciclo vegetativo.

7. As extrações de Ca, Mg, S, Cu, Mn e Zn estão superestimadas devido à contaminação, pelo emprego de fungicida, do material analisado.

AGRADECIMENTOS

À equipe do laboratório de Solos da Embrapa Uva e Vinho, pelo auxílio na execução das análises químicas, e aos professores Carlos Bissoni e Marino J. Tedesco, juntamente com a equipe do Laboratório de Análises da Faculdade de Agronomia da UFRGS, por terem viabilizado a execução das análises de solo e de B nos tecidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOSELLI, M. La fertilizzazione fogliare della vite con particolare riguardo ai più importanti microelementi. *Vignevini*, Bologna, v.10, n.4, p.31-34, 1983.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisa Pedológica. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Recife. 1972. 431p. (Boletim Técnico, 30).
- CHAMPAGNOL, F. Fertilisation optimale de la vigne. **Le progrès agricole et viticole**. Montpellier, v.95, n.15-16, p.423-440, 1978.
- CHAMPAGNOL, F. **Elements de physiologie de la vigne et de viticulture générale**. Montpellier: Déhan, 1984. 351p.
- COBIANCHI, D. L'analisi del terreno e delle foglie: premessa per la concimazione delle piante arboree da frutto. *Frutticoltura*, Bologna, v. 38, n. 10-11, p.15-25, 1976.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. **Recomendações de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Passo Fundo: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Núcleo Regional Sul, 1995.223p.
- DECHEN, A.R. **Acúmulo de nutrientes pela videira (*Vitis labrusca* L. x *Vitis vinifera* L.) cv. 'Niágara Rosada', durante um ciclo de vegetativo**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1979. 133p. Dissertação (Mestrado) - Agronomia
- EMBRAPA Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação do solo**. Brasília: Embrapa, 1999. 112p.
- FREGONI, M. **Nutrizione e fertilizzazione della vite**. Bologna: Edagricole, 1980. 418p.
- FREGONI, M. Vademécum sulle carenze e tossicità degli elementi meso e micronutritivi della vite. *Vignevini*, Bologna, v. 9, n. 3, p.19-25, 1982.
- FREGONI, M. Esigenze di elementi nutritivi in viticoltura. *Vignevini*, Bologna, v. 11, n. 11, p.7-13, 1984.
- FREGONI, M.; FRASCHINI, P. Concimazione dell'uva da tavola. *Vignevini*, Bologna, v. 16, n. 10, p.27-31, 1989.
- FREGONI, M.; SCIENZA, A. Consumi di elementi minerali dei principali vitigni del Trentino. *Annali della Facoltà di Agraria*, Piacenza, v. 11, n. 1 e 2, p.168-77, 1971.
- FREGONI, M.; SCIENZA, A. Aspetti della micronutrizione di alcune zone viticole italiane. *Vignevini*, Bologna, v. 3, n. 1, p.5-8, 1976.
- FREGONI, M.; SCIENZA, A. Ruolo degli oligo elementi nella regolazione dell'accrescimento vegetativo e della fruttificazione (produttività e qualità) della vite. problemi diagnostici. *Vignevini*, Bologna, v. 5, n.8, p.7-18, 1978.
- GARCIA DE LUJÁN, A. La concimazione della vite in Spagna. *Vignevini*, Bologna, v. 17, n. 9, p.19-23, 1990.
- MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: nutrição de plantas e fertilidade do solo**. São Paulo: Ceres, 1976. 528p.
- MARSON, P. **Concentração e extração de nutrientes em diferentes partes da videira cv. Concord**. Porto Alegre: UFRGS, 1992. 119p. Dissertação (Mestrado) - Fitotecnia.
- MIELE, A. Teores de manganês e de cobre no mosto das uvas Isabel e Concord. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 22 n. 9/10, p.897-901, 1987.
- MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, 1961. 42p.
- RIZZON, L.A.; GATTO, N.M. Evolução da maturação da uva cultivar Cabernet Sauvignon na safra vitícola de 1986. *Agronomia Sulriograndense*, Porto Alegre, v. 23, n. 1, p.53-63, 1987.
- RODRIGUEZ, S.J.; GIL, G.S.; CALLEJAS, E.; URZÚA, S.H.; SUÁREZ, F.D. Absorción de nutrientes minerales por la vid cv. Cabernet Sauvignon durante una estación de desarrollo y su distribución en los órganos aéreos. *Ciencia y Investigación Agraria*, Santiago, v. 1, n. 2, p.98-105, 1974.
- SIMON, J.L.; SCHWARZENBACH, J.; MISCHLER, M.; EGGENBERGER, W.; KOBLET, W. **Viticulture**. Lausanne: Payot Lausanne, 1977. 195p.
- TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia, UFRGS, 1995. 174p. (Boletim Técnico, 5).
- TRUCHOT, R.; SIMON, G.; GRIMAL, P. de.; BESSIS, R. Variations des concentrations de zinc, cuivre et manganèse dans le raisin. *Annales Falsifications Expertise Chimique*, Paris, v. 72, n. 771, p.15-24, 1979.

VIEZZER, H.P.O.; FRÁGUAS, J.C.; SINSKI, I.
Avaliação da adsorção de Boro em solos sob
vinhedos na Serra Gaúcha. **Bragantia**, Campinas,
v.54, n.1, p.187-191, 1995.

WERMELINGER, B.; BAUMGARTNER, J.
Application of a demographic crop growth model: an

explorative study on the influence of nitrogen on
grapevine performance. **Acta Horticulturae**,
Wageningen, v. 276, p.113-21, 1990.

WINKLER, A.J.; COOK, J.A.; KLIEWER, W.M.;
LIDER, L.A. **General Viticulture**. Berkeley:
University of California, 1974. 710p.

ESTUDO COMPARATIVO DE TRÊS METODOLOGIAS DE DIAGNOSE NUTRICIONAL FOLIAR PARA A VIDEIRA

EDUARDO GIOVANNINI¹, ALBERTO MIELE², JOSÉ C. FRÁGUAS², CARLOS I. N. BARRADAS³

RESUMO - Avaliou-se o estado nutricional de doze vinhedos 'Cabernet Sauvignon' da Serra Gaúcha, escolhidos por não apresentarem sintomas nem de excesso, nem de carência de nutrientes, pelos métodos desenvolvidos na Califórnia, em Michigan e na África do Sul. O método da Califórnia, que utiliza o pecíolo coletado na fase de florescimento, não identificou problemas nutricionais para P, K, Mg, Mn e Zn em nenhum vinhedo; já B foi deficiente em 83,3%. O método de Michigan, que utiliza o pecíolo coletado na fase de início de maturação da uva, não identificou problemas para B, Fe e Mn; o N esteve 58,3% na faixa abaixo do normal, e o restante normal; P esteve 25,0% normal e 41,7% acima do normal; K esteve em excesso em 58,3% e acima do normal em 25,0%; Ca e Mg, normal e excesso em todos; Zn, acima do normal em 75,0%. Pelo método África do Sul, que utiliza a folha completa coletada no início da maturação da uva, P e B situaram-se na faixa normal em todos os vinhedos; N teve teor normal em 83,3%; K, Ca, Mg, Cu e Mn ficaram acima do normal em 91,7%, e Zn em 75%. As diferenças encontradas entre as metodologias foram, provavelmente, devidas à época de coleta das amostras e ao tecido analisado.

Palavras-chave: uva, *Vitis*, viticultura, nutriente mineral, solo, diagnóstico, análise biológica, análise foliar

COMPARATIVE STUDY OF THREE METHODS OF NUTRITIONAL DIAGNOSIS FOR GRAPEVINES

ABSTRACT - Nutritional status of Cabernet Sauvignon vineyards in the Serra Gaúcha region was evaluated, according to the methods developed in California, Michigan and South Africa. The Californian method, using leaf petiole sampled at flowering, identified no nutritional troubles for P, K, Mg, Mn and Zn, but B was deficient in 83.3% of the vineyards. The Michigan method, using leaf petiole sampled during "véraison", identified no nutritional troubles in the vineyards for B, Fe and Mn. For N, 58.3% were below normal nutritional class, and the others were normal; for P 25.0% were normal and 41.7% above normal; K was excessive in 58.3% and above normal in 25.0%; Ca and Mg were normal or in excess for all vineyards; Zn above normal in 75.0%. For the South African method P and B were normal in all vineyards; N in 83.3%; K, Ca, Mg, and Mn were above normal in 91.7% of the vineyards, and Zn in 75.0%. Differences found among methods were probably due to the phenological state when samples were taken and tissue analysed.

Key words: grape, viticulture, *Vitis*, mineral nutrients, soil, diagnosis, biological analysis, foliar analysis

¹ Eng. Agr., Mestre, Curso Superior de Tecnologia em Viticultura e Enologia, Av. Oswaldo Aranha, 540, 95700-000, Bento Gonçalves, RS, Brasil

² Eng. Agr., Dr. Embrapa - Centro Nacional de Pesquisa de Uva e Vinho, Caixa Postal 130, 95700-000, Bento Gonçalves, RS, Brasil

³ Eng. Agr., Dr. Faculdade de Agronomia, UFRGS, Departamento de Horticultura e Silvicultura, Av. Bento Gonçalves, 7200, 90540-000, Porto Alegre, RS, Brasil

Recebido para publicação em 12-12-2000.

INTRODUÇÃO

A adubação da videira é um dos componentes do custo de produção e exerce grande influência na produtividade e na qualidade da uva e do vinho dela oriundos. Atualmente, vêm sendo testados métodos para avaliar com maior precisão as necessidades de fertilização dos vinhedos. A análise de solo vem sendo complementada pela análise de tecido, permitindo determinar a concentração de elementos minerais nos tecidos da videira, avaliar sua extração total e o estado nutricional das plantas.

Otimizar os fatores de produção é um requisito básico para o sucesso de qualquer exploração agrícola. A nutrição mineral da videira poderá ser melhorada se houver um maior conhecimento sobre a concentração e a extração dos nutrientes. Esse conhecimento é fundamental para a elaboração de um programa racional de adubação dessa espécie.

Como não existe um método padrão para uso no Brasil, é necessário que seja desenvolvido um próprio, ou sejam testados os já existentes para verificar a provável adequação às condições brasileiras. Os métodos em emprego no mundo foram criados em diversas condições de clima, solo e cultivares de videira, portanto diferindo muito entre eles.

Portanto, esses métodos têm características próprias e podem diferir devido às situações para as quais cada um foi desenvolvido e às peculiaridades do meio vitícola em que vêm sendo empregados. Pode haver, também, alterações significativas nos teores de nutrientes encontrados em função do estágio fenológico, posição da folha e parte analisada da mesma.

Visando a aprimorar a metodologia para diagnóstico nutricional da videira no Brasil, analisaram-se vinhedos segundo as metodologias de Michigan, Califórnia e África do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no período de setembro de 1993 a março de 1994, sendo coletadas amostras em doze vinhedos da região da Serra Gaúcha, Rio Grande do Sul, Brasil. O clima da região é temperado, do tipo fundamental Cfb,

conforme a classificação climática de Köppen (MORENO, 1961). Os solos abrangidos incluem-se nas classes Hapludoll, Argiudoll, Haplubrep e Hapludult.

Os vinhedos apresentavam as seguintes características: idade superior a cinco anos; livres de viroses; bom estado sanitário; conduzidos em latada; produtividade média acima de 15 t/ha, sem sintomas visuais de carência ou de excesso de qualquer elemento químico.

O manejo do solo consistiu em capinas ou aplicação de herbicida à base de glifosato, visando a manter a vegetação nativa controlada durante o ciclo vegetativo (outono/inverno sem controle). Cada produtor seguiu seu próprio programa de adubação, sendo os fertilizantes aplicados no final do inverno.

As videiras foram enxertadas em diversos porta-enxertos, ou seja: *V. berlandieri* x *V. riparia*: 4 vinhedos com SO4, 3 vinhedos com 161-49C e 1 vinhedo com 5BB; *V. berlandieri* x *V. rupestris*: 2 vinhedos com 1103P; *V. riparia* x *V. rupestris*: 1 vinhedo com 3309C. Não foi possível identificar o porta-enxerto em um dos vinhedos.

O sistema de poda foi a mista. Dependendo do vigor da planta, foram deixadas de quatro a oito varas de produção (com até oito gemas cada) e de oito a doze esporões (com uma ou duas gemas). De modo geral, os produtores praticaram a poda verde, despontando os brotos antes do florescimento e, posteriormente, retirando as folhas próximas aos cachos.

O controle de moléstias foi feito por todos os produtores, sendo utilizados fungicidas contendo Ca, Mg, S, Cu, Mn e Zn. A maioria fez treze pulverizações durante o ciclo vegetativo.

Método de Michigan - Por ocasião da mudança de cor das bagas (início de maturação), quando 50% dos cachos apresentavam 50% das bagas com coloração característica, coletaram-se pecíolos das folhas situadas na parte mediana dos ramos. As amostras foram coletadas ao acaso, com repetição em cem plantas. Este procedimento é o recomendado por KENWORTHY (1967) e foi realizado de 14 a 19 de janeiro de 1994.

Método da Califórnia - Por ocasião do florescimento, quando 50% a 75% das calíptas de mais de 50% das inflorescências tinham caído, coletou-se o pecíolo da folha oposta ao primeiro

cacho do ramo. As amostras foram coletadas ao acaso e com repetição de cada vinhedo em cem plantas. Este procedimento é o recomendado por CHRISTENSEN et al. (1978) e foi realizado de 1º a 8 de novembro de 1993.

Método da África do Sul - Na mesma ocasião da amostragem para o Método de Michigan, procedeu-se à coleta para o Método da África do Sul. De cem plantas, coletaram-se, ao acaso e com repetição, cem folhas completas (limbo e pecíolo) localizadas até o 5º nó e opostas ao 1º cacho. Este procedimento é o recomendado por CONRADIE & TERBLANCHE (1980).

O material coletado foi acondicionado em sacos de papel e transportado ao laboratório em caixa de isopor. Imediatamente, foi lavado em água deionizada e colocado para secar em estufa, com circulação de ar forçada, a 70°C, acondicionado em sacos de papel, durante 48 h. Posteriormente, foi moído em moinho tipo Wiley de facas de aço inoxidável, passado em peneira de 40 "mesh" e armazenado em saquinhos de plástico fechados.

Foram determinados N total, P, K, Ca, Mg, B, Cu, Fe, Mn e Zn no tecido vegetal, conforme TEDESCO et al. (1995). Todas as determinações analíticas foram feitas duas vezes, utilizando-se a média como resultado.

Para cada método de avaliação, calcularam-se médias, desvios padrões e coeficientes de variação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para o método proposto por KENWORTHY (1967), em uso em Michigan e no leste dos EUA, estão expostos na Tabela 1.

Não foram identificados problemas nutricionais para B, Fe e Mn, que foram enquadrados na faixa normal. Quanto ao N, 58% dos vinhedos situaram-se como abaixo do normal; o restante, como normal.

O K esteve em excesso em 58% dos vinhedos e acima do normal em 25,0%; o Ca e o Mg situaram-se como normal e excesso em todos os vinhedos; o Zn, acima do normal em 75,0% dos vinhedos.

Dos cinco vinhedos com N na faixa normal três estão instalados em solos com os maiores

teores de matéria orgânica (> 3%) e foram os que atingiram os maiores teores de N no pecíolo (> 0,8). O quarto vinhedo que está na faixa normal apresentou um teor peciolar de N pouco acima do limite inferior, apesar de seu solo estar na classe "teor médio" (2,5 > 5%) de matéria orgânica. Quatro destes vinhedos com alto teor peciolar de N e maiores teores de matéria orgânica foram os que produziram maior quantidade de matéria seca por hectare.

Os demais vinhedos, apesar de enquadrados em "abaixo do normal", não apresentaram sintomas de deficiência de N.

TONIETTO (1994) trabalhou com os cultivares Isabel e Concord e encontrou todos os vinhedos nas faixas "normal" ou "acima de normal" para N, atribuindo estes resultados aos teores de matéria orgânica altos nos solos e às precipitações pluviárias abundantes no período. Já DAL BÓ et al. (1989) encontraram 40% dos vinhedos avaliados na faixa "abaixo do normal", ressaltando não haver sintomas visuais de deficiência e nem aumento da produtividade quando aplicaram-se 100 kg/ha de N. Situação inversa relataram NOGUEIRA & FRÁGUAS (1984), em Minas Gerais, onde vinhedos de cultivares viníferas com plantas debilitadas e fracas acusaram índice de balanço "excessivo" de N. As diferenças não podem ser devidas a outras causas se não falta de adaptação dos cultivares de *Vitis vinifera* L. às condições adversas de solo, ao clima e à incidência de moléstias fúngicas que ocorrem naquele Estado.

Quanto ao P, três vinhedos (25%) situaram-se na "faixa normal"; outros três, (25%) "abaixo do normal", e apenas um (8,3%) "excessivo". O teor médio foi de 0,26%, superior ao valor padrão (0,20%) do método. O coeficiente de variação de 71,8% indica a grande amplitude de teores de P no pecíolo. Os valores "abaixo do normal" correspondem aos vinhedos em solos com baixa disponibilidade de P. Os "normais" e "acima do normal" coincidiram justamente com os locais onde fora feita aplicação de adubo fosfatado. BRYANT et al. (1959) encontraram situações semelhantes, nas quais o P variou de 0,12% a 0,41%.

Para o K, não se identificou nenhum vinhedo em situação "abaixo do normal". Ao contrário, a maioria classificou-se como "excessivo" e "acima

TABELA 1 - Teores de elementos no pecíolo do cv. Cabernet Sauvignon em doze vinhedos, na Serra Gaúcha, 1993/1994

	Teores de elementos no pecíolo								
	%					mg/kg			
	N	P	K	Ca	Mg	B	Fe	Mn	Zn
Média	0,65	0,26	3,80	2,54	0,75	26	53	415	60
Desvio Padrão	0,09	0,18	0,90	0,76	0,14	1,30	5,79	173,0	10,9
% vinhedos "faixa normal"	42	25	16	66	0	100	100	100	25
% vinhedos "acima do normal"	0	25	84	34	100	0	0	0	75
% vinhedos "abaixo do normal"	58	50	0	0	0	0	0	0	0
Faixa Normal*	0,65-0,95	0,15-0,25	1,50-2,50	1,00-2,00	0,25-0,50	22-60	30-150	35-900	30-50

Segundo Kenworthy (1967)

do normal". O valor médio obtido de 3,80% é superior ao padrão (2,01%). Explica-se isso pelos altos teores de K nos solos, associados à aplicação de adubos solúveis e uso de porta-enxertos (SO₄ e 161-49C) eficientes na absorção de K. ETOURNEAUD e LOUÉ (1984) encontraram como ótimo de K valores entre 2,5% e 3,5%, portanto acima do valor padrão proposto. Também BRYANT et al. (1959) indicam como teores normais de K entre 2,05% e 5,31%, que se situam acima do padrão (2,01%). TONETTO (1994) não encontrou nenhum vinhedo com nível insuficiente de K. Entretanto, DAL BÓ (1992), trabalhando em solos com teores médios e altos de K, nos quais a probabilidade de resposta à adição de K seria baixa, observou que a maioria dos vinhedos (91%) se apresentou na faixa "abaixo do normal". Esse autor atribuiu os resultados ao antagonismo com o Mg, que se encontrava em sua maioria na faixa "acima do normal".

O valor médio obtido para o Ca, 2,54%, superou o valor padrão de 1,75%. Nenhum vinhedo se classificou na faixa "abaixo do normal", tendo quatro vinhedos (33,3%) apresentado "teores excessivos". Isto resulta das aplicações de calcário e da contaminação do tecido com Ca da calda bordalesa, pois, apesar da lavagem das folhas, ainda permanece um resíduo nas mesmas. BRYANT et al. (1959) encontraram uma variação de 1,18% a 2,06% no teor de Ca, englobando o valor padrão. TONETTO (1994) observou que 100% dos vinhedos do cv. Concord e 60% dos vinhedos do cv. Isabel se enquadraram "abaixo do normal". TONETTO (1994) atribuiu tais resultados à alta absorção de K em detrimento de Ca e Mg. DAL BÓ (1992) encontrou apenas 20% dos vinhedos com teores "abaixo do normal" de Ca. Atribuiu esses valores às adições de calcário feitas ao longo do tempo.

O teor médio de Mg encontrado foi de 0,75%, superior ao valor padrão de 0,44%. Todos

os vinhedos se enquadraram em "acima do normal" ou "excessivo". BRYANT et al. (1959) indicam os teores entre 0,17% e 0,56% como ideais em Mg. TONETTO (1994) encontrou nos cvs. Concord e Isabel, respectivamente, 0,08% e 0,19% de Mg como valor médio. A totalidade dos vinhedos do cv. Concord e 32% dos vinhedos do cv. Isabel apresentaram nível "insuficiente". Nesse caso, o autor atribuiu os valores baixos ao antagonismo exercido pelo K. DAL BÓ (1992) encontrou 60% dos vinhedos em situação de teor "excessivo" e apenas 5% "abaixo do normal", atribuindo esse resultado à utilização de calcário dolomítico na região. As aplicações de calcário dolomítico vêm sendo feitas há muitos anos, tendo os solos atingido um teor alto de Mg, o que explica a classificação de todos os vinhedos nas faixas nutricionais "acima do normal" ou "excessivo".

O Cu apresentou em todos os vinhedos "teor excessivo", com valor médio de 710 mg/kg, sendo o padrão 23 mg/kg. Esses valores devem-se às aplicações de calda bordalesa, do mesmo modo indicado por TONETTO (1994), que obteve menores teores no cv. Concord (55 mg/kg), o qual recebe menos aplicações que o cv. Isabel (132 mg/kg).

Quanto ao Zn, o teor médio foi 60 mg/kg, superando o valor padrão de 30 mg/kg. Não tendo sido indicado um coeficiente de variação pelo autor do método, não se estabeleceu uma classificação em faixas nutricionais. PARSONS e EATON (1980) indicam 38 mg/kg como valor normal; TONETTO (1994), com os mesmos cultivares, obteve, respectivamente, 59 mg/kg e 48 mg/kg, e BASSO e DAL BÓ (1988) interpretam como normais os valores entre 30 mg/kg e 50 mg/kg e acima do normal, de 50 mg/kg a 100 mg/kg. Por esta interpretação, nove vinhedos (75%) estudados se enquadraram em teores "acima do normal", e os demais (25%) em "normal". Estes valores se

justificam pela utilização de fungicidas ditiocarbamatos que contêm Zn, conforme também relataram TRUCHOT et al. (1979) e PENNA et al. (1993).

Esse método foi o que apresentou os menores coeficientes de variação entre os vinhedos para os nutrientes N, B e Cu. A totalidade dos vinhedos se enquadrou na “faixa normal” para B, Fe e Mn. Na avaliação de B, foi o método que combinou menor coeficiente de variação com totalidade dos vinhedos na “faixa normal”, o que pode ser explicado pela utilização dos pecíolos que são pouco sensíveis a alterações no teor de B e pela adsorção do B nestes solos, conforme constatarem VIEZZER et al. (1995), conduzindo a uma absorção radicular uniforme pelos porta-enxertos.

Os resultados obtidos pelo método proposto por CHRISTENSEN et al. (1978), em uso na Califórnia, estão expostos na Tabela 2.

Os vinhedos não apresentaram problemas nutricionais para P, K, Mg, Mn e Zn, pois estes nutrientes foram considerados adequados. O B foi considerado deficiente em 83,3% dos vinhedos e como tendo “teor questionável” em 16,7% dos demais. Isto, possivelmente, deva-se à adsorção do B à matéria orgânica e argila do solo, o que reduz a sua disponibilidade. Como esse método utiliza o pecíolo para as análises, que é pouco sensível às alterações no teor de B, as diferenças nos teores deste elemento no solo não foram suficientemente amplas para afetar os teores peciolares. O teor médio encontrado (24,4 mg/kg) enquadra-se com o observado por PENNA et al. (1993), que foi de 2 mg/kg.

Os teores de P, K e Mg nos pecíolos — classificando os vinhedos em teor adequado — são reflexo da boa fertilidade dos solos dos vinhedos nestes elementos. Quanto a Mn e Zn, além da absorção pelas raízes, é preciso levar-se em conta a contaminação do tecido vegetal pelos fungicidas ditiocarbamatos, os quais contêm esses elementos.

Este método foi o que apresentou os menores coeficientes de variação entre os vinhedos para os nutrientes K, Ca, S, Fe, Mn e Zn. Na avaliação de K, Mn e Zn, o método foi o que combinou menores coeficientes de variação com totalidade de vinhedos em “teores adequados”. Não foi possível avaliar estados de toxidez, pois a metodologia

estabelece somente o limite inferior.

Os resultados obtidos pelo método proposto por CONRADIE e TERBLANCHE (1980), em uso na África do Sul, estão expostos na Tabela 3.

O P e o B situaram-se na faixa normal em todos os vinhedos. O N teve teor normal em 83,3% dos vinhedos. O K, Ca, Mg, Cu e Mn ficaram acima do normal ou normal em todos os vinhedos. O Fe situou-se como acima do normal em 91,7% dos vinhedos, e o Zn em 75%.

Este método não identificou problemas nutricionais nos vinhedos no que se refere a P e B, pois todos foram enquadrados na “faixa normal”.

Quanto ao N, dez vinhedos (83,3%) ficaram na “faixa normal”; um (8,3%), ligeiramente abaixo do normal, e outro (8,3%) ligeiramente acima do normal. O vinhedo que apresentou teor inferior ao esperado foi um dos que apresentou maior produção de matéria seca por hectare, enquanto o que apresentou teor acima do esperado está entre os que produziram pouca matéria seca por hectare. Isto denota uma tendência à exaustão da planta em N para formar novos tecidos, no caso em que houve grande produção de matéria seca, e a situação inversa, excesso de N, no tecido em que houve menor produção de matéria seca.

FRÁGUAS (1992) obteve, em duas safras, teores de N dentro da faixa normal, mas próximos ao teor excessivo, com o cv. Tannat sobre porta-enxerto 101-14, na mesma região, atribuindo-os aos teores de matéria orgânica do solo e às adubações.

Em relação ao K, sete vinhedos (58,3%) apresentaram teores excessivos. Isto pode ser devido à alta capacidade dos solos em fornecer o íon K^+ às plantas. Do mesmo modo, FRÁGUAS (1992), em dois anos, verificou teores excessivos de K nas folhas do cv. Tannat, atribuindo-os aos altos teores desse elemento no solo. Em São Paulo, TERRA et al. (1993) indicam 1,10% de K como teor médio no cv. Niágara Rosada, valor que se enquadra na “faixa normal”.

Onze vinhedos (91,7%) apresentaram teores excessivos de Ca. Isto se explica pela contínua utilização de calcário, bem como pelo uso da calda bordalesa. Para o Ca, FRÁGUAS (1992) encontrou sempre teores que se enquadravam na “faixa alta”, atribuindo tais valores à adubação anual de manutenção. O teor normal de Ca nas folhas do

cv. Niágara Rosada foi de 1,3%, o que o classifica como “faixa baixa” (TERRA et al., 1993).

Quanto ao Mg, dois vinhedos (16,7%) apresentaram teores excessivos. Provavelmente, isto seja devido à aplicação ao solo de calcário dolomítico, feita por todos os produtores. Além disto, a cal utilizada para a neutralização da calda bordalesa continha MgO em sua composição.

FRÁGUAS (1992) verificou teores de Mg na “faixa normal” em um ano e teores na “faixa alta” no ano posterior, atribuindo-os ao efeito cumulativo das adubações anuais, usadas no trabalho. Em São Paulo, TERRA et al. (1993) indicam 0,40% de Mg como normal no cv. Niágara Rosada, o que se enquadra na “faixa normal”.

O Cu apresentou teores excessivos em todos

TABELA 2 - Teores de elementos nos pecíolos do cv. Cabernet Sauvignon em doze vinhedos, na Serra Gaúcha, 1993/1994

Teores de elementos nos pecíolos						
	%			mg/kg		
	P	K	Mg	B	Mn	Zn
Média	0,46	2,56	0,51	24,42	227,33	52,83
Desvio Padrão	0,175	0,473	0,087	2,10	44,461	9,271
% vinhedos “teor adequado”	100	100	100	0,0	100	100
Teor Adequado*	> 0,15	> 1,5	> 0,3	> 30	> 25	> 26

*Segundo Christensen et al. (1978)

os vinhedos. A aplicação de calda bordalesa é, certamente, a responsável por estes resultados. FREGONI e BAVARESCO (1984) encontraram como teores normais de Cu na folha valores entre 32 mg/kg e 2.736 mg/kg, os quais seriam classificados como “faixa alta”. Em São Paulo, 14 mg/kg de Cu é o valor comum no cv. Niágara Rosada (TERRA et al., 1993), sendo considerado “faixa normal”.

Apenas um vinhedo (8,3%) se enquadrou na “faixa normal” de Fe, enquanto os demais (91,7%) apresentaram teores excessivos. Não foram aplicados produtos contendo Fe nem ao solo, nem às folhas, portanto os teores encontrados são devidos à absorção pelas raízes do Fe contido nestes solos. Em São Paulo, o valor normal de Fe é 60 mg/kg, que é o limite inferior de “faixa normal” (TERRA et al., 1993).

A utilização de fungicidas contendo Mn, aliada aos seus altos teores nos solos, levou ao enquadramento de dez vinhedos (83,3%) nos

“teores excessivos” e os demais (16,7%) como “teores tóxicos”. Provavelmente, houve uma interação entre os teores elevados existentes nos solos com os teores de Mn dos fungicidas utilizados. No cv. Niágara Rosada, em São Paulo, 30 mg/kg de Mn é o valor normal (TERRA et al., 1993).

Quanto ao Zn, três vinhedos (25%) enquadraram-se na “faixa normal”, e os demais (75%) em “teores excessivos”. Em todos estes tinha sido aplicado fungicida contendo Zn. O teor de 20 mg/kg, indicado por TERRA et al. (1993) como normal para São Paulo, fica na “faixa deficiente”.

Este método foi o que apresentou os menores coeficientes de variação entre os vinhedos para os nutrientes P e Mg. A totalidade dos vinhedos enquadrou-se na classe “teor normal” para P e B. Na avaliação de P, o método foi o que combinou menor coeficiente de variação com totalidade dos vinhedos em teor normal.

TABELA 3 - Teores de elementos na folha do cv. Cabernet Sauvignon em doze vinhedos, na Serra Gaúcha, 1993/1994

Teores de elementos na folha										
	%					mg/kg				
	N	P	K	Ca	Mg	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Média	2,01	0,19	1,78	3,09	0,58	35	3870	279	723	81
Desvio Padrão	0,457	0,052	0,479	1,035	0,094	3,1	1621,4	115,5	206,9	17,6
% vinhedos “faixa normal”	84	100	42	8	83	100	0	8	0	75
% vinhedos “acima do normal”	8	0	58	92	17	0	100	92	100	75
% vinhedos “abaixo do normal”	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Faixa Normal*	1,6-2,4	0,12-0,4	0,8-1,6	1,6-2,4	0,2-0,6	30-65	3-20	60-180	20-300	25-60

*Segundo Conradie e Terblanche (1980)

AVALIAÇÃO DOS MÉTODOS

Tendo-se partido de vinhedos escolhidos por características que pudessem vir a torná-los padrão do cv. Cabernet Sauvignon, para a situação de viticultura da Serra Gaúcha, poderia-se esperar que os vinhedos se enquadrassem sempre nas classes que indicam situações de boa nutrição, caso o método fosse adequado. Desvios em relação a isso seriam atribuídos à não-adequação do método, exceto se fosse verificada alguma particularidade que se repetisse nos vinhedos amostrados.

O método de Michigan avaliou bem B, Fe e Mn (todos os vinhedos ficaram na classe de bom estado nutricional); porém, é um método que, devido à época em que se faz a coleta, acarreta muita variação por causa da contaminação da amostra por fungicidas. O estabelecimento dos “Índices de Balanço” envolve uma série de três equações para cada nutriente pesquisado e, no caso de altos coeficientes de variação (acima de 40%), não permite distinguir as faixas de estado nutricional.

Para o caso específico do B, o coeficiente de variação utilizado nas equações, igual a 65,8 (muito alto), com certeza é um dos fatores responsáveis pelo seu enquadramento quase sempre na faixa normal.

Pelo método da Califórnia, todos os vinhedos foram classificados na classe de bom estado nutricional para P, K, Mg, Mn e Zn. Este método, devido à época de coleta do material, evita o excesso de contaminação das amostras com produtos fungicidas e, conseqüentemente, com minerais. Trabalhando-se com pecíolos, é bastante exequível, tendo como inconveniente o fato de a coleta ter de ser feita em curto período de tempo, pois os teores da maioria dos elementos se alteram rapidamente na fase de florescimento.

O método da África do Sul avaliou bem P e B (todos os vinhedos ficaram na classe de bom estado nutricional). Esse método, devido à época da coleta e ao fato de utilizar a folha completa, pode estar superestimando os resultados para os nutrientes que estejam contidos nos produtos fungicidas aplicados, como Ca, S, Cu, Mn e Zn. Um inconveniente, não tão grande, é o volume de material a ser trabalhado (folha inteira). Esse método já incorpora procedimentos que permitem

comparações melhores entre os nutrientes dentro do vinhedo.

Cada um dos métodos apresentou melhores resultados para nutrientes distintos. A eleição de um método para se utilizar nas condições do Sul do Brasil deveria-se dar pela escolha daquele que avaliasse melhor os nutrientes mais significativos na produtividade da uva, como N, P, K, Ca, Mg, B e Fe. Os nutrientes S, Cu, Mn e Zn, apesar de terem importância, são normalmente aplicados às folhas da videira como parte dos produtos fungicidas. Poderia-se optar por aquele de mais fácil execução, associada à obtenção de resultados mais precisos e exatos, redefinindo-se os valores padrões obtidos em amostragens maiores que as desse trabalho.

Assim, propõe-se a adoção do método de Michigan como padrão para avaliar o estado nutricional para todos os nutrientes, exceto para o B, que, havendo suspeita de carência ou toxidez, deve ser avaliado pelo método da África do Sul.

CONCLUSÕES

As três metodologias avaliadas apresentaram diferentes diagnoses nutricionais dos vinhedos, sendo as mesmas atribuídas às épocas de coleta das amostras e ao tecido analisado.

Não foi possível identificar uma metodologia mais adequada para avaliar todos os nutrientes, devendo-se empregar o método de Michigan para todos, exceto para o B, para o qual se deve utilizar o método da África do Sul.

A avaliação do estado nutricional pelo Método de Michigan permitiu concluir que todos os vinhedos amostrados estão bem nutridos quanto a B, Fe e Mn, e que todos os vinhedos amostrados estão supernutridos em K, Mg e Cu.

A avaliação do estado nutricional pelo Método da Califórnia permitiu concluir que todos os vinhedos amostrados estão adequadamente nutridos quanto a P, K, Mg, Mn e Zn, e que nenhum dos vinhedos apresentou nutrição adequada com relação ao B, ficando todos entre “deficiente” e “questionável”.

A avaliação do estado nutricional pelo Método da África do Sul permitiu concluir que todos os vinhedos amostrados estão bem nutridos quanto a P e B.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BASSO, C.; DAL BÓ, M.A. A análise foliar na fruticultura de clima temperado. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.1, n.4, p.23-25, 1988.
- BRYANT, L. R.; CLORE, W. J.; WOODBRIDGE, C. G. Factors affecting yields of Concord grapes and petiole composition in some vineyards in the Yakima Valley. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, St. Joseph, v.73, p.151-155, 1959.
- CHRISTENSEN, L. P.; KASIMATIS, A. N.; JENSEN, F. L. **Grapevine nutrition and fertilization in the San Joaquin Valley**. Berkeley: University of California, 1978. 40p. (Agricultural Sciences Publication).
- CONRADIE, W. J.; TERBLANCHE, J. H. **Leaf analysis of deciduous fruit trees and grapevines - summer rainfall area**. Pretoria: Department of Agricultural Technical Services, 1980. 2p.
- DAL BÓ, M. A. Nutrição e adubação da videira. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.5, n.4, p.32-35, 1992.
- DAL BÓ, M. A.; BECKER, M.; BASSO, C.; STUKER, H. Levantamento do estado nutricional da videira em Santa Catarina por análise de solo e tecido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.13, p.335-340, 1989.
- ETOURNEAUD, F.; LOUÉ, A. Le diagnostic pétiole de la vigne en relation avec l'interprétation de l'analyse de sol pour le potassium et le magnésium. **Le Progrès Agricole et Viticole**, Montpellier, v.101, n.23, p.561-568, 1984.
- FRÁGUAS, J. C. Diagnose foliar para videira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.14, n.1, p.235-239, 1992.
- FREGONI, M.; BAVARESCO, L. Il rame nel terreno e nella nutrizione della vite. **Vignevini**, Bologna, v.11, n.5, p.37-49, 1984.
- KENWORTHY, A. L. Plant analysis and interpretation of analysis for horticulture crops. In: **SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICA: soil testing and plant analysis**. Madison: SSAA, 1967. p.59-75. (SSSA special publication series, 2).
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, 1961. 42p.
- NOGUEIRA, D. P. J.; FRÁGUAS, J. C. Nutrição das videiras. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.10, n.117, p.29-47, 1984.
- PARSONS, D. C.; EATON, G. W. Nutrient content of the petioles of some grape cultivars in British Columbia. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v.60, p.873-877, 1980.
- PENNA, N. G.; DAUDT, C. E.; DURANTE, E. C. Minerais de *Vitis vinifera* cultivadas na fronteira do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.23, n.1, p.81-85, 1993.
- TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia, UFRGS, 1995. 174p. (Boletim Técnico, 5).
- TERRA, M. M.; PIRES, E. J. P.; NOGUEIRA, N. A. M. **Tecnologia para produção de uva Itália na região noroeste do estado de São Paulo**. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1993. 51 p. (Doc. téc., 97).
- TONIETTO, J. Diagnóstico nutricional das videiras Isabel e Concord através da análise foliar. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.16, n.1, p.185-194, 1994.
- TRUCHOT, R.; SIMON, G.; GRIMAL, P. de.; BESSIS, R. Variations des concentrations de zinc, cuivre et manganèse dans le raisin. **Annales des Falsifications et de l'Expertise Chimique**, Paris, v.72, n.771, p.15-24, 1979.
- VIEZZER, H. P. O.; FRÁGUAS, J. C.; SINISKI, I. Avaliação da adsorção de Boro em solos sob vinhedos na Serra Gaúcha. **Bragantia**, Campinas, v.54, n.1, p.187-191, 1995.

RENDIMENTO DE GRÃOS DE MILHO E DE SORGO EM SISTEMAS DE ROTAÇÃO DE CULTURAS¹

HENRIQUE PEREIRA DOS SANTOS², JULIO CESAR BARRENECHE LHAMBY³

RESUMO - Estudos sobre sistemas de rotação envolvendo a cultura de milho são escassos, daí a importância desta pesquisa. Em experimento conduzido no período de 1987/88 a 1995/96, em Passo Fundo, RS, estudou-se o rendimento de grãos de milho e de sorgo cultivados em diferentes sistemas de rotação de culturas. Os sistemas foram assim constituídos: sistema I (trigo/soja ou trigo/soja e ervilhaca/milho ou sorgo); sistema II (trigo/soja, aveia preta ou aveia branca/soja e ervilhaca/milho ou sorgo); sistema III (trigo/soja, aveia branca/soja, linho/soja e ervilhaca/milho ou trigo/soja, girassol ou aveia preta/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho ou sorgo); sistema IV (trigo/soja, trigo/soja, aveia preta ou aveia branca/soja e ervilhaca/milho ou sorgo); e sistema V (trigo/soja, trigo/soja, aveia branca/soja, linho/soja e ervilhaca/milho ou trigo/soja, trigo/soja, girassol ou aveia preta/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho ou sorgo). O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com três repetições, e parcelas com área total de 30 m². Nas médias de 1987/88 a 1989/90, os sistemas III (7.547 kg ha⁻¹) e V (7.739 kg ha⁻¹) foram superiores para rendimento de grãos de milho, em relação aos sistemas II (6.923 kg ha⁻¹) e IV (6.890 kg ha⁻¹). Nas médias de 1991/92 a 1992/93 e de 1994/95 a 1995/96, não houve diferenças significativas para rendimentos de grãos de milho e de sorgo nos sistemas estudados. Milho e sorgo podem ser cultivados em rotação de culturas com ervilhaca, trigo, soja e aveia branca sem prejuízos quanto ao rendimento de grãos.

Palavras-chave: rotação de cultura, sucessão de cultura, rendimento, ervilhaca.

YIELD OF CORN AND SORGHUM IN CROP ROTATION SYSTEMS

ABSTRACT- The importance of this research work results from the fact that relatively few studies on crop rotation systems involving corn crop are available. In a trial conducted from 1987/88 to 1995/96, in Passo Fundo, RS, Brazil, the yields of corn and sorghum grown in different crop rotation systems were studied. The following systems were evaluated: system I (wheat/soybean or wheat/soybean and common vetch/corn or sorghum); system II (wheat/soybean, black oats or white oats/soybean, and common vetch/corn or sorghum); system III (wheat/soybean, white oats/soybean, flax/soybean, and common vetch/corn or wheat/soybean, sunflower or black oats/soybean, white oats/soybean, and common vetch/corn or sorghum); system IV (wheat/soybean, wheat/soybean, black oats or white oats/soybean, and common vetch/corn or sorghum); and system V (wheat/soybean, wheat/soybean, white oats/soybean, flax/soybean, and common vetch/corn or wheat/soybean, wheat/soybean, sunflower or black oats/soybean, white oats/soybean, and common vetch/corn or sorghum). An experimental design of randomized blocks with three replications and plots measuring 30 m² was used. The means obtained from 1987/88 to 1989/90 for systems III (7,547 kg ha⁻¹) and V (7,739 kg ha⁻¹) showed higher yields of corn, as compared to systems II (6,923 kg ha⁻¹) and IV (6,890 kg ha⁻¹). The means from 1991/92 to 1992/93 and from 1994/95 to 1995/96 showed no significant differences between corn and sorghum yields in the systems under study. Corn and sorghum may be grown in crop rotation with common vetch, wheat, soybean, and white oats without negative impact on grain yield.

Key words: crop rotation, crop succession, yield, common vetch.

¹ Trabalho parcialmente realizado com recursos da FAPERGS.

² Bolsista CNPq-PQ, Eng. Agr., Dr., Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (CNPT), Caixa Postal 451, 99001-970, Passo Fundo, RS, Brasil, hpsantos@cnppt.embrapa.br

³ Eng. Agr., Dr., Embrapa-CNPT.

Recebido para publicação em 10-12-2001.

INTRODUÇÃO

Pode-se dizer que há informações que permitem cultivar milho antecedido por culturas alternativas de inverno, em que estão incluídas espécies das famílias das crucíferas, das gramíneas e das leguminosas (HEINZMANN, 1985; DERPSCH et al., 1985; MONEGAT, 1991; AITA et al., 1994; PÖTTKER e ROMAN, 1994). Entre as culturas antecessoras (de inverno) ao milho, estão aveia preta, ervilhaca, chícharo, nabo-forrageiro, serradela, tremoço e outras (DERPSCH e CALEGARI, 1992), usadas com o objetivo de não deixar o solo descoberto, controlar plantas daninhas e doenças e, eventualmente, de incorporar nitrogênio ao solo, através da fixação biológica do N atmosférico. Porém, em sistemas de rotação de culturas envolvendo espécies de inverno e a cultura de milho, existem relativamente poucos trabalhos no Brasil (SANTOS et al., 1990; 1993).

Ao se estabelecer a espécie de cobertura de solo no inverno, é interessante visar ao retorno econômico da própria cultura, como produção de sementes ou pastejo e, também, ao fornecimento de nitrogênio para a cultura subsequente (DIDONET e SANTOS, 1996). Por outro lado, a rotação de culturas, composta tanto por espécies de inverno como de verão, pode contribuir para aumentar a estabilidade e o rendimento de grãos das culturas comerciais, dentre as quais o milho e o sorgo (DICK et al., 1985; LANGDALE et al., 1990; VARVEL, 1994). De acordo com esses mesmos autores, os melhores rendimentos de grãos de milho e de sorgo foram obtidos quando cultivados em rotação de culturas.

O efeito residual de culturas de cobertura de inverno e de adubação verde de verão foi estudado no Paraná por DERPSCH et al. (1985), onde os melhores rendimentos de grãos de milho foram obtidos após tremoço branco, ervilhaca peluda e nabo-forrageiro, e os piores após centeio, aveia preta e girassol. Em trabalhos desenvolvidos no Rio Grande do Sul, com diferentes espécies leguminosas (ervilhaca, serradela e tremoço) antecedendo a cultura de milho, em sistemas de rotação de culturas, não foram observadas diferenças significativas entre as médias para rendimento de grãos desse cereal, após essas culturas de cobertura de solo e de adubação verde

(SANTOS e PÖTTKER, 1990). SANTOS e PEREIRA (1994), no estado do Paraná, compararam o milho — plantado após leguminosas, em sistemas de rotação de culturas — e obtiveram diferenças significativas entre as médias para rendimento de grãos dessa gramínea. O rendimento de grãos de milho após resteva de ervilhaca foi superior ao obtido após tremoço.

Como existem poucos trabalhos e ainda dúvidas sobre o assunto, foi realizado este estudo, visando a avaliar o rendimento de grãos de milho e de sorgo, antecidos por ervilhaca, em sistemas de rotação de culturas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Embrapa Trigo, município de Passo Fundo, RS, de 1987/88 a 1995/96, em Latossolo Vermelho distrófico típico (BRASIL, 1973). A área experimental vinha sendo cultivada, anteriormente, com lavouras de trigo, no inverno, e de soja, no verão.

Os sistemas de rotação de culturas envolvendo a cultura de milho foram constituídos por: sistema I (trigo/soja, de 1987 a 1989, e trigo/soja e ervilhaca/ milho ou sorgo, de 1990 a 1995); sistema II (trigo/soja, aveia preta ou aveia branca/soja e ervilhaca/milho ou sorgo); sistema III (trigo/soja, aveia branca/soja, linho/soja e ervilhaca/ milho, de 1987 a 1989, e trigo/soja, girassol ou aveia preta/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/ milho ou sorgo, de 1990 a 1995); sistema IV (trigo/soja, trigo/soja, aveia preta ou aveia branca/soja e ervilhaca/milho ou sorgo); e sistema V (trigo/soja, trigo/soja, aveia branca/soja, linho/soja e ervilhaca/ milho, de 1987 a 1989, e trigo/soja, trigo/soja, girassol ou aveia preta/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho ou sorgo, de 1990 a 1995) (Tabela 1). As culturas de inverno foram estabelecidas com preparo convencional de solo (lavração com arado de discos e uma ou duas gradagens de discos); as de verão, em plantio direto. Nas safras de 1990/91 e de 1993/94, o milho não foi colhido em função da forte estiagem que ocorreu na região e, também, devido ao furto de todas as espigas por pessoas alheias ao quadro da empresa. Os híbridos de milho usados foram Ag 64A, em 1987, e XL 560, de 1988 a 1992; os de sorgo foram DK 861, em 1994, e DK 48, em 1995.

Em maio de 1987, antes da semeadura das culturas de inverno, a camada de solo 0-20 cm da área experimental foi amostrada, e os resultados das análises foram: pH = 5,6; Al trocável = 1,5 mmol_c dm⁻³; Ca + Mg trocáveis = 77,1 mmol_c dm⁻³; matéria orgânica = 35 g kg⁻¹; P extraível = 18,5 mg kg⁻¹; e K trocável = 106 mg kg⁻¹. O solo dessa área foi submetido à correção de acidez com 4,0 t ha⁻¹ (PRNT 100%) de calcário, visando a elevar o pH a 6,0. Amostragens de solo para determinação dos níveis de nutrientes e do teor de matéria orgânica foram realizadas anualmente em todas as parcelas, após a colheita das culturas de inverno, na camada de 0 a 20 cm. A adubação de manutenção foi baseada nos resultados da análise química do solo na média de todas as parcelas. As culturas de inverno produtoras de grãos receberam, como adubação nitrogenada de cobertura, 20 kg ha⁻¹ (aveia branca) a 50 kg ha⁻¹ (linho e trigo) de N, na forma de uréia. Nesse período de estudo, na adubação de manutenção na cultura de milho ou de sorgo foram colocados, em média, 10 kg ha⁻¹ de N, 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 50 kg ha⁻¹ de K₂O. Como o milho foi antecedido por ervilhaca, não foi colocada adubação nitrogenada de cobertura.

Tanto em milho como em sorgo, a semeadura, o controle de plantas daninhas e os tratamentos fitossanitários foram realizados conforme as respectivas recomendações para essas culturas (RECOMENDAÇÕES 1997). No controle de plantas daninhas de milho e de sorgo foi aplicado, na maioria dos anos, herbicida residual à base de atrazina. O tamanho das parcelas foi de 3 m de largura por 10 m de comprimento (30 m²). O rendimento de grãos foi determinado a partir da colheita manual de toda a parcela, sendo corrigido para 13 % de umidade. O milho foi estabelecido mantendo-se 90 cm entre as linhas, e o espaçamento do sorgo foi de 51 cm entre as linhas. A população de milho foi de aproximadamente 50.000 plantas por hectare, e a de sorgo de 160.000 a 180.000 plantas por hectare.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com três repetições. Foi efetuada a análise de variância (Tabela 2) do rendimento de grãos de milho (dentro de cada ano e na média conjunta dos anos, de 1987/88 a 1989/90 e de 1991/92 a 1992/93) e de sorgo (dentro de cada ano e na média conjunta dos anos, de 1994/95 e 1995/96). A análise

de variância conjunta foi aplicada a esses três períodos devido às alterações nas sucessões de culturas efetuadas nos sistemas II, III, IV e V, a partir de 1990. Considerou-se o efeito de tratamento (diferentes sistemas de rotação de culturas) como fixo, e o efeito do ano como aleatório. As médias dos tratamentos foram comparadas entre si pelo teste de Duncan, em nível de 5 %.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os rendimentos de grãos de milho (de 1987/88 a 1989/90) e de sorgo (de 1994/95 a 1995/96) foram influenciados pelo fator ano (Tabela 2), indicando que esses parâmetros foram afetados pelas variações climáticas ocorridas. SANTOS e PÖTTKER (1990), trabalhando com sistemas de rotação envolvendo a cultura de milho e leguminosas (ervilhaca, serradela e tremoço), durante cinco anos, obtiveram diferença significativa do efeito ano sobre rendimento de grãos de milho. O rendimento de grãos de milho, em 1991/92 e 1992/93, não foi influenciado pelo fator ano (Tabela 2).

Não se observaram interações ano x tratamentos em nenhum dos três períodos estudados (1987/88 a 1989/90, 1991/92 e 1992/93 e 1994/95 a 1995/96), para rendimento de grãos de milho e de sorgo. Isso foi verdadeiro na análise conjunta de 1991/92 e 1992/93, para a cultura de milho, e de 1994/95 e 1995/96, para a cultura de sorgo. SANTOS e PÖTTKER (1990), estudando sistemas de rotação envolvendo a cultura de milho e leguminosas, durante cinco anos, não observaram diferença significativa da interação ano x tratamentos, para rendimento de grãos de milho.

Na média conjunta dos anos 1987/88 a 1989/90 (Tabela 3), observaram-se diferenças significativas para rendimento de grãos de milho em virtude das culturas que o antecederam. O milho estabelecido nos sistemas compostos por trigo/soja, aveia branca/soja, linho/soja e ervilhaca/milho (sistema III - 7.547 kg ha⁻¹) e por trigo/soja, trigo/soja, aveia branca/soja, linho/soja e ervilhaca/milho (sistema V - 7.739 kg ha⁻¹) apresentou rendimento de grãos mais elevado que nos compostos por trigo/soja, aveia preta/soja e ervilhaca/milho (sistema II - 6.923 kg ha⁻¹) e por trigo/soja, trigo/soja, aveia preta/soja e ervilhaca/milho (sistema IV - 6.890 kg

ha⁻¹) (Tabela 3). SANTOS e PEREIRA (1994), trabalhando com sistemas de rotação de culturas para milho, durante cinco anos, verificaram que o milho antecedido por ervilhaca (trigo/soja e ervilhaca/milho ou trigo/soja, linho/soja e ervilhaca/milho) produziu maior rendimento de grãos que o milho antecedido por tremoço (trigo/soja, aveia branca/soja, cevada/soja e tremoço/milho). No trabalho acima, a ervilhaca produziu mais matéria seca que o tremoço e, provavelmente, disponibilizou mais N no sistema.

Deve ser levado em conta que, na análise anual de 1987/88 a 1989/90, não houve significância entre as médias para rendimento de grãos de milho, porém esses resultados em valores absolutos foram mais elevados nos sistemas III e IV. Isso ficou mais evidente na análise conjunta desse período.

O consumo de água para o milho completar seu ciclo é de aproximadamente 571 mm (MATZENAUER, 1992). Contudo, a precipitação pluvial normal de Passo Fundo, RS, tem sido 1.000 mm (BRASIL, 1992). Pelo observado no decorrer dos anos de condução deste trabalho, a precipitação pluvial foi mal distribuída somente em fevereiro de 1987/88 (27 mm) e de 1990/91 (30 mm). Isso repercutiu na média de todos os tratamentos em 1987/88 (4.657 kg ha⁻¹). Nesse primeiro período de estudo, o ano em que a produção de milho apresentou-se mais elevada foi 1989/90 (8.891 kg ha⁻¹).

Como em todos os sistemas estudados, a cultura de milho foi antecedido por ervilhaca, e grande parte da explicação da diferença no rendimento de grãos pode estar relacionada com a segunda espécie que antecedeu o milho, nesse caso, a aveia preta [sistemas II (trigo/soja, aveia preta/soja e ervilhaca/milho) e IV (trigo/soja, trigo/soja, aveia preta/soja e ervilhaca/milho)]. Nesse período, foram usadas, na seqüência, duas culturas de cobertura de solo no inverno (aveia preta e ervilhaca), antecedendo milho (Tabela 1), em relação aos sistemas III (trigo/soja, aveia branca/soja, linho/soja e ervilhaca/milho) e V (trigo/soja, trigo/soja, aveia branca/soja, linho/soja e ervilhaca/milho). Por sua vez, a palha remanescente de linho, que foi a segunda espécie nos sistemas que mais produziu, apresenta contribuição positiva no balanço de N ao mesmo, ou seja, de acordo com

ABRÃO e CANAL (1982), o linho, para produzir 1 t/ha de grãos, pode deixar no sistema 92 kg de N/ha. Desta maneira, pode ter havido um efeito diferenciado de todas as espécies que compuseram os sistemas de rotação de culturas, no desenvolvimento e acúmulo de N, pela ervilhaca que antecedeu a cultura de milho.

Na avaliação da quantidade de palha remanescente dos últimos três anos de condução do ensaio, na média dos tratamentos foram obtidos os seguintes resultados: aveia branca: 3,56 t/ha, em 1993, 4,62 t/ha, em 1994 e 4,07 t/ha, em 1995; aveia preta: 4,17 t/ha, em 1993, 4,10 t/ha, em 1994 e 4,16 t/ha, em 1995; e ervilhaca: 4,28 t/ha, em 1993, 5,91 t/ha, em 1994 e 3,46 t/ha, em 1995. Nesse período relatado acima, além de a aveia preta produzir menor quantidade de palha remanescente que a ervilhaca, incorporou menos N ao sistema (71 kg de N/ha, em 1993, e 70 kg de N/ha, em 1995), em relação à ervilhaca (160 kg de N/ha, em 1993, e 175 kg de N/ha, em 1995). Em ensaio próximo e dados de 1989, o linho apresentou como quantidade de palha remanescente 1,2 t/ha (ROMAN, 1990). Isso também foi observado visualmente no referido ensaio. Deve ser levado em consideração que nas culturas de cobertura não foi aplicada adubação de manutenção. Provavelmente, esta diferença pode estar relacionada com a cultura de linho que recebeu, além da adubação de manutenção, adubação nitrogenada de cobertura.

Por outro lado, como a cultura de milho foi antecedido por uma leguminosa, em todos os sistemas, optou-se por não colocar adubação nitrogenada de cobertura. No caso dos sistemas que continham aveia preta dois invernos antes, esta pode ter consumido parte do nitrogênio disponível no sistema, acarretando, com isso, diferenças entre os rendimentos de grãos de milho. Provavelmente, parte desse nitrogênio foi usada pelos microorganismos, na decomposição de restos culturais da aveia preta, como fonte de energia e também para a biossíntese (AITA et al., 1994). No trabalho desenvolvido por Aita et al. (1994), as leguminosas podem reciclar e incorporar ao sistema de 78 a 132 kg de N/ha, enquanto a aveia preta só recicla de 42 a 43 kg de N/ha. De acordo com PÖTTKER e ROMAN (1994), o balanço de nitrogênio em espécies que antecederam a cultura de milho mostram perdas de 14,9 a 22,7 kg de N/t

de matéria seca para aveia preta e ganhos de 7,3 a 16,2 kg de N/t de matéria seca para a ervilhaca.

Outra hipótese dessa diferença entre os rendimentos de grãos de milho, no período de 1987/88 a 1989/90, pode estar relacionada com a cultura de soja. De acordo com RODRIGUES et al. (1998), a soja, quando em situação de rendimento elevado, mais extrai que incorpora N ao sistema. De acordo com esses mesmos autores, a soja, para produzir 2.800 kg/ha, deixa no sistema um balanço negativo de até 50 kg/ha de N. Isso significa que, durante o seu ciclo, a soja pode reduzir o conteúdo de nitrogênio no sistema.

De 1991/92 a 1992/93, não houve diferenças significativas entre as médias anual e conjunta para rendimento de grãos de milho (Tabela 4). Nesse período, não havia aveia preta como cultura de cobertura de solo (Tabela 1). A precipitação pluvial em 1991/92 e 1992/93 foi bem distribuída (BRASIL, 1992). Pelo observado, nem as culturas em rotação a milho nem a precipitação pluvial interferiram no rendimento de grãos desse cereal. SANTOS e PÖTTKER (1990), trabalhando com sistemas de rotação de culturas — tais como trigo/soja, colza/soja, cevada/soja e tremoço ou serradela/milho; trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho; e trigo/soja, colza/soja, linho/soja e tremoço ou serradela/milho, de 1984/85 a 1987/89 — igualmente não encontraram diferenças significativas entre os rendimentos de grãos de milho.

De 1994/95 a 1995/96, não houve diferenças significativas entre as médias para rendimento de grãos de sorgo (Tabela 5). As culturas em rotação ao sorgo não influenciam o rendimento de grãos desse cereal. No trabalho conduzido por LANGDALE et al. (1990), nos Estados Unidos da América, durante oito anos, foram encontradas diferenças significativas entre o rendimento de grãos de sorgo (sistemas I: soja, sorgo, soja e sorgo; sistema II: soja, soja, sorgo e soja; sistema III: soja, soja, sorgo e sorgo; sistema IV: sorgo, sorgo, soja e soja; sistema V: sorgo, sorgo, sorgo e soja; sistema VI: sorgo, sorgo, soja e sorgo; e sistema VII: sorgo, soja, sorgo e soja) a favor da rotação de culturas, em comparação com a monocultura dessa cultura (sorgo).

Nos dois anos de estudos, o rendimento de grãos de sorgo em todos sistemas foi relativamente

próximo; daí não haver diferenças significativas na média conjunta dos anos. No ano 1994/95, quando a precipitação pluvial foi bem distribuída, os rendimentos de grãos de sorgo foram bons (8.640 kg ha⁻¹), enquanto os baixos rendimento de grãos de 1995/96 (4.942 kg ha⁻¹) podem ser explicados, em parte, pela estiagem do mês de dezembro (32 mm) (BRASIL, 1992). Dessa forma, a falta de umidade no solo afetou todos os sistemas estudados. De acordo com ASSIS e VERONA (1991), o sorgo consome em torno de 460 mm de água para completar seu ciclo.

No caso do rendimento de grãos de sorgo, os sistemas III e V tinham a aveia preta como cultura de cobertura de solo. Só que, nesse caso, a aveia preta foi a terceira espécie que antecedeu o sorgo (Tabela 1). Pelo visto, isso não foi tão importante como no primeiro período de estudo.

De 1987/88 a 1989/90, a cultura de milho apresentou valor mais elevado no último ano (média dos tratamentos: 8.891 kg ha⁻¹). Esse valor foi o mais elevado nos dois períodos estudados com milho (Tabelas 3 e 4). No período de 1991/92 a 1992/93, não houve diferenças significativas entre os anos estudados (Tabela 4). Em 1994/95, a cultura de sorgo apresentou, em média, rendimento de grãos mais elevado (média dos tratamentos: 8.640 kg ha⁻¹) que em 1995/96 (média dos tratamentos: 4.942 kg ha⁻¹) (Tabela 5). O sorgo foi semeado tardiamente por causa do período seco que ocorreu em outubro e novembro de 1995.

CONCLUSÕES

Milho e sorgo podem ser cultivados, sem diferenças significativas no rendimento de grãos, nos diferentes sistemas de rotação de culturas (I: trigo/soja e ervilhaca/milho ou sorgo; II: trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho ou sorgo; III: trigo/soja, girassol, aveia branca/soja e ervilhaca/milho ou sorgo; IV: trigo/soja, trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho ou sorgo; e V: trigo/soja, trigo/soja, girassol, aveia branca/soja e ervilhaca/milho ou sorgo) recomendados para a Região Sul do Brasil.

O rendimento de grãos de milho, cultivados imediatamente após ervilhaca, são afetados pela segunda espécie (aveia preta) que antecedeu esta gramínea.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRÃO, J.J.R.; CANAL, I.N. Adubação e calagem na cultura do linho (*Linum usitatissimum* L.) In: FECOTRIGO (Cruz Alta, RS). **Contribuição do Centro de Experimentação e Pesquisa a I Reunião Estadual de Pesquisa e Assistência Técnica do Linho**. Cruz Alta, 1982. p.19-44.
- AITA, C.; CERETTA, C.A.; THOMAS, A.L., et al. Espécies de inverno como fonte de nitrogênio para milho no sistema de cultivo mínimo e feijão em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 18, n.1, p.101-108, 1994.
- ASSIS, F.N.; VERONA, L.A.F. Consumo de água e coeficiente de cultura do sorgo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.5, p.665-670, maio 1991.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisa Pedológica. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Recife, 1973. 431p. (Boletim Técnico, 30).
- BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas (1961-1990)**. Brasília, 1992. 84p.
- DERPSCH, R.; CALEGARI, A. **Plantas para adubação verde de inverno**. Londrina: IAPAR, 1992. 80p. (IAPAR. Circular, 73).
- DERPSCH, R.; SIDIRAS, N.; HEINZMANN, F.X. Manejo do solo com coberturas verdes de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 20, n.7, p.761-773, jul. 1985.
- DIDONET, A.D.; SANTOS, H.P. dos. Sustentabilidade: manejo de nitrogênio no sistema de produção. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHÔ, 41., REUNIÃO TÉCNICA DO SORGO, 24., 1996, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1996. p.236-240.
- DICK, W.A.; VAN DOREN JUNIOR, D.M. Continuous tillage and rotation combination effects on corn, soybean, and oat yields. **Agronomy Journal**, Madison, v.77, n.3, p.459-465, 1985.
- HEINZMANN, F.X. Resíduos culturais de inverno e assimilação de nitrogênio por culturas de verão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.20, n.9, p.1021-1030, set. 1985.
- LANGDALE, G.W.; WILSON JUNIOR, R.L.; BRUCE, R.R. Cropping frequencies to sustain long-term conservation tillage systems. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.54, n.1, p.193-198, 1990.
- MATZENAUER, R. Evapotranspiração de plantas cultivadas e coeficientes de cultura. In: BERGAMASCHI, H; BERLATO, M.A; MATZENAUER, R. et al. **Agrometeorologia aplicada à irrigação**. Porto Alegre: UFRGS, 1992. Cap.3, p.33-47.
- MONEGAT, C. **Plantas de cobertura do solo: características e manejo em pequenas propriedades**. Chapecó: Ed. Autor, 1991. 337p.
- PÖTTKER, D.; ROMAN, E.S. Efeito de resíduos de culturas e do pousio de inverno sobre a resposta do milho a nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.5, p.763-770, maio 1994.
- RECOMENDAÇÕES técnicas para a cultura do milho no RS. Porto Alegre: FEPAGRO/EMATER-RS/FECOTRIGO, 1997. 140p. (Programa Multiinstitucional de Difusão de Tecnologia em Milho. Boletim Técnico, 4).
- RODRIGUES, O.; DIDONET, A.D.; LHAMBY, J.C.B., et al. Balanço de nitrogênio na cultura de soja. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Passo Fundo, RS). **Soja: resultados de pesquisa do Centro Nacional de Pesquisa de Trigo, 1997/98**. Passo Fundo, 1998. p.129-139. (EMBRAPA- CNPT. Documentos, 51).
- ROMAN, E.S. Effect of cover crops on the development of weeds. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON CONSERVATION TILLAGE SYSTEMS, 1990, Passo Fundo. **Conservation tillage for subtropical area**. Passo Fundo: CIDA/EMBRAPA-CNPT, 1990. p.258-262.
- SANTOS, H.P. dos; PEREIRA, L.R. Rotação de culturas em Guarapuava XIV. Efeitos de sistemas de sucessão de culturas de inverno sobre algumas características agronômicas de milho, em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.11, p.1691-1699, nov. 1994.
- SANTOS, H.P. dos; PÖTTKER, D. Rotação de cultu-

ras. XX. Efeito de leguminosas de inverno sobre o rendimento de grãos e sobre algumas características agronômicas do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, n.11, p.1647-1654, nov. 1990.

SANTOS, H.P. dos; REIS, E.M.; DERPSCH, R. Rotação de culturas. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Passo Fundo, RS). **Plantio direto no Brasil**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT/

FUNDACEP FECOTRIGO/Fundação ABC/Aldeia Norte, 1993. p.85-103.

SANTOS, H.P. dos; REIS, E.M., PÖTTKER, D. **Culturas de inverno para plantio direto no Sul do Brasil**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1990. 24p. (EMBRAPA-CNPT. Circular Técnica, 3).

VARVEL, G.E. Monoculture and rotation system effects on precipitation use efficiency of corn. **Agronomy Journal**, Madison, v.86, n.1, p.204-208, 1994.

TABELA 1 - Sistemas de rotação de culturas com espécies de inverno e de verão. Passo Fundo, RS

Sistema de rotação	Ano								
	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Sistema I	T/S	T/S	T/S	E/M	T/S	E/M	T/S	E/So	T/S
				T/S	E/M	T/S	E/M	T/S	E/So
Sistema II	T/S	Ap/S	E/M	T/S	Ab/S	E/M	T/S	Ab/S	E/So
	Ap/S	E/M	T/S	Ab/S	E/M	T/S	Ab/S	E/So	T/S
	E/M	T/S	Ap/S	E/M	T/S	Ab/S	E/M	T/S	Ab/S
Sistema III	T/S	Ab/S	L/S	E/M	T/S	Gir	Ab/S	E/So	T/S
	Ab/S	L/S	E/M	T/S	Gir	Ab/S	E/M	T/S	Ap/S
	L/S	E/M	T/S	Gir	Ab/S	E/M	T/S	Ap/S	Ab/S
	E/M	T/S	Ab/S	Ab/S	E/M	T/S	Ap/S	Ab/S	E/So
Sistema IV	T/S	T/S	Ap/S	E/M	T/S	T/S	Ab/S	E/So	T/S
	T/S	Ap/S	E/M	T/S	T/S	Ab/S	E/M	T/S	T/S
	Ap/S	E/M	T/S	T/S	Ab/S	E/M	T/S	T/S	Ab/S
	E/M	T/S	T/S	Ab/S	E/M	T/S	T/S	Ab/S	E/So
Sistema V	T/S	T/S	Ab/S	Ab/S	E/M	T/S	T/S	Ap/S	Ab/S
	T/S	Ab/S	L/S	E/M	T/S	T/S	Ap/S	Ab/S	E/So
	Ab/S	L/S	E/M	T/S	T/S	Gir	Ab/S	E/So	T/S
	L/S	E/M	T/S	T/S	Gir	Ab/S	E/M	T/S	T/S
	E/M	T/S	T/S	Gir	Ab/S	E/M	T/S	T/S	Ap/S

Ab = aveia branca; Ap = aveia preta; E = ervilhaca; Gir = girassol; L = linho; M = milho; P = pousio de inverno; S = soja; So = sorgo; e T = trigo.

TABELA 2 - Significância do teste F para rendimento de grãos de milho (de 1987/88 a 1989/90 e de 1991/92 a 1992/93) e de sorgo (de 1994/95 a 1995/96). Passo Fundo, RS

Característica agrônômica	Ano	Cultura antecessora	Ano x cultura antecessora
Rendimento de grãos de milho (kg ha ⁻¹) (1987 a 1989)	**	*	ns
Rendimento de grãos de milho (kg ha ⁻¹) (1991 a 1992)	ns	ns	ns
Rendimento de grãos de sorgo (kg ha ⁻¹) (1994 a 1995)	**	ns	ns

ns: não significativo.

*: significativo a 5 %.

**: significativo a 1 %.

TABELA 3 - Rendimento de grãos de milho cultivado em diferentes sistemas de rotação de culturas de 1987/88 a 1989/90. Passo Fundo, RS

Sistema de rotação	Ano			
	1987/88	1988/89	1989/90	Média
Milho após ervilhaca:		kg ha ⁻¹		
Sistema II	4.262	7.824	8.684	6.923 b
Sistema III	4.709	8.767	9.164	7.547 a
Sistema IV	4.629	7.620	8.422	6.890 b
Sistema V	5.026	8.900	9.292	7.739 a
Média	4.657 C	8.278 B	8.891 A	7.274
C.V. (%)	19	10	8	-
F. tratamentos	0,4ns	1,8ns	1,1ns	8,9*

Sistema II: trigo/soja, aveia preta/soja e ervilhaca/milho.

Sistema III: trigo/soja, aveia branca/soja, linho/soja e ervilhaca/milho.

Sistema IV: trigo/soja, trigo/soja, aveia preta/soja e ervilhaca/milho.

Sistema V: trigo/soja, trigo/soja, aveia branca/soja, linho/soja e ervilhaca/milho.

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não apresentam diferenças significativas, em nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Duncan.

ns: não significativo.

*: nível de significância de 5 %.

RENDIMENTO DE GRÃOS DE MILHO E DE SORGO EM SISTEMAS DE ROTAÇÃO DE CULTURAS

TABELA 4 - Rendimento de grãos de milho cultivado em diferentes sistemas de rotação de culturas de 1991/92 a 1992/93. Passo Fundo, RS

Sistema de rotação	Ano		Média
	1991/92	1992/93	
Milho após ervilhaca:		kg ha ⁻¹	
Sistema I	7.471	8.143	7.807 a
Sistema II	7.351	7.654	7.502 a
Sistema III	7.946	8.259	8.103 a
Sistema IV	7.260	8.806	8.033 a
Sistema V	7.931	8.009	7.970 a
Média	7.592 A	8.174 A	7.883
C.V. (%)	12	17	-
F. tratamentos	0,4ns	0,3ns	0,4ns

Sistema I: trigo/soja e ervilhaca/milho.

Sistema II: trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho.

Sistema III: trigo/soja, girassol, aveia branca/soja e ervilhaca/milho.

Sistema IV: trigo/soja, trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho.

Sistema V: trigo/soja, trigo/soja, girassol, aveia branca/soja e ervilhaca/milho.

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não apresentam diferenças significativas, em nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Duncan.

ns: não significativo.

TABELA 5 - Rendimento de grãos de sorgo cultivado em diferentes sistemas de rotação de culturas de 1994/95 a 1995/96. Passo Fundo, RS

Sistema de rotação	Ano		Média
	1994/95	1995/96	
Sorgo após ervilhaca:		kg ha ⁻¹	
Sistema I	9.092	4.756	6.924 a
Sistema II	7.893	4.411	6.152 a
Sistema III	9.421	5.285	7.353 a
Sistema IV	8.485	4.720	6.602 a
Sistema V	8.308	5.540	6.924 a
Média	8.640 A	4.942 B	6.791
C.V. (%)	10	18	-
F. tratamentos	1,5ns	0,8ns	0,7ns

Sistema I: trigo/soja e ervilhaca/sorgo.

Sistema II: trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/sorgo.

Sistema III: trigo/soja, aveia preta/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/sorgo.

Sistema IV: trigo/soja, trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/sorgo.

Sistema V: trigo/soja, trigo/soja, aveia preta/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/sorgo.

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não apresentam diferenças significativas, em nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Duncan.

ns: não significativo.

EFEITOS DE CULTURAS DE INVERNO E ROTAÇÕES SOBRE A SOJA CULTIVADA EM SISTEMA PLANTIO DIRETO

HENRIQUE PEREIRA DOS SANTOS¹, ERIVELTON SCHERER ROMAN²

RESUMO - Experimentos a campo foram conduzidos em Passo Fundo (1984/89) e em Coxilha (1996/97), RS, e em Guarapuava (1984/90 e 1990/94), PR, para estudar os efeitos de diferentes culturas antecessoras sobre o rendimento de grãos e sobre a estatura de plantas de soja, sob sistema plantio direto. Os experimentos consistiram em sete a oito sistemas de rotação de culturas. A soja foi semeada em sucessão à aveia branca rolada, à aveia branca, à cevada, à colza, ao linho e ao trigo. A soja foi cultivada em monocultivo e em rotação com milho ou milheto, no verão. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com quatro repetições. A soja cultivada após linho e após colza apresentou rendimento de grãos e estatura de plantas menores do que quando cultivada após cevada e após trigo. A soja cultivada em monocultura situou-se em posição intermediária para rendimento de grãos, entre a soja após cevada ou aveia branca e a soja após colza ou linho. A soja cultivada após cevada e após trigo pode ser incluída, sem prejuízo, nos diferentes sistemas de sucessão estudados. Plantas voluntárias de aveia branca emergidas juntamente com a cultura reduzem o rendimento de grãos e a estatura de planta de soja.

Palavras-chave: Glycine max, sucessão de cultura, rotação, rendimento, grãos, estatura de planta.

EFFECTS OF WINTER CROPS AND ROTATION SYSTEMS ON SOYBEAN GROWN UNDER NO-TILLAGE

ABSTRACT - Trials were conducted in field conditions in Passo Fundo (1984/89) and in Coxilha (1996/97), RS, and in Guarapuava (1984/90 e 1990/94), PR, Brazil, to study the effects of winter crop residues on soybean grown in succession, under no-till system. Winter crops were white oats knife rolled for mulching purposes, white oats, barley, rapeseed, flax, and wheat for grain yield. In these cropping systems, soybean was grown in the summer in monoculture and in rotation with corn and pearl millet. A randomized complete block design with four replications was used. Soybean grown after flax and rape showed lower yields and lower plant heights than soybean after barley and wheat. Yields of soybean grown in monoculture were in intermediate position, between yields of soybean grown in crop rotation and soybean grown after rape or flax. Soybean grown after barley and wheat may be included in the different systems studied without yield losses. Volunteer white oat seeds may reduce soybean yield and plant height.

Key words: Glycine max, crop succession, rotation, yield, plant height.

¹ Bolsista do CNPq-PQ, Eng. Agr., Dr., Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (CNPT), Caixa Postal 451, 99001-970, Passo Fundo, RS, Brasil, hpsantos@nnpt.embrapa.br

² Eng. Agr., PhD, Embrapa-CNPT

Recebido para publicação em 06-12-2000.

INTRODUÇÃO

Os restos culturais desempenham importante papel no sistema plantio direto, pois controlam a erosão, conservam a fertilidade e a umidade do solo e, também, reduzem a incidência de plantas daninhas (ROMAN e DIDONET, 1990). Além desses efeitos, os resíduos culturais podem proporcionar efeitos negativos sobre o crescimento de culturas, os quais estão relacionados aos efeitos alelopáticos sobre o desenvolvimento de plantas e de agentes fitopatogênicos que se multiplicam em tecidos mortos deixados na superfície do solo, causando diminuição do rendimento de grãos de culturas em sucessão (ALMEIDA, 1988; SANTOS e REIS, 1991; SANTOS e TONET, 1997). Esse efeito depende, por sua vez, do tipo, da distribuição e da quantidade de resíduo cultural.

As aveias (branca e preta) para cobertura de solo, no inverno, apresentam grandes quantidades de restebas, em relação a gramíneas como cevada, trigo e tritcale para produção de grãos (ROMAN, 1990). Em posição intermediária, situam-se a ervilhaca, a colza e, com menor produção de resteva, a cultura de linho.

Os resíduos culturais de cevada, de trigo e de aveia (branca e preta rolada) têm facilitado a semeadura e o desenvolvimento de soja (SANTOS e REIS, 1991; SANTOS, 1991; SANTOS et al., 1991). Por outro lado, as restebas de aveia branca (branca e preta), para produção de grãos, ao atingirem 7,4 a 8,2 t/ha de palha, respectivamente, podem dificultar a semeadura e o desenvolvimento dessa leguminosa (ROMAN, 1990). Além disso, as gramíneas têm relação C/N maior do que as leguminosas e decomposição mais lenta em plantio direto, determinando proteção mais prolongada do solo (MONEGAT, 1991).

Por outro lado, a taxa de decomposição de resíduos vegetais depende de vários fatores. De acordo com KOCHHANN e SELLES (1991), quando resíduos são incorporados ao solo, os materiais orgânicos estão em contato íntimo com as partículas de solo e são colonizados rapidamente pelos microorganismos que usam os resíduos como substrato, decompondo-os. Se esses resíduos permanecem na superfície do solo, a taxa de decomposição é menor do que quando são incorporados, pois os microorganismos

decompositores têm limitado acesso ao substrato. Além disso, na superfície, os resíduos permanecem secos por períodos de tempo mais longos que quando incorporados, reduzindo a atividade microbiana nos restos culturais e, conseqüentemente, reduzindo a taxa de decomposição.

A alelopatia entre culturas tem interesse agrônomo, especialmente no que diz respeito às técnicas de rotação ou sucessão de culturas sob plantio direto. Os trabalhos desenvolvidos na Embrapa Trigo têm demonstrado alguns efeitos entre culturas que podem, pelo menos em parte, ser atribuídos a efeitos alelopáticos. O rendimento de grãos e a estatura das plantas de soja foram afetados pelos resíduos de aveia branca, de colza e de linho (SANTOS et al. 1989, 1998; SANTOS e LHAMBY, 1996). Em trabalho realizado por SANTOS et al. (1989), a menor estatura de plantas ocorreu na soja cultivada após colza, em comparação à soja cultivada após trigo. A estatura da soja cultivada após aveia branca e após linho situou-se em posição intermediária. Em outros trabalhos conduzidos por SANTOS e LHAMBY (1996) e por SANTOS et al. (1998), o menor rendimento de grãos e a menor estatura de soja foram relacionados à inadequada cobertura de solo proporcionada pelo linho, em relação à aveia branca, à aveia preta, à cevada ou ao trigo.

Este trabalho teve por objetivo verificar o efeito de culturas de inverno cultivadas para grãos ou para cobertura de solo (aveia branca rolada, aveia branca, cevada, colza, linho e trigo) sobre o rendimento de grãos e sobre a estatura de plantas de soja.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram realizados na Cooperativa Agrária Mista Entre Rios Ltda., município de Guarapuava, PR, em solo classificado como Latossolo Bruno aluminico cámbico (EMBRAPA, 1984), e na Embrapa Trigo, municípios de Passo Fundo, RS, e de Coxilha, RS, em solo classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico (BRASIL, 1973).

Os tratamentos do ensaio de Passo Fundo, RS, constaram de quatro sistemas de rotação de culturas para soja: I) monocultura soja/trigo; II)

rotação soja/trigo, soja/colza, soja/cevada e milho/tremoço ou serradela; III) rotação soja/trigo, soja/aveia branca e milho/ervilhaca; e IV) rotação soja/trigo, soja/colza, soja/linho e milho/tremoço ou serradela, sob preparo convencional de solo, no inverno, e sob semeadura direta, no verão (SANTOS e REIS, 1991). Os tratamentos do ensaio de Guarapuava, PR, consistiram em quatro sistemas de rotação de culturas para soja: I) monocultura soja/cevada; II) rotação soja/cevada e milho/ervilhaca ou soja/cevada e soja/aveia branca; III) rotação soja/cevada, soja/linho e milho/ervilhaca ou rotação soja/cevada, milho/ervilhaca e soja/aveia branca; e IV) rotação soja/cevada, soja/linho, milho/ervilhaca e soja/aveia branca, sob plantio direto, no inverno e no verão (SANTOS et al., 1997). Os tratamentos do ensaio de Coxilha, RS, constaram de seis sistemas de rotação de culturas para soja: I) soja/trigo e milho/pastagem de aveia preta + ervilhaca; II) soja/trigo e milho/pastagem de aveia preta + azevém + ervilhaca; III) soja/trigo e pastagem de milho/pastagem de aveia preta + ervilhaca; IV) soja/trigo e pastagem de milho/pastagem de aveia preta + azevém + ervilhaca; V) soja/trigo, soja/aveia branca e pastagem de milho/pastagem de aveia preta + ervilhaca; e VI) soja/trigo, soja/aveia branca e pastagem de milho/pastagem de aveia preta + azevém + ervilhaca, sob plantio direto, no inverno e no verão (SANTOS e TONET, 1997).

A soja foi inoculada, em todos os anos e em todos os experimentos, com *Bradyrhizobium* sp. A adubação de manutenção foi realizada de acordo com a recomendação para cada cultura e baseada nos resultados da análise de solo. As amostragens de solo, para determinação dos níveis de nutrientes e do teor de matéria orgânica, foram realizadas, anualmente, em todas as parcelas, após a colheita das culturas de inverno.

A semeadura, o controle de plantas daninhas e os tratamentos fitossanitários foram realizados de acordo com a recomendação para cada cultura, e a colheita foi realizada com colhedora especial para parcelas. O milho foi colhido manualmente, e o rendimento de grãos foi determinado a partir da colheita de parte da parcela, ajustando-se o rendimento para umidade de 13 % (aveia branca, milho, soja, e trigo) e para 10 % (colza e linho). Para a avaliação da estatura de plantas, coletaram-

se 20 plantas por parcela, ao acaso, pouco antes da colheita.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com quatro repetições. Foi efetuada a análise de variância do rendimento de grãos e da estatura de plantas de soja (dentro de cada ano e na média conjunta dos anos), de 1984/85 a 1988/89, em Passo Fundo, RS, de 1984/85 a 1989/90 e de 1990/91 a 1993/94, em Guarapuava, PR, e em 1996/97, em Coxilha, RS. A análise conjunta dos anos é resultante da análise de cada ano. Nas Tabelas, mostra-se apenas a análise conjunta dos anos. Considerou-se o efeito de tratamento (diferentes resteevas de inverno) como fixo, e o efeito do ano como aleatório. As médias foram comparadas entre si pelo teste de Duncan, em nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados médios de rendimento de grãos e de estatura de plantas de soja, de 1984/85 a 1988/89, com nove sucessões após culturas de inverno, de Passo Fundo, RS, de 1984 a 1989, com sete sucessões, e de 1990 a 1993, com oito sucessões após as culturas de inverno, de Guarapuava, PR, e de 1996/97, com oito sucessões após culturas de inverno, de Coxilha, RS, encontram-se nas Tabelas 1 a 3.

De 1984/85 a 1988/89, em Passo Fundo, RS, observou-se efeito significativo do tipo de sucessão após culturas de inverno para rendimento de grãos e para estatura de plantas de soja (Tabela 1). Na média conjunta desses períodos, a soja cultivada após trigo, nos sistemas IV, III e II, após linho, no sistema IV, após aveia branca rolada, no sistema III e, após cevada, no sistema II, apresentou o melhor rendimento de grãos (Tabela 1). Entretanto, os quatro últimos tratamentos foram semelhantes estatisticamente à soja cultivada após trigo, no sistema I. A soja cultivada após colza mostrou o menor rendimento de grãos e a menor estatura de plantas. Resultados semelhantes para estatura de plantas foram obtidos por VILHORDO et al. (1985). Nos anos de 1986/87 (1566 kg/ha) e de 1987/88 (1436 kg/ha), o rendimento de grãos de soja foi prejudicado por períodos de estiagem que ocorreram nestes anos (BOLETIM..., 1986 e 1987) que, por sua vez, prejudicaram o rendimento médio

de grãos nesse período de estudo.

De acordo com ALMEIDA (1988) e com PATRICK et al. (1964), o resíduo cultural de colza pode provocar efeito negativo na cultura em sucessão devido a substâncias tóxicas liberadas durante a decomposição. CHEW (1988) verificou que espécies de colza (*Brassica napus* L.) produzem grandes quantidades de glucosinolatos e de outros produtos derivados do metabolismo secundário, os quais são convertidos em vários aleloquímicos. Isso ocorre, com mais ênfase, principalmente em períodos com distribuição irregular de precipitações pluviais durante o estabelecimento e o desenvolvimento de soja cultivada após colza (SANTOS e REIS, 1991; EBERLEIN et al., 1998), como os de 1985 e 1986 (BOLETIM... 1986 e 1987). O efeito detrimental da colza cultivada no inverno ficou evidenciado sobre a soja em semeadura direta, pela redução da estatura de plantas e pela redução do rendimento de grãos dessa leguminosa, em anos com períodos de estresse hídrico (SANTOS e REIS, 1991). Esses sintomas não foram observados no preparo convencional, provavelmente, devido à diluição das substâncias tóxicas pelo revolvimento do solo nesse sistema de cultivo (observações de lavouras de soja na região de Ijuí, sob preparo convencional de solo). O efeito da redução na estatura de plantas de soja cultivada após colza já havia sido observado anteriormente por SANTOS et al. (1983) e por VILHORDO et al. (1985) e, inclusive, no Rio Grande do Sul, há relatos de que alguns agricultores deixaram de semear soja sobre os resíduos de colza devido aos efeitos dessa crucífera na redução da estatura de plantas (ALMEIDA, 1988).

A baixa produtividade da soja, cultivada em monocultura desde 1984, pode ser devida aos efeitos negativos da própria cultura da soja, uma vez que a ocorrência de doenças em soja não atingiu limiar capaz de explicar os decréscimos de rendimento de grãos verificados na monocultura dessa oleaginosa, em comparação com a soja sob rotação de culturas. A decomposição dos resíduos culturais de soja leva à liberação de alguns compostos, os quais podem se acumular no solo até atingir concentrações que se tornam inibidoras do crescimento da própria planta (ALMEIDA, 1988). Na antiguidade, os agricultores deixavam em pousio a área cultivada para que esta se

recuperasse dos efeitos negativos da monocultura, nos quais a alelopatia poderia estar envolvida — semelhante ao que ocorre com alfafa (auto-alelopatia) (OLIVEIRA e OLIVEIRA, 1999).

De 1984/85 a 1989/90 e de 1990/91 a 1993/94, em Guarapuava, PR, verificaram-se efeitos significativos do tipo de sucessão no rendimento de grãos e na estatura de plantas (Tabela 2). De 1984/85 a 1989/90, o melhor rendimento de grãos manifestou-se quando a soja foi cultivada após cevada, nos sistemas III, IV, II e I, e após aveia branca, no sistema IV. Todavia, as quatro últimas sucessões foram similares à de soja após linho, no sistema IV. A soja cultivada após linho apresentou menor rendimento de grãos e menor estatura de plantas. Esses resultados estão de acordo com os obtidos por VILHORDO et al. (1985) para estatura de plantas de soja. No ano de 1987/88, o rendimento de grãos de soja (2077 kg/ha) foi prejudicado por períodos de estiagem que se manifestaram neste ano e que, por sua vez, prejudicaram o rendimento médio de grãos nesse período de estudo.

De 1990/91 a 1993/94 (Tabela 2), o maior rendimento de grãos ocorreu nos tratamentos em que a soja foi cultivada após cevada, nos sistemas III, II, IV, e após aveia branca, nos sistemas II, III e IV. Contudo, os últimos cinco tratamentos foram semelhantes ao de soja após cevada, no sistema I. O menor rendimento de grãos e a menor estatura de plantas foram observados na soja após linho, no sistema IV. Este período de estudo foi mais favorável para o cultivo da soja que o período anterior, ou seja, no ano de 1990/91, a soja produziu, em média, acima de 4000 kg/ha. Os demais rendimentos médios de grãos estiveram próximos de 3000 kg/ha. Dados semelhantes para rendimento de grãos e para estatura de plantas foram obtidos por SANTOS e LHAMBY (1996) e por SANTOS et al. (1998) e podem ser devidos a efeitos negativos da cultura de linho, uma vez que o resíduo desta é citado, desde o século I a.C., como causador de “queima” nas culturas instaladas, em seguida, na mesma área (ALMEIDA, 1990). A quantidade de resíduo cultural das espécies que antecederam a soja em 1993, no experimento em questão, foram as seguintes: aveia branca de 6,3 a 7,1 t/ha; cevada de 3,9 a 4,7 t/ha; e linho 2,3 t/ha. Apesar da baixa quantidade da palha de linho,

observou-se que, na maioria dos anos, a soja antecedida por essa linácea emergiu mais lentamente que após aveia branca e após cevada.

No ano de 1996/97, em Coxilha, RS, houve diferenças significativas entre as médias para rendimento de grãos e estatura de plantas de soja (Tabela 3). A soja cultivada após trigo, nos sistemas VI, III, V, I e IV, mostrou o melhor rendimento de grãos. Entretanto, os últimos três tratamentos foram semelhantes ao tratamento com soja cultivada após trigo, no sistema II. A soja cultivada após aveia branca apresentou o menor rendimento de grãos e a menor estatura de plantas. A quantidade de resíduo das culturas produtoras de grãos, nesse ano, variou em média de 4,5 a 4,7 t/ha para a aveia branca e de 2,5 a 2,8 t/ha para o trigo. Nesse período de estudo, houve deficiência hídrica entre o segundo decêndio de março e o primeiro de abril, o que afetou a cultura de soja em fase de enchimento de grãos e que, conseqüentemente, diminuiu o rendimento de grãos em todos os tratamentos.

Porém, no ano de 1996/97, houve germinação relativamente intensa de aveia branca juntamente com a cultura de soja. Em virtude disso, verificou-se que a soja após essa gramínea mostrou, ao longo do ciclo, menor estatura de plantas e folhas com coloração verde menos intensa, em relação aos demais tratamentos com essa leguminosa. Esse efeito poderia ser devido, pelo menos em parte, à elevada relação C:N da palhada da aveia branca — provocando, assim, deficiência de nitrogênio na soja e, também, competição entre a aveia branca e a leguminosa pelos recursos do ambiente — e à alelopatia, pois, no resíduo cultural de aveia, existem diversos compostos que são conhecidos por suas propriedades alelopáticas. Deve ser levado em consideração que a soja foi inoculada com *Bradyrhizobium*. Assim, ALMEIDA e RODRIGUES (1985) observaram efeito negativo de extrato aquoso a 10 % da parte aérea de aveia preta no comprimento de raiz e de parte aérea de plântulas de soja. RICE (1984) relata o isolamento de dois compostos alelopáticos nos exudatos de raízes de aveia preta, que são a escopoletina e o ácido vanílico. Grande parte desses compostos

secundários pode ter sido liberada por ocasião da decomposição dos resíduos culturais de aveia.

A acumulação de compostos com ação alelopática no solo é uma possibilidade maior no plantio direto, no qual os restos culturais são mantidos sobre a superfície do solo. Os resultados apresentados neste trabalho demonstram que existe interferência de resíduos culturais sobre o desenvolvimento de culturas. No entanto, os efeitos dessas substâncias no campo são difíceis de serem isolados, uma vez que vários fatores interagem quando os resíduos são deixados sobre o solo, como, por exemplo, os efeitos dos resíduos culturais na temperatura, afetando vários processos biológicos do solo e de plantas. Outro efeito importante é o das relações C:N e de outras relações desses resíduos sobre a imobilização de nitrogênio e de outros nutrientes e, conseqüentemente, sobre o crescimento de culturas sucedâneas.

No caso específico de resíduos culturais de colza e de linho, é aconselhável, estrategicamente, o uso de cultivares mais precoces dessas espécies e a semeadura dentro da melhor época. O cultivo de colza que apresente ciclo mais curto do que os cultivares semeados atualmente e com capacidade produtiva semelhante (CARRARO e BALBINO, 1994) possibilitaria que esses materiais completassem o ciclo antes da cultura de trigo, tendo mais tempo para se decomporem antes da semeadura de soja. Isso também pode ser válido para outras culturas, como aveia branca e linho.

CONCLUSÕES

Os resíduos culturais das espécies de inverno, colza e linho, afetam negativamente a estatura de plantas e o rendimento de grãos de soja sob sistema plantio direto.

A soja cultivada em monocultura, em sistema plantio direto, apresenta rendimento de grãos intermediário entre a soja cultivada em rotação de culturas e a soja cultivada após as restebas de colza ou de linho.

Plantas voluntárias de aveia branca emergidas juntamente com a cultura reduzem o rendimento de grãos e a estatura de planta de soja.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.A. **A alelopatia e as plantas**. Londrina: IAPAR, 1988. 60p. (IAPAR. Circular, 53).
- ALMEIDA, F.A. A defesa das plantas: alelopatia. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v.11, n.62, p.38-45, 1990.
- ALMEIDA, F.S.; RODRIGUES, B.N. Plantio direto. In: ALMEIDA, F.S.; RODRIGUES, B.N. **Guia de herbicidas: contribuição para o uso adequado em plantio direto e convencional**. Londrina: IAPAR, 1985. p.341-399.
- BOLETIM AGROMETEOROLÓGICO 1985. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1986. 34p.
- BOLETIM AGROMETEOROLÓGICO 1986. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1987. 34p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisa Pedológica. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Recife, 1973. 431p. (Boletim Técnico, 30).
- CARRARO, I.M.; BALBINO, L.C. **Avaliação de cultivares de canola - 1993**. Cascavel: OCEPAR, 1994. 24p. (OCEPAR. Informe Técnico, 001).
- CHEW, F.S. Biological effects of glucosinolates. In: CUTLER, H.G. (ED.). **Biologically active natural products: potential use in agriculture**. Washington: American Chemical Society, 1988. p.155-181.
- EBERLEIN, C.V.; MORRA, M.J.; GUTTIERI, M.J. et al. Glucosinolate production by five field-grown *Brassica napus* cultivars used as green manures. **Weed Technology**, Lawrence, v.12, n.4, p.712-718, 1998.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná**. Curitiba: EMBRAPA-SNLCS;SUDESUL;IAPAR, 1984. v.1, 414p. (EMBRAPA-SNLCS. Boletim de Pesquisa, 27).
- KOCHHANN, R.A.; SELLES, F. O solo no sistema de manejo conservacionista. In: FERNANDES, J.M.; FERNANDEZ, M.R.; KOCHHANN, R.A.; SELLES, F.; ZENTNER, R.P. **Manual de manejo conservacionista do solo para os estudos do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT;CIDA, 1991. p.9-20. (EMBRAPA-CNPT. Documentos, 1).
- MONEGAT, C. **Plantas de cobertura do solo: características e manejo em pequenas propriedades**. Chapecó: Ed. do Autor, 1991. 337p.
- OLIVEIRA, P.P.A.; OLIVEIRA, W.S. de. Estabelecimento da cultura. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 1999, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1999. p.67-93,
- PATRICK, Z.A.; TOUSSOUN, T.A.; KOCH, L.W. Effect of crop-residue decomposition products on plant roots. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.2, p.267-292, 1964.
- RICE, E.L. **Allelopathy**. 2.ed. New York: Academic Press, 1984. 424p.
- ROMAN, E.S. Effect of cover crops on the development of weeds. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON CONSERVATION TILLAGE SYSTEMS, 1990, Passo Fundo. **Conservation tillage for subtropical areas**. Passo Fundo: CIDA/EMBRAPA-CNPT, 1990. p.258-262.
- ROMAN, E.S.; DIDONET, A.D. **Controle de plantas daninhas no plantio direto de trigo e soja**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1990. 32p. (EMBRAPA-CNPT. Circular Técnica, 2).
- SANTOS, H.P. dos. Soja em sucessão a aveia branca, aveia preta, azevém e trigo: características agrônomicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.9, p.1563-1576, set. 1991.
- SANTOS, H.P. dos; LHAMBY, J.C.B. Efeito de culturas de inverno sobre a soja cultivada em sistemas de rotação de culturas para trigo. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Passo Fundo, RS). **Soja: resultados de pesquisa do Centro Nacional de Pesquisa de Trigo, 1995/96**. Passo Fundo, 1996. p.153-165. (EMBRAPA-CNPT. Documentos, 28).
- SANTOS, H.P. dos.; LHAMBY, J.C.B.; SANDINI, I. Efeitos de culturas de inverno e de sistemas de rotação de culturas sobre algumas características da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.11, p.1141-1146, 1997.
- SANTOS, H.P. dos; LHAMBY, J.C.B.; WOBETO, C. Efeito de culturas de inverno em plantio direto sobre a soja cultivada em rotação de culturas. **Pesquisa**

- Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.3, p. 289-295, mar. 1998.
- SANTOS, H.P. dos; PEREIRA, L.R.; REIS, E.M. Rotação de culturas. XXIII. Efeitos das culturas de inverno sobre o rendimento de grãos e sobre algumas características agronômicas de plantas de soja, num período de nove anos. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Passo Fundo, RS). **Soja**: resultados de pesquisa 1988-1989. Passo Fundo, 1989. p.88-99.
- SANTOS, H.P. dos; REIS, E.M. Efeitos de culturas de inverno sobre o rendimento de grãos e sobre a estatura de plantas de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.5, p.729-735, maio 1991.
- SANTOS, H.P. dos; REIS, E.M.; AMBROSI, I., et al. Efeito da cultura da colza no desenvolvimento da soja em sua sucessão. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Passo Fundo, RS). **Colza**: resultados de pesquisa 1982. Passo Fundo, 1983. p.46-51.
- SANTOS, H.P. dos; TONET, G.E.L. Efeito de sistemas de produção incluindo culturas produtoras de grãos e pastagens anuais de inverno e de verão no rendimento de grãos e em outras características agronômicas de soja, sob sistema plantio direto. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Passo Fundo, RS). **Soja**: resultados de pesquisa do Centro Nacional de Pesquisa de Trigo, 1996/97. Passo Fundo, 1997. p.88-93. (EMBRAPA-CNPT. Documentos, 35).
- SANTOS, H.P. dos; VIEIRA, S.A.; PEREIRA, L.R., et al. Rotação de culturas. XVI. Efeitos de sistemas de cultivo no rendimento de grãos e outras características agronômicas das plantas de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.9, p.1539-1549, set. 1991.
- VILHORDO, B.W.; BURIN, M.E.; GANDOLFI, V.H. et al. Efeito alelopático da colza (*Brassica napus* L. var. *Oleifera* Metzg.) na rotação e sucessão trigo e soja. **Agronomia Sulriograndese**, Porto Alegre, v.21, n.1, p.55-64, 1985.

TABELA 1 - Efeitos de sucessões de culturas no rendimento de grãos (RG) e na estatura de plantas (EP) de soja de 1984/85 a 1988/89. Passo Fundo, RS¹

Tipo de sucessão ²	RG (kg/ha)	EP (cm)
Sistema I: (monocultura)		
Soja após trigo	2107 bc	97,0 c
Sistema II: (rotação com milho/leguminosas)		
Soja após trigo	2522 ab	99,5 ab
Soja após colza	1746 c	78,8 c
Soja após cevada	2255 ab	95,9 ab
Sistema III: (rotação com milho/ervilhaca)		
Soja após trigo	2604 a	97,7 ab
Soja após aveia branca rolada	2315 ab	91,6 b
Sistema IV: (rotação com milho/leguminosas)		
Soja após trigo	2650 a	101,8 a
Soja após colza	1802 c	78,1 c
Soja após linho	2273 ab	96,9 ab
Média	2253	93,0
F de tratamentos	4,3 *	8,5 *

¹ Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não apresentam diferenças significativas pelo teste de Duncan, a 5 % de probabilidade.

² Sistema: preparo convencional do solo no inverno e plantio direto no verão.

* Nível de significância de 5 %.

TABELA 2 - Efeitos de sucessões de culturas no rendimento de grãos (RG) e na estatura de plantas (EP) de soja de a) 1984/85 a 1989/90 e de b) 1990/91 a 1993/94, sob sistema plantio direto. Guarapuava, PR¹

Tipo de sucessão	a) 1984/85 a 1989/90 ²		b) 1990/91 a 1993/94 ³	
	RG (kg/ha)	EP (cm)	RG (kg/ha)	EP (cm)
Sistema I				
Soja após cevada	2652 abc	71 abc	3336 b	75 a
Sistema II				
Soja após cevada	2760 ab	73 a	3460 ab	79 a
Soja após aveia branca	- ⁴	- ⁴	3417 ab	77 a
Sistema III				
Soja após cevada	2789 a	72 ab	3481 a	78 a
Soja após linho ou aveia branca	2470 c ⁵	64 d	3407 ab ⁶	75 a
Sistema IV				
Soja após cevada	2766 ab	72 ab	3357 ab	78 a
Soja após aveia branca	2639 abc	67 bcd	3405 ab	76 a
Soja após linho	2575 bc	66 cd	3098 c	67 b
Média	2664	69	3370	76
F de tratamentos	2,8*	3,7*	6,0*	6,6*

¹ Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não apresentam diferenças significativas pelo teste de Duncan, a 5 % de probabilidade.

² Sistema I: monocultura soja/cevada; Sistema II: soja/cevada e milho/ervilhaca; Sistema III: soja/cevada, milho/ervilhaca e soja/linho; e Sistema IV: soja/cevada, soja/linho, milho/ervilhaca e soja/aveia branca.

³ Sistema I: monocultura soja/cevada; Sistema II: soja/cevada e soja/aveia branca; Sistema III: soja/cevada, milho/ervilhaca e soja/aveia branca; e Sistema IV: soja/cevada, soja/linho, milho/ervilhaca e soja/aveia branca.

⁴ Nesse período não se semeou aveia branca.

⁵ Nesse período foi semeado linho.

⁶ Nesse período semeou-se aveia branca.

* Nível de significância de 5 %.

EFEITOS DE CULTURAS DE INVERNO E ROTAÇÕES SOBRE A SOJA CULTIVADA EM SISTEMA PLANTIO DIRETO

TABELA 3 - Efeitos de sucessões de culturas no rendimento de grãos (RG) e na estatura de plantas (EP) de soja em 1996/97, sob sistema plantio direto. Coxilha, RS¹

Tipo de sucessão ²	RG (kg/ha)	EP (cm)
Sistema I		
Soja após trigo	2461 ab	72 ab
Sistema II		
Soja após trigo	2253 b	71 ab
Sistema III		
Soja após trigo	2800 a	74 ab
Sistema IV		
Soja após trigo	2429 ab	73 ab
Sistema V		
Soja após trigo	2575 ab	76 a
Soja após aveia branca	1594 c	63 bc
Sistema VI		
Soja após trigo	2847 a	75 a
Soja após aveia branca	1506 c	55 c
Média	2308	70
F de tratamentos	8,1 *	3,6 *

¹ Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não apresentam diferenças significativas pelo teste de Duncan, a 5 % de probabilidade.

² Sob sistema plantio direto no inverno e no verão.

* Nível de significância de 5 %.

EFEITO DE MÉTODOS DE PREPARO DE SOLO NO INVERNO E DE ROTAÇÃO DE CULTURAS NO RENDIMENTO DE GRÃOS DE SOJA

HENRIQUE PEREIRA DOS SANTOS¹, JULIO CESAR BARRENECHE LHAMBY², MARCOS ROBERTO DE LIMA³

RESUMO - Foram avaliados, num período de dez anos, os efeitos de quatro métodos de preparo de solo — 1) plantio direto contínuo; 2) cultivo mínimo, no inverno, e semeadura direta, no verão; 3) preparo convencional de solo com arado de discos, no inverno, e semeadura direta, no verão e 4) preparo convencional de solo com arado de aivecas, no inverno, e semeadura direta, no verão — e de três sistemas de rotação de culturas: sistema I (trigo/soja), sistema II (trigo/soja e ervilhaca/milho ou sorgo) e sistema III (trigo/soja, aveia preta ou aveia branca/soja e ervilhaca/milho ou sorgo) sobre o rendimento de grãos de soja cultivada em semeadura direta. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas e três repetições. Os rendimentos mais elevados de grãos de soja em semeadura direta foram obtidos nos seguintes tratamentos: preparo convencional de solo com arado de discos e com cultivo mínimo, no inverno, e plantio direto contínuo. O rendimento de grãos de soja cultivada após trigo, no sistema II, foi superior ao de soja cultivada após aveia preta ou aveia branca, após trigo, no sistema III, e após trigo, no sistema I. O menor rendimento de grãos de soja ocorreu quando em monocultura.

Palavras-chave: sucessão de culturas, rotação de culturas, preparo convencional de solo, cultivo mínimo, plantio direto.

EFFECT OF SOIL TILLAGE METHODS IN WINTER AND CROP ROTATIONS ON SOYBEAN YIELD

ABSTRACT - The effects of soil tillage methods and winter crop rotation on soybean yield were assessed over a ten-year period. Four soil tillage methods — 1) no-tillage continuous; 2) minimum tillage in winter and no-tillage in summer; 3) conventional tillage with disk plow in winter and no-tillage in summer; and 4) tillage using a moldboard plow in winter and no-tillage in summer — and three crop rotation systems [system I (wheat/soybean), system II (wheat/soybean and common vetch/corn or sorghum), and system III (wheat/soybean, black oats or white oats/soybean, and common vetch/corn or sorghum)] were compared. An experimental randomized blocks design with split-plots and three replications was used. Soybean yields under conventional soil tillage with disk plow, minimum tillage, and no-tillage were the highest. The yield of soybean grown after wheat, in system II, was higher than soybean grown after black oats or white oats, after wheat, in system III, and after wheat, in system I. The lowest soybean yield was obtained in monoculture.

Key words: crop succession, crop rotation, conventional tillage, minimum tillage, no-tillage.

¹ Bolsista CNPq-PQ, Eng. Agr., Dr., Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (CNPT), Caixa Postal 451, 99001-970, Passo Fundo, RS, Brasil, hpsantos@cnpt.embrapa.br

² Eng. Agr., Dr., Embrapa-CNPT

³ Ex-Bolsista CNPq-IC., Eng. Agr., Coopemarau, Caixa Postal 45, 99150-000, Marau, RS, Brasil

Recebido para publicação em 25-06-2001.

INTRODUÇÃO

Sistemas de manejo de solo conservacionistas têm sido preconizados porque retêm mais umidade em virtude do não revolvimento do solo e da cobertura morta (KOCHHANN e SELLES, 1991). Um dos fatores imprescindíveis à introdução e manutenção do sistema conservacionista é a presença de cobertura morta para proteger o solo. Por isso, torna-se necessário introduzir sistemas adequados de rotação de culturas para gerar cobertura morta e diminuir o ataque de doenças e de pragas, principalmente nas espécies de interesse econômico (SANTOS et al., 1993).

O sistema de manejo conservacionista que mais atende a todos esses requisitos é o do plantio direto (DENARDIN e KOCHHANN, 1993). Neste, as espécies são estabelecidas mediante a mobilização de solo exclusivamente na linha de semeadura, mantendo-se os resíduos vegetais das culturas anteriores na superfície do solo.

As vantagens da rotação de culturas — que consiste em um processo capaz de proporcionar a produção de alimentos e de outros produtos agrícolas com a mínima alteração do ambiente — são inúmeras (REUNIÃO, 1998a). Se adotada e conduzida de modo adequado e por um período longo, essa prática viabiliza o plantio direto e a diversificação da produção agropecuária.

Em trabalho conduzido nos Estados Unidos da América (USA) sobre métodos de preparo de solo e rotação de culturas, observou-se que a soja, no primeiro ano de estudo (1981), produziu menos sob preparo de solo com cultivo mínimo e sob plantio direto que sob preparo convencional de solo (EDWARDS et al., 1988). Nos anos seguintes (1982 a 1984), ocorreu o contrário, principalmente quando houve escassez de chuvas. Esses autores também verificaram que os sistemas conservacionistas de solo, combinados com os sistemas de rotação milho/soja ou milho/soja/soja, produziram rendimentos de grãos mais elevados e consistentes.

No trabalho conduzido por LANGDALE et al. (1990), nos EUA, também sobre métodos de preparo de solo e sistemas de rotação de culturas, observou-se que a cultura de soja produziu mais sob manejos conservacionistas de solo (preparo de

solo com cultivo mínimo e plantio direto) e sob rotação de culturas (sorgo/soja) do que a soja cultivada sob preparo convencional de solo e sob monocultura. O aumento no rendimento de grãos de soja foi atribuído à quantidade e à distribuição adequada de chuvas.

Trabalhando com métodos de preparo de solo e rotação de culturas na região de Cruz Alta, RS, RUEDELL, (1995) destaca os efeitos positivos sobre o aumento de rendimento de grãos de soja sob plantio direto, em comparação com o preparo convencional de solo. Por outro lado, a soja em rotação de culturas produziu mais do que quando cultivada em monocultura.

No trabalho realizado por SANTOS e REIS (1991), com sistemas de rotação de culturas, em Passo Fundo, RS, os autores observaram rendimentos de grãos mais elevados para a soja cultivada por dois ou três anos consecutivos, intercalados por milho. O menor rendimento de grãos dessa oleaginosa ocorreu sob monocultura.

Das principais espécies de verão produtoras de grãos, a soja é a cultura que mais requer água (827 mm) para completar seu ciclo, em comparação com as culturas de feijoeiro (342 mm), de milho (571 mm) ou de sorgo (460 mm) (ASSIS e VERONA, 1991; MATZENAUER, 1992). No entanto, soja e feijão, como são semeados em espaçamentos entre linhas menores, devem reter mais umidade, provavelmente compensando tais níveis de exigências.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de métodos de preparo de solo e de rotação de culturas no rendimento de grãos de soja cultivada em sucessão, no sistema de semeadura direta.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados usados neste trabalho foram obtidos de experimento destinado a avaliar o efeito de métodos de preparo de solo no rendimento de grãos de trigo, instalado na Embrapa Trigo, no município de Passo Fundo, RS, de 1987 a 1996, em solo classificado como LATOSSOLO VERMELHO distrófico típico (EMBRAPA, 1999). A área experimental vinha sendo cultivada com lavouras de trigo, no inverno, e de soja, no verão.

Os tratamentos consistiram em quatro

métodos de preparo de solo e semeadura — 1) plantio direto contínuo; 2) preparo de solo com implemento cultivo mínimo JAN, no inverno, e semeadura direta, no verão; 3) preparo convencional de solo com arado de discos, no inverno, e semeadura direta, no verão e 4) preparo convencional de solo com arado de aivecas, no inverno, e semeadura direta, no verão — e em três sistemas de rotação de culturas: sistema I (trigo/soja), sistema II [trigo/soja e ervilhaca/milho (de 1987 a 1993) ou sorgo (de 1994 a 1996)] e sistema III [trigo/soja, aveia preta (de 1987 a 1989) ou aveia branca (de 1990 a 1996)/soja e ervilhaca/milho (de 1987 a 1993) ou sorgo (de 1994 a 1996)] (Tabela 1). Os cultivares de soja usados foram BR-4, de 1987 a 1992, e BR-16, de 1993 a 1996, semeados, na maioria das vezes, no mês de novembro (em época única). Em 1990, foi alterada a sequência do sistema III, ficando trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja.

Em novembro de 1985, antes da instalação do experimento, foi realizada descompactação e correção da acidez de solo da área experimental com calcário, de acordo com os resultados da análise de solo da área. As amostragens de solo, para determinação do teor de nutrientes e do nível de matéria orgânica, foram realizadas anualmente, em todas as parcelas, após a colheita das culturas de inverno.

A semeadura, o controle de plantas daninhas e os tratamentos fitossanitários foram realizados conforme recomendação para cada cultura, e a colheita das culturas produtoras de grãos foi efetuada com automotriz especial para parcelas experimentais. O rendimento de soja foi determinado a partir da colheita de toda a parcela (40 m²), ajustando-se o rendimento para umidade de 13 %.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas e três repetições. A parcela principal foi constituída pelos métodos de preparo de solo, e as subparcelas pelos sistemas de rotação de culturas. A parcela principal media 360 m² (4 m de largura por 90 m de comprimento), e a subparcela 40 m² (4 m de largura por 10 m de comprimento). Foi efetuada análise de variância do rendimento de grãos de soja (dentro de cada ano e na média conjunta dos anos, de 1987 a 1996). Considerou-se o efeito tratamento

(diferentes métodos de preparo de solo e sistemas de rotação de culturas) como fixo e o efeito ano como aleatório. As médias foram comparadas entre si pelo teste de Duncan, a 5 % de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise conjunta dos resultados para rendimento de grãos de soja (1987/88 a 1996/97) apresentou significância para o efeito ano, para métodos de preparo de solo, para a interação ano x método de preparo de solo, para cultura antecessora e para a interação ano x cultura antecessora. O efeito de ano indica que essa variável foi afetada pela variação climática. Não houve diferenças significativas no rendimento de grãos de soja para as interações método de preparo de solo x cultura antecessora e ano x método de preparo de solo x cultura antecessora. Resultados semelhantes para método de preparo de solo, para cultura antecessora e para a interação de método de preparo de solo x cultura antecessora foram obtidos por EDWARDS et al. (1988).

Na análise anual, verificou-se que houve diferenças significativas no rendimento de grãos de soja, relacionados aos métodos de preparo de solo, no inverno, apenas nos anos 1991/92, 1993/94 e 1996/97 (Tabela 2). No ano agrícola 1991/92, o rendimento de grãos de soja cultivada em semeadura direta, com preparo convencional de solo com arado de discos, no inverno, foi superior ao de soja cultivada segundo os demais métodos de manejo de solo. No período agrícola 1993/94, os rendimentos de grãos de soja cultivada em semeadura direta, com cultivo mínimo, no inverno (3.050 kg/ha), com plantio direto contínuo (3.004 kg/ha) e com preparo convencional de solo com arado de discos, no inverno (2.926 kg/ha), foram superiores ao de soja cultivada em semeadura direta, com preparo convencional de solo com arado de aivecas, no inverno (2.686 kg/ha). No ano agrícola 1996/97, os rendimentos de grãos de soja cultivada sob plantio direto contínuo (2.985 kg/ha) e semeadura direta, com cultivo mínimo, no inverno (2.789 kg/ha), foram superiores aos de soja cultivada em semeadura direta, com preparo convencional de solo com arado de discos, no inverno (2.650 kg/ha), e sob arado de aivecas, no inverno (2.618 kg/ha).

Deve ser levado em conta que, na quantificação da palha, nesse experimento, de 1993 a 1997, houve diferença significativa entre os métodos de preparo de solo e de rotação de culturas. O plantio direto contínuo (4,26 t/ha) e a semeadura direta com cultivo mínimo (2,50 t/ha), no inverno, apresentaram os valores mais elevados para a quantidade de palha remanescente. Contudo, este último tratamento foi semelhante, estatisticamente, à semeadura direta, com preparo convencional de solo com arado de discos (0,44 t/ha) e com arado de aivecas (0,43 t/ha), no inverno. O plantio direto contínuo apresentou quantidade de palha maior (96 %) do que a semeadura direta com cultivo mínimo (48 %), no inverno, e que a semeadura direta, com preparo convencional de solo com arados de discos (8 %) e com arado de aivecas (10 %), no inverno.

Dessa maneira, a quantidade de palha remanescente é fundamental para o armazenamento de umidade no solo. Nos métodos de preparo conservacionistas do solo, ela foi mais abundante. Por outro lado, a falta de palha nos métodos de preparo conservacionistas deve ter dificultado o armazenamento de umidade. Nas condições em que foi este ensaio conduzido, isso só foi verdadeiro em ano de estudo, como ver-se-á abaixo.

A quantidade requerida de água para a soja completar seu ciclo é de aproximadamente 827 mm (MATZENAUER, 1992). Era de se esperar que, ao longo desses anos de estudo (1987/88 a 1996/97), houvesse falta de água para soja. Para comprovar os efeitos benéficos dos métodos de preparo conservacionistas, manteve-se a umidade no solo, em comparação aos métodos de preparo convencional de solo. Na safra de 1996/97, houve precipitação pluvial (723 mm) abaixo da normal (964 mm) (BRASIL, 1992) e da requerida para essa leguminosa. Além disso, o ano de 1990/91 pode ser considerado deficitário para a planta de soja (712 mm). Em quatro dos anos estudados, a precipitação pluvial esteve acima da precipitação normal bem como da requerida pela cultura.

Na análise conjunta das safras 1987/88 a 1996/97, o rendimento de grãos de soja em semeadura direta, com preparo convencional de solo com arado de discos, no inverno (2.699 kg/ha), em semeadura direta, com cultivo mínimo, no inverno (2.627 kg/ha), e em plantio direto contínuo

(2.605 kg/ha) foi mais elevado. Contudo, o plantio direto contínuo não diferiu significativamente da semeadura direta, com preparo convencional de solo com arado de aivecas, no inverno (2.592 kg/ha) (Tabela 2), o que pode estar vinculado à quantidade de palha remanescente dos métodos de preparo de solo associada à precipitação pluvial, que, na maioria dos anos estudados, esteve próxima ou acima da requerida para essa leguminosa.

Nos trabalhos desenvolvidos por EDWARDS et al. (1988), nos Estados Unidos da América, foi observado efeito positivo no rendimento de grãos de soja cultivada sob preparo de solo, com cultivo mínimo, e sob plantio direto, na maioria dos anos estudados, em comparação ao preparo convencional de solo, nos anos em que houve escassez de precipitação pluvial. RUEDELL (1995), na região de Cruz Alta, RS, verificou que a cultura de soja rendeu mais sob plantio direto (12,4 %) do que com preparo convencional de solo. SIDIRAS et al. (1983), na região de Londrina, PR, estudando métodos de preparo de solo, obtiveram diferenças significativas no rendimento de grãos de soja sob plantio direto, em relação ao preparo convencional de solo. SANTOS et al. (1995), comparando métodos de preparo de solo (preparo convencional de solo e plantio direto), na região de Passo Fundo, RS, não encontraram diferenças significativas entre os rendimentos de grãos de soja. Esses resultados indicam a importância do fator local e ano (clima) na produtividade das culturas sob diferentes métodos de preparo de solo.

Na análise anual, verificou-se que houve diferenças significativas no rendimento de grãos de soja, em função da cultura antecessora, nos anos 1988/89, 1989/90, 1990/91, 1991/92, 1992/93, 1995/96 e 1996/97 (Tabela 3). Nesse período, o rendimento de grãos de soja cultivada após trigo, no sistema II, tendeu a ser mais elevado que nos demais sistemas estudados.

Na análise conjunta, de 1987/88 a 1996/97, houve diferenças significativas para rendimento de grãos entre os sistemas de rotação de culturas para soja (Tabela 3). Primeiramente, todos os sistemas de rotação de culturas para soja foram superiores à soja cultivada em monocultura. O destaque para rendimento de grãos entre os sistemas de rotação de culturas para soja foi o sistema II, ou seja, a soja cultivada somente com um verão de rotação

(trigo/soja e ervilhaca/milho ou sorgo). No caso do sistema III, em que a soja foi cultivada após um verão de rotação (soja após aveia preta, ou aveia branca) e por dois anos consecutivos (soja após aveia preta ou aveia branca e depois soja após trigo), o rendimento de grãos situou-se em posição intermediária. Nesse período de estudo, a prática da rotação de culturas foi de suma importância para a rentabilidade dessa leguminosa. Parte desses resultados está de acordo com os obtidos por SANTOS e REIS (1991). MUZILLI (1983) e SÁ (1993) não verificaram diferenças significativas em rendimento de grãos na cultura de soja, no estado do Paraná, sob sistemas de rotação com milho.

A ocorrência de doenças de soja, no fim da década de 80 e início da década de 90 — como podridão parda da haste (pph), causada por *Phialophora gregata*, e cancro da haste, causado por *Diaporthe phaseolorum* f. sp. *meridionalis* (COSTAMILAN e LHAMBY, 1994; REUNIÃO, 1998b) —, fez com que o cultivar BR-4, usado de 1987 a 1992, que é suscetível à pph, fosse substituído por BR-16, resistente a essa moléstia. Deve ser levado em consideração que, no sistema III, houve dois verões consecutivos com soja (soja após trigo e soja após aveia preta, de 1987/88 a 1989/90, ou soja após aveia branca e soja após trigo, de 1990/91 a 1996/97).

Isso explica as razões pelas quais o cultivar de soja BR-4, semeado por dois verões consecutivos (1990/91, 1991/92 e 1992/93) ou em monocultura (1988/89, 1989/90, 1990/91, 1991/92, 1992/93 e 1995/96), produziu menos do que com um verão de rotação. Nesse caso, a soja após milho ou sorgo, no sistema II, produziu mais que a soja cultivada em monocultura, no sistema I, e por dois anos consecutivos, no sistema III. Resultados similares foram obtidos por EDWARDS et al. (1988), por LANGDALE et al. (1990) e por RUEDELL (1995). De acordo com EDWARDS et al. (1988) e com LANGDALE et al. (1990), essa vantagem do rendimento de grãos de soja foi ainda mais evidente nos sistemas conservacionistas de solo (cultivo mínimo e plantio direto).

Estudos de várias combinações de rotação

ou de sucessão de culturas para soja, em Londrina, PR, revelaram que milho em rotação com soja aumentou o rendimento dessa leguminosa nas duas safras seguintes, na quase totalidade dos arranjos, em relação à monocultura (GAUDÊNCIO et al., 1986). Isso mostra que o cultivo de milho em um ou dois verões seguidos, antecedendo soja, pode melhorar o rendimento desta, independentemente das culturas de inverno envolvidas no programa, devido ao efeito positivo da rotação entre as espécies de verão.

A quantidade e a qualidade da palha remanescente podem ter influído, também, na drenagem da umidade do solo. Isso foi ainda mais drástico na monocultura, na qual havia tão somente trigo/soja durante todos esses anos estudados. Quando houve excesso de precipitação pluvial, em relação à água consumida pela cultura de soja — exceto em 1995/96 (855mm) —, o efeito da rotação de culturas ficou claramente demonstrado, como nos anos de 1989/90 (1.342 mm), 1991/92 (1.400 mm) e 1992/93 (1.267 mm). Quando a precipitação pluvial esteve abaixo da requerida para essa oleaginosa, os efeitos da rotação de culturas não apareceram, como nos anos de 1990/91 (712 mm) e 1996/97 (723 mm). Nesse caso, o clima foi desfavorável às possíveis doenças de soja.

CONCLUSÕES

A semeadura direta, com preparo convencional de solo com arado de discos, no inverno, a semeadura direta com cultivo mínimo, no inverno, e o plantio direto contínuo apresentam, como regra, rendimentos de grãos de soja mais elevados que o sistema convencional. Entretanto, o sistema plantio direto contínuo é semelhante à semeadura direta, com preparo convencional de solo com arado de aivecas, no inverno.

O melhor sistema de rotação de culturas de verão para soja é trigo/soja, seguidos de ervilhaca/milho ou sorgo.

A rotação de culturas é benéfica à cultura de soja.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSIS, F.N.; VERONA, L.A.F. Consumo de água e coeficiente de cultura do sorgo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.5, p.665-670, maio 1991.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normas climatológicas (1961-1990)**. Brasília, 1992. 84p.
- COSTAMILAN, L.M.; LHAMBY, J.C.B. Incidência de podridão parda da haste da soja em diferentes sistemas de rotação de culturas. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 22., 1994, Cruz Alta. **Soja: resultados de pesquisa 1993/1994**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1994. p.63-65.
- DENARDIN, J.E.; KOCHHANN, R.A. Requisitos para a implantação e a manutenção do sistema plantio direto. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Passo Fundo, RS). **Plantio direto no Brasil**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT / FUNDACEP FECOTRIGO / Fundação ABC / Aldeia Norte, 1993. p.19-27.
- EDWARDS, J.H.; THURLOW, D.L.; EASON, J.T. Influence of tillage and crop rotation on yields of corn, soybean, and wheat. **Agronomy Journal**, Madison, v.80, n.1, p.76-80, 1988.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção da Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.
- GAUDÊNCIO, C.A.; YORINORI, J.T.; GARCIA, A., et al. **Rotação de culturas com a soja no norte do Estado do Paraná**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1986. 10p. (EMBRAPA-CNPSo. Pesquisa em Andamento, 10).
- KOCHHANN, R.A.; SELLES, F. O solo no sistema de manejo conservacionista. In: FERNANDES, J.M.; FERNANDEZ, M.R.; KOCHHANN, R.A. et al. **Manual de manejo conservacionista do solo para os estudos do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT/CIDA, 1991. p.9-20. (EMBRAPA-CNPT. Documentos, 1).
- LANGDALE, G.W.; WILSON JUNIOR, R.L.; BRUCE, R.R. Cropping frequencies to sustain long-term conservation tillage systems. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.54, n.1, p.193-198, 1990.
- MATZENAUER, R. Evapotranspiração de plantas cultivadas e coeficientes de cultura. In: BERGAMASCHI, H.; BERLARTO, M.A.; MATZENAUER, R. et al. **Agrometeorologia aplicada à irrigação**. Porto Alegre: UFRGS, 1992. Cap.3, p.33-47.
- MUZILLI, O. Influência do sistema plantio direto, comparado ao convencional, sobre a fertilidade da camada arável do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.7, n.1, p.95-102, 1983.
- REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 30., 1998, Chapecó. **Recomendações ...** Chapecó: EPAGRI, 1998a. 82p.
- REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 26., 1998, Passo Fundo. **Recomendações técnicas para a cultura de soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina 1998/99**. Cruz Alta: UNICRUZ, 1998b. 133p.
- RUEDELL, J. **Plantio direto na região de Cruz Alta**. Cruz Alta: FUNDACEP FECOTRIGO, 1995. 134p.
- SÁ, J.C. de M. Manejo da fertilidade do solo no sistema plantio direto. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. **Plantio direto no Brasil**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT / FUNDACEP FECOTRIGO / Fundação ABC / Aldeia Norte, 1993. p.37-60.
- SANTOS, H.P. dos; REIS, E.M. Efeitos de culturas de inverno sobre o rendimento de grãos e sobre a estatura de plantas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.5, p.729-735, abr. 1991.
- SANTOS, H.P. dos; REIS, E.M.; DERPSCH, R. Rotação de culturas. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Passo Fundo, RS). **Plantio direto no Brasil**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT / FUNDACEP FECOTRIGO / Fundação ABC / Aldeia Norte, 1993. p.85-103.
- SANTOS, H.P. dos; TOMM, G.O., LHAMBY, J.C.B. Plantio direto versus convencional: efeito na fertilidade do solo e no rendimento de grãos de culturas em rotação com cevada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.19, n.3, p.449-454, 1995.
- SIDIRAS, N.; DERPSCH, R.; MONDARDO, A. Influência de diferentes sistemas de preparo do solo na variação da umidade e rendimento de grãos de soja, em Latossolo Roxo distrófico (Oxisol). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.7, n.1, p.103-106, 1983.

EFEITO DE MÉTODOS DE PREPARO DE SOLO NO INVERNO E DE ROTAÇÃO DE CULTURAS NO RENDIMENTO DE GRÃOS DE SOJA

TABELA 1 - Métodos de preparo de solo e de rotação de culturas para trigo. Passo Fundo, RS

Sistema de rotação	Subparcela													
	Parcela principal				1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Sistema I	PD	PCD	PCA	PM	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S
Sistema II	PD	PCD	PCA	PM	T/S	E/M	T/S	E/M	T/S	E/M	T/S	E/So	T/S	E/So
	PD	PCD	PCA	PM	E/M	T/S	E/M	T/S	E/M	T/S	E/M	T/S	E/So	T/S
Sistema III	PD	PCD	PCA	PM	T/S	Ap/S	E/M	T/S	E/M	Ab/S	T/S	E/So	Ab/S	T/S
	PD	PCD	PCA	PM	Ap/S	E/M	T/S	E/M	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S	E/So
	PD	PCD	PCA	PM	E/M	T/S	Ap/S	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S	E/So	Ab/S

PD: plantio direto.

PCD: preparo convencional de solo com arado de discos, no inverno, e semeadura direta, no verão.

PCA: preparo convencional de solo com arado de aivecas, no inverno, e semeadura direta, no verão.

PM: cultivo mínimo, no inverno, e semeadura direta, no verão.

Ab: aveia branca, Ap: aveia preta, E: ervilhaca, M: milho, S: soja, So: sorgo e T: trigo.

TABELA 2 - Efeito de métodos de preparo de solo no rendimento de grãos de soja. Cultivar BR-4, de 1987 a 1992, e cultivar BR-16, de 1993 a 1996. Passo Fundo, RS

Ano	Manejo de solo				
	PD	PCD	PCA	PM	Média
			kg/ha		
1987/88	1170 Ad	1161 Ab	1184 Af	1066 Af	1145 g
1988/89	3235 Aa	3257 Ab	3312 Aa	3174 Ab	3244 b
1989/90	2528 Ac	2638 Ad	2543 Ac	2475 Ac	2546 f
1990/91	1022 Ad	1101 Ae	1167 Af	1101 Af	1098 g
1991/92	2446 Cc	3304 Ab	2959 Bc	2573 Cd	2821 e
1992/93	2983 Ab	3158 Ab	2936 Acd	3152 Ab	3057 c
1993/94	3004 Ab	2926 Ac	2686 Bd	3050 Ab	2916 d
1994/95	3502 Aa	3675 Aa	3489 Aa	3672 Aa	3584 a
1995/96	3174 Ab	3120 Abc	3028 Ab	3218 Ab	3135 b
1996/97	2985 Ab	2650 Bd	2618 Bd	2789 Ac	2761 c
Média	2605 AB	2699 A	2592 B	2627 A	2631

PD: plantio direto contínuo.

PCD: preparo convencional de solo com arado de discos, no inverno, e semeadura direta, no verão.

PCA: preparo convencional de solo com arado de aiveca, no inverno, e semeadura direta, no verão.

PM: cultivo mínimo, no inverno, e semeadura direta, no verão.

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não apresentam diferenças significativas, em nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Duncan.

TABELA 3 - Efeito de algumas culturas antecessoras de inverno no rendimento de grãos de soja. Cultivar BR-4, de 1987 a 1992, e cultivar BR-16, de 1993 a 1996. Passo Fundo, RS

Ano	Sistema de rotação				Média
	Sistema I: T/S	Sistema II: T/S	Sistema III: A/S	Sistema III: T/S	
			kg/ha		
1987/88	1204 Ag	1138 Af	1063 Af	1176 Af	1145 g
1988/89	2920 Cb	3365 Bb	3114 Cb	3578 Aa	3244 b
1989/90	2151 Bf	2697 Ae	2584 Ae	2752 Ac	2546 f
1990/91	1091 Ag	1199 Af	919 Bf	1184 Af	1098 g
1991/92	2573 Bd	3057 Ac	2974 Ac	2679 Bd	2821 e
1992/93	2484 Be	3620 Aa	3656 Aa	2470 Be	3057 c
1993/94	2827 Abc	3041 Ad	2878 Ad	2920 Ab	2916 d
1994/95	3548 Aa	3650 Aa	3629 Aa	3511 Aa	3584 a
1995/96	3030 Bb	3263 Ab	3229 Ab	3017 Bb	3135 bc
1996/97	2738 Ac	2912 Ad	2669 Be	2725 ABcd	2761 e
Média	2457 D	2794 A	2671 B	2601 C	2631

Sistema I: trigo/soja.

Sistema II: trigo/soja e ervilhaca/milho (de 1987 a 1993) ou sorgo (de 1994 a 1996).

Sistema III: trigo/soja, aveia preta (de 1987 a 1989) ou aveia branca (de 1990 a 1996)/soja e ervilhaca/milho (de 1987 a 1993) ou sorgo (de 1994 a 1996).

A: aveia preta (de 1987 a 1989) ou aveia branca (de 1990 a 1996), S: soja e T: trigo.

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não apresentam diferenças significativas, em nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Duncan.

INTRODUÇÃO E AVALIAÇÃO DE GRAMÍNEAS PERENES DE VERÃO NO ALTO VALE DO ITAJAÍ, SANTA CATARINA

JEFFERSON ARAÚJO FLARESSO¹, CELOMAR DAISON GROSS², EDISON XAVIER DE ALMEIDA¹

RESUMO - O experimento foi conduzido por três anos, na Epagri, Ituporanga, SC, com o objetivo de selecionar gramíneas perenes de verão adaptadas à região. O clima é do tipo Subtropical Úmido – Cfa; o solo, um Cambissolo Distrófico Álico que foi corrigido e adubado. Foram testados, num delineamento completamente casualizado, com duas repetições, quinze biótipos de *Hemarthria altissima*, cinco biótipos de *Axonopus* sp., três biótipos de *Paspalum notatum*, um cultivar de *Paspalum notatum* e um cultivar de *Cynodon* sp. Os tratamentos que se destacaram foram: *Paspalum notatum* biótipo EEL 10162 (PB 13,9%, DIVMO 49% e 20550 kg/ha MS); *Axonopus* sp. biótipos Missioneira Gigante (PB 12%, DIVMO 61,8% e 18469 kg/ha MS) e Taió (PB 14,5%, DIVMO 53,1% e 19077 kg/ha MS); *Hemarthria altissima* biótipos IAPAR – 35 – Roxinha (PB 10,8%, DIVMO 44,8% e 17068 kg/ha MS), PI – 349798 (PB 11,7%, DIVMO 56,9% e 16273 kg/ha MS), PI-HM 365509 (PB 11,4%, DIVMO 55,5% e 15466 kg/ha MS) e IAPAR – 36 – Flórida (PB 11,2%, DIVMO 60,2% e 14659 kg/ha MS); *Cynodon* sp. cultivar Tifton 85 (PB 14,1%, DIVMO 50,2% e 19784 kg/ha MS). É viável a utilização dessas forrageiras para melhorar a disponibilidade de forragem durante o ano.

Palavras-chave: gramínea, rendimento, matéria seca, proteína bruta, digestibilidade

INTRODUCTION AND EVALUATION OF PERENNIAL TROPICAL GRASSES IN THE ALTO VALE DO ITAJAÍ REGION, SANTA CATARINA STATE, BRAZIL

ABSTRACT - The experiment was conducted in Ituporanga, SC, Brazil for a period of three years, and it aimed to evaluate perennial grasses. The climate in the region is humid subtropical – Cfa, and the soil is the Distrofic Alic Cambissol type, which was limed and fertilized. The species tested in completely experimental design with two replicates were: *Hemarthria altissima* (fifteen entries); *Axonopus* sp (five entries); *Paspalum notatum* (three entries); *Paspalum notatum* (one cultivar); *Cynodon* sp. (one cultivar). The most productive treatments were: *Paspalum notatum* entrie EEL 10162 (CP 13,9%, IVDOM 49% and 20559 kg/ha DM); *Axonopus* sp. entries Missioneira Gigante (CP 12%, IVDOM 61,8% and 18469 kg/ha DM) and Taió (CP 14,5%, IVDOM 53,1% and 19077 kg/ha DM); *Hemarthria altissima* entries IAPAR – 35 – Roxinha (CP 10,8%, IVDOM 44,8% and 17068 kg/ha DM), PI 349798 (CP 11,7%, IVDOM 56,9% and 16273 kg/ha DM), PI – HM – 365509 (CP 11,4%, IVDOM 55,5% and 15466 kg/ha DM), and IAPAR – 36 – Flórida (CP 11,2%, IVDOM 60,2% and 14659 kg/ha DM); *Cynodon* sp. cultivar Tifton 85 (CP 14,1%, IVDOM 50,2% and 19784(CP 13,9%, IVDOM 49% and 20559 kg/ha DM) kg/ha DM).

Key words: grasses, dry matter, yield, crude protein, digestibility

¹ Pesquisador da Epagri, Estação Experimental de Ituporanga, Caixa Postal 121, 88400-000, Ituporanga, SC, Brasil, flaresso@epagri.rct-sc.br

² Agente Técnico de Desenvolvimento, Epagri, Caixa Postal 73, 89160-000, Rio do Sul, SC, Brasil
Recebido para publicação em 07-03-2001.

INTRODUÇÃO

A região do Alto Vale do Itajaí, Santa Catarina, apresenta predominância de pequenas propriedades, onde o relevo é acidentado, e a fertilidade natural dos solos é baixa. A atividade agropecuária é diversificada, sendo que a pecuária encontra-se presente em cerca de 87% dos estabelecimentos agrícolas (RAMOS et al. 1990). Nestes, as pastagens nativas representam cerca de 25% da área da propriedade e 67,7% da área destinada à produção animal (SEIFFERT et al. 1990) e se caracterizam por apresentarem baixo rendimento (em torno de 9701 kg/ha/ano de MS) e baixa qualidade de forragem (PB de 9,4% e DIVMO de 43,5%). As demais áreas da propriedade são utilizadas para produção de forragem, que é fornecida no cocho. Em função destes aspectos, torna-se evidente que a carência alimentar é um dos pontos críticos para a pecuária regional, o que reflete em baixa produtividade de leite e carne. Para amenizar o problema, torna-se necessário incrementar a utilização de pastagens tais como gramíneas de estação quente que apresentem bom rendimento e qualidade, e que tenham boa adaptação às condições edafoclimáticas da região. Neste sentido, BATISTA et al. (1995), avaliando 64 acessos do gênero *Paspalum*, encontraram produtividade total anual variando de 9,5 até 47,3 t/ha de matéria seca (MS), sendo a média de 16,9 t/ha. A digestibilidade “in vitro” da matéria orgânica (DIVMO) variou de 37% até 59,5%.

Outro gênero de destaque é a hemarthria, que apresenta bom rendimento anual de forragem,

atingindo 12,7 a 16,4 t/ha MS, podendo chegar até 29,5 t/ha, com aplicação de 430 kg/ha de nitrogênio e em torno de 11% de proteína bruta (PB) e 60% de DIVMO (QUESENBERRY et al. 1984). Em outro trabalho desenvolvido em Urussanga, SC, VIEIRA et al. (1999) destacaram o rendimento de forragem semelhante para *Axonopus* sp. (Missioneira Gigante) e *Cynodon* sp. cv Tifton 85, com valores em torno de 15 t/ha MS/ano, sendo os teores de PB de 12,3% e 14,5% e os coeficientes de DIVMO de 55,5% e 58,1%, respectivamente.

Este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar a adaptação, o rendimento e a composição química de gramíneas perenes de verão para a região do Alto Vale do Itajaí, Santa Catarina.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na Epagri/ Estação Experimental de Ituporanga, localizada na região do Alto Vale do Itajaí, SC, com altitude de 475 m e clima subtropical úmido (Cfa) — segundo a classificação de Köppen —, abrangendo o período de abril/94 a junho/98. Foi utilizado um Cambissolo Distrófico Álico, com relevo suave ondulado, que recebeu preparo convencional, calagem e adubação conforme recomendações de SIQUEIRA et al (1987) para gramíneas de estação quente. As características químicas do solo na implantação eram: pH água: 6,0; pH SMP: 6,0; P: 12 mg.dm⁻³; K: 30 mg.dm⁻³; Ca + Mg: 12,0 cmol_c.dm⁻³; Al: 0,0 cmol_c.dm⁻³ e M.O: 3,7%. As quantidades de nutrientes aplicadas e respectivas datas estão listadas na Tabela 1. As espécies e cultivares testados constam na Tabela 2.

TABELA 1 - Nutrientes aplicados durante o período experimental

Data	Nutriente	Fonte	Método de Aplicação	Quantidade (kg/ha)
23/03/94	N*	uréia	lanço-incorporado	20
23/03/94	P ₂ O ₅	supertriplo	lanço-incorporado	80
23/03/94	K ₂ O	cloreto de potássio	lanço-incorporado	140
10/03/95	P ₂ O ₅	supertriplo	lanço-superficial	80
10/03/95	K ₂ O	cloreto de potássio	lanço-superficial	100
26/09/96	P ₂ O ₅	supertriplo	lanço-superficial	130
26/09/96	K ₂ O	cloreto de potássio	lanço-superficial	100
25/09/97	P ₂ O ₅	supertriplo	lanço-superficial	60
25/09/97	K ₂ O	cloreto de potássio	lanço-superficial	60

* Foram utilizados 50 kg/ha após cada corte.

TABELA 2 - Espécies e cultivares avaliados no experimento

	Espécie	Cultivar	Procedência
01	<i>Hemarthria altissima</i>	PI 367874	CENARGEM
02	<i>Hemarthria altissima</i>	PI 349752	CENARGEM
03	<i>Hemarthria altissima</i>	PI 364884	CENARGEM
04	<i>Hemarthria altissima</i>	PI 364875	CENARGEM
05	<i>Hemarthria altissima</i>	PI 364864	CENARGEM
06	<i>Hemarthria altissima</i>	PI 349753	CENARGEM
07	<i>Hemarthria altissima</i>	PIHM 365509	CENARGEM
08	<i>Hemarthria altissima</i>	PI 349798	CENARGEM
09	<i>Hemarthria altissima</i>	PI 410131	CENARGEM
10	<i>Hemarthria altissima</i>	PI 364887	CENARGEM
11	<i>Hemarthria altissima</i>	PI VALLS 8611	CENARGEM
12	<i>Axonopus sp.</i>	Missioneira Gigante	Presidente Getúlio- SC
13	<i>Axonopus sp.</i>	Taió	Taió-SC
14	<i>Axonopus sp.</i>	Petrolândia	Petrolândia-SC
15	<i>Hemarthria altissima</i>	IAPAR 37 Preferida	Ponta Grossa - PR
16	<i>Hemarthria altissima</i>	EEL - Flórida	Lages - SC
17	<i>Hemarthria altissima</i>	IAPAR 35 - Roxinha	Ponta Grossa - PR
18	<i>Hemarthria altissima</i>	IAPAR 36 - Flórida	Ponta Grossa - PR
19	<i>Axonopus sp.</i>	Vidal Ramos	Vidal Ramos - SC
20	<i>Axonopus sp.</i>	Águas Negras	Ituporanga - SC
21	<i>Paspalum notatum</i>	EEL 1244	Lages - SC
22	<i>Paspalum notatum</i>	EEL 10162	Lages - SC
23	<i>Cynodon sp.</i>	Tifton 85	Ituporanga - SC
24	<i>Paspalum notatum</i>	Pensacola	Lages - SC
25	<i>Paspalum notatum</i>	EEL 2735	Lages - SC

O plantio ocorreu em abril de 1994, por mudas em parcelas de 3,0 m x 2,0 m (área útil de 2,0 m x 0,9 m). Os cortes foram realizados com motosegadeira de parcelas, em intervalos de 6 semanas, a 7 cm da superfície do solo, sendo as amostras pesadas e secas em estufa a 60°C, por aproximadamente 72 horas, para obtenção da percentagem de matéria seca. O corte de uniformização foi realizado em dezembro de 1994. Para determinação da composição química da forragem, procedeu-se à moagem do material seco, utilizando-se um moinho tipo Willey, com peneira de 1 mm de malha. Os parâmetros avaliados foram: PB (AOAC, 1970) e DIVMO (PIRES et al., 1979). A persistência foi determinada de forma visual por dois avaliadores, indicando-se a percentagem de cobertura das parcelas com as espécies estudadas. Esta determinação foi feita em junho de 1998.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3, encontra-se o rendimento total de matéria seca obtido, considerando-se a média de três anos. Observam-se como principais destaques os seguintes materiais: *Paspalum notatum* EEL-10162, *Cynodon sp.* Tifton 85,

Axonopus sp. Taió, *Axonopus sp.* Missioneira Gigante, *Paspalum notatum* EEL – 2735, *Hemarthria altissima* Iapar 35 Roxinha e *Paspalum notatum* EEL-1244, os quais renderam 20550, 19784, 19077, 18469, 17645, 17068 e 16987 kg/ha de MS, respectivamente. Ainda podem ser citadas como promissoras as hemartrias PI 349798, PI 349752, Iapar – 37 preferida, PI 410131, PI HM 365509, EEL – Flórida, PI 364887 e IAPAR – 36 - Flórida, com rendimentos de 16273, 16093, 15689, 15487, 15466, 15093, 15050 e 14659 kg/ha de MS, respectivamente.

Os rendimentos obtidos para as espécies e cultivares de maior destaque foram comparáveis aos obtidos em outros trabalhos semelhantes. VIEIRA et al. (1999), em Urussanga, SC, não encontraram diferença significativa entre *Axonopus sp.* – Missioneira Gigante e Tifton 85, cujo rendimento foi em torno de 15 t/ha de MS. Trabalhando com o gênero *Paspalum* na região do Brasil Central, CARVALHO et al. (1992) obtiveram rendimentos de até 19 t/ha de MS. No mesmo sentido, OLIVEIRA et al. (1997), trabalhando com adubação orgânica e mineral em *Hemarthria altissima* Iapar – 36 Flórida, reportaram rendimentos variando de 18 a 29 t/ha

TABELA 3 - Rendimento anual de matéria seca de gramíneas perenes de verão no Alto Vale do Itajaí, Santa Catarina (média de três anos)

Gramínea	Cultivar	Rendimento MS (kg/ha)
<i>Paspalum notatum</i>	EEL 10162	20550 a*
<i>Cynodon</i> sp.	Tifton 85	19784 a
<i>Axonopus</i> sp.	Taió	19077 ab
<i>Axonopus</i> sp.	Missioneira Gigante	18469 ab
<i>Paspalum notatum</i>	EEL 2735	17645 bc
<i>Hemarthria altissima</i>	IAPAR – 35 Roxinha	17068 bcd
<i>Paspalum notatum</i>	EEL 1244	16987 bcd
<i>Hemarthria altissima</i>	PI 349798	16273 cd
<i>Hemarthria altissima</i>	PI 349752	16093 cd
<i>Hemarthria altissima</i>	IAPAR – 37 Preferida	15689 cd
<i>Hemarthria altissima</i>	PI 410131	15487 cd
<i>Hemarthria altissima</i>	PI HM 365509	15466 cd
<i>Hemarthria altissima</i>	EEL - Flórida	15093 d
<i>Hemarthria altissima</i>	PI 364887	15050 d
<i>Hemarthria altissima</i>	IAPAR – 36 Flórida	14659 d
<i>Hemarthria altissima</i>	PI 364884	14273 e
<i>Axonopus</i> sp.	Vidal Ramos	14080 e
<i>Hemarthria altissima</i>	PI 364875	13050 f
<i>Hemarthria altissima</i>	PI 364864	12790 g
<i>Axonopus</i> sp.	Petrolândia	12615 g
<i>Hemarthria altissima</i>	PI 367874	12325 g
<i>Axonopus</i> sp.	Águas Negras	12153 g
<i>Hemarthria altissima</i>	PI Valls 8611	11011 h
<i>Hemarthria altissima</i>	PI 349753	10475 h
<i>Paspalum notatum</i>	Pensacola	10050 h

*Médias seguidas por letras distintas diferem ($P < 0,05$) pelo teste Duncan.

de MS — valores superiores aos obtidos neste trabalho —, enquanto que, para o gênero *Cynodon*, os rendimentos tenderam a ser menores, com variação de 8 a 15 t/ha de MS. Em condições semelhantes às deste trabalho, ALMEIDA e FLARESSO (1991), avaliando 38 ecotipos e cultivares de gramíneas perenes de verão, obtiveram rendimentos de MS variando de 5 a 25 t/ha.

Os dados de composição química estão apresentados na Tabela 4. Dentre os materiais mais produtivos, no período da primavera, os valores de PB variaram de 10,3% para *Hemarthria altissima* PI 410131 até 16,6% para o *Paspalum notatum* EEL – 1244. Nesta estação, a DIVMO teve valores que foram de 42,1% para *Hemarthria altissima* Iapar 35 Roxinha até 63,6% para *Axonopus* sp. – Missioneira Gigante. No verão, de maneira geral, os teores de PB e DIVMO tenderam a ser mais baixos, variando de 9,0% para *Hemarthria altissima* PI 349752 até 13,3% para *Axonopus* sp. Taió, e de 41,1% para *Hemarthria altissima* PI 349752 até 61,2% para *Axonopus* sp. – Missioneira Gigante. No outono, apesar de os

materiais apresentarem menor rendimento de MS, a qualidade permaneceu semelhante à da primavera, com a PB variando de 10,9% (hemartrias Iapar 35 Roxinha e PI 349752) até 17,1% (*Cynodon* sp. – Tifton 85) e a DIVMO, com teores de 43,5% (hemarthria PI 349752) até 60,8% (*Axonopus* sp. – Missioneira Gigante). Considerando a média anual de qualidade (Tabela 4) dos materiais mais produtivos, observa-se que em termos de PB destacaram-se o *Axonopus* sp. Taió, *Cynodon* sp. Tifton 85, *Paspalum notatum* EEL – 1244, 10162, 2735 e *Axonopus* sp. – Missioneira Gigante, respectivamente, com 14,5; 14,1; 14,2; 13,9; 12,8 e 12%. De acordo com VONESCH e RIVEROS (1968), podem-se classificar os coeficientes de DIVMO de forrageiras como sendo bons, entre 50 e 60%, e muito bons, entre 60 e 70%. Neste aspecto, de maneira geral, os valores de DIVMO encontrados foram baixos, e entre os materiais de maior rendimento destacaram-se *Axonopus* sp. – Missioneira Gigante, hemartrias PI 349798, PI – HM 365509, IAPAR – 37 Preferida, PI 410131 e *Axonopus* sp. Taió, respectivamente com 61,8; 56,9; 55,5; 52,4; 51,2 e 53,1%.

Os dados de composição química obtidos neste trabalho são semelhantes aos valores encontrados na literatura, quando se trata de gramíneas tropicais. Assim, VIEIRA et al. (1999) obtiveram teores de 12,3% e 14,5% para PB e 55,5% e 58,1% para DIVMO, respectivamente, para *Axonopus* sp. – Missioneira Gigante e *Cynodon* sp. – Tifton 85. Com o gênero *Hemarthria*, CARVALHO e GONÇALEZ (1997), trabalhando com sete acessos sob corte, encontraram a PB variando de 6,1% a 8,8% e a DIVMO de 42,9 a 69,9%. Neste mesmo contexto, em estudo realizado na região de Palotina – PR, OLIVEIRA et al. (1997) encontraram teor de PB em *hemarthria* oscilando de 5,3 a 7,0% e a DIVMO de 44 a 67,3%, enquanto que para *Cynodon*, a PB variou de 7,1 a 8,8% e a DIVMO de 43,4 a 60,5%. No caso do gênero *Paspalum*, SALERNO et al. (1990) obtiveram teores de PB de até 14% e DIVMO de 75%. Já para o gênero *Axonopus*, NASCIMENTO et al. (1990), na região do Planalto

Catarinense, verificaram — além do rendimento de MS mais baixo, com cerca de 10 t/ha/ano — uma qualidade também inferior ao obtido neste experimento, ou seja, PB de 7,2 a 10,7% e DIVMO de 27,4 a 46,2%. Pode-se destacar ainda que, no trabalho de ALMEIDA e FLARESSO (1991), houve destaque em termos de PB e DIVMO para a *missioneira gigante*, fato este semelhante ao observado neste experimento.

Com relação à persistência dos biótipos e cultivares avaliados ao final do terceiro ano de avaliação (Tabela 5), observou-se que todos os materiais permaneceram com ótima cobertura de solo, denotando, assim, a boa adaptabilidade dos mesmos às condições edafoclimáticas da região. Esta característica foi verificada por VIEIRA et al. (1999) na região sul de Santa Catarina, destacando a maior persistência e competitividade de *Axonopus* sp. – Missioneira Gigante em relação ao *Cynodon* sp. – Tifton 85.

TABELA 4 - Distribuição estacional de proteína bruta (PB) e digestibilidade “in vitro” da matéria orgânica (DIVMO) de gramíneas perenes de verão no Alto Vale do Itajaí, Santa Catarina (médias de dois anos)

Gramínea	Primavera		Verão		Outono		Média Anual	
	PB (%)	DIVMO (%)	PB (%)	DIVMO (%)	PB (%)	DIVMO (%)	PB (%)	DIVMO (%)
<i>P. notatum</i> EEL 10162	15,5	58,3	12,9	39,0	13,3	49,9	13,9	49,0
<i>Cynodon</i> sp. Tifton 85	15,2	55,4	10,1	49,0	17,1	46,1	14,1	50,2
<i>Axonopus</i> sp. Taió	15,7	53,9	13,3	52,7	14,4	52,7	14,5	53,1
<i>Axonopus</i> sp. Missioneira Gigante	11,9	63,6	10,7	61,2	13,3	60,8	12,0	61,8
<i>P. notatum</i> EEL 2735	15,7	53,7	10,2	38,7	12,4	43,7	12,8	45,3
<i>H. altissima</i> IAPAR 35 Roxinha	11,5	42,1	10,1	44,6	10,9	47,7	10,8	44,8
<i>P. notatum</i> EEL 1244	16,6	48,4	12,2	47,5	13,8	52,5	14,2	49,5
<i>H. altissima</i> PI 349798	11,0	52,6	11,2	59,7	12,9	58,5	11,7	56,9
<i>H. altissima</i> PI 349752	10,6	60,6	9,0	41,1	10,9	43,5	10,2	48,4
<i>H. altissima</i> IAPAR 37 Preferida	10,8	47,4	11,1	53,6	11,8	56,2	11,2	52,4
<i>H. altissima</i> PI 410131	10,3	48,2	9,6	55,8	12,6	49,5	10,8	51,2
<i>H. altissima</i> PI HM 365509	11,2	55,9	9,8	56,7	13,1	53,8	11,4	55,5
<i>H. altissima</i> EEL Flórida	10,5	44,9	10,0	43,1	11,8	49,7	10,8	45,9
<i>H. altissima</i> PI 364887	10,5	46,8	9,2	53,1	12,3	50,4	10,7	50,1
<i>H. altissima</i> IAPAR 36 Florida	11,3	61,1	8,9	59,9	13,3	59,5	11,2	60,2
<i>H. altissima</i> PI 364884	10,6	41,7	9,4	48,3	11,0	40,8	10,3	43,6
<i>Axonopus</i> sp. Vidal Ramos	16,3	44,9	12,2	49,4	14,3	46,8	14,3	47,0
<i>H. altissima</i> PI 364875	9,4	49,5	9,3	54,3	13,4	55,6	10,7	53,1
<i>H. altissima</i> PI 364864	9,9	54,6	10,7	57,9	11,2	54,0	10,6	55,5
<i>Axonopus</i> sp. Petrolândia	16,5	52,6	13,7	50,5	14,0	50,7	14,7	51,3
<i>H. altissima</i> PI 367874	10,8	53,8	9,7	52,8	12,0	55,8	10,8	54,1
<i>Axonopus</i> sp. Águas Negras	14,7	52,5	11,9	54,0	13,9	48,0	13,5	51,5
<i>H. altissima</i> PI Valls 8611	13,0	56,2	9,8	53,1	12,1	55,8	11,6	55,0
<i>H. altissima</i> PI 349753	9,5	50,2	9,7	56,7	11,6	49,4	10,3	52,1
<i>P. notatum</i> Pensacola	13,8	56,1	10,5	41,3	16,9	47,7	13,7	48,4

TABELA 5 - Persistência de gramíneas perenes de verão no Alto Vale do Itajaí, Santa Catarina, ao final do 3º ano de avaliação (médias de duas repetições)

Gramínea	Cultivar	Persistência (%)
<i>Paspalum notatum</i>	EEL - 101602	95
<i>Cynodon sp.</i>	Tifton 85	96
<i>Axonopus sp.</i>	Taió	98
<i>Axonopus sp.</i>	Missioneira Gigante	97
<i>Paspalum notatum</i>	EEL - 2735	90
<i>Hemarthria altissima</i>	IAPAR - 35 - Roxinha	99
<i>Paspalum notatum</i>	EEL - 1244	100
<i>Hemarthria altissima</i>	PI - 349798	95
<i>Hemarthria altissima</i>	PI 349752	92
<i>Hemarthria altissima</i>	IAPAR - 37 - Preferida	95
<i>Hemarthria altissima</i>	PI 410131	97
<i>Hemarthria altissima</i>	PI - HM - 365509	97
<i>Hemarthria altissima</i>	EEL Flórida	85
<i>Hemarthria altissima</i>	PI - 364887	96
<i>Hemarthria altissima</i>	IAPAR - 36 - Flórida	97
<i>Hemarthria altissima</i>	PI - 364884	92
<i>Axonopus sp.</i>	Vidal Ramos	95
<i>Hemarthria altissima</i>	PI - 364875	92
<i>Hemarthria altissima</i>	PI - 364864	87
<i>Axonopus sp.</i>	Petrolândia	90
<i>Hemarthria altissima</i>	PI - 367874	99
<i>Axonopus sp.</i>	Águas Negras	96
<i>Hemarthria altissima</i>	PI - Valls - 8611	98
<i>Hemarthria altissima</i>	PI - 349753	97
<i>Paspalum notatum</i>	Pensacola	95

Outro aspecto importante, observado neste trabalho, foi a distribuição da produção de MS dentro das estações do ano (Figura 1). Como as espécies avaliadas são gramíneas de crescimento estival, verifica-se que a produção de forragem concentra-se na primavera e no verão. Em relação às hemartrias, a produtividade tendeu a ser maior na primavera, enquanto que os cultivares de *Paspalum*, *Axonopus* e *Cynodon* foram mais produtivos no período de verão. Como na região do Alto Vale do Itajaí ocorre escassez de forragem no período de outono e inverno, é interessante destacar que as espécies estudadas neste trabalho apresentaram pouca contribuição para este período. De qualquer forma, cabe salientar rendimentos próximos a 1.000 kg/ha de MS para as hemartrias, 1.600 kg/ha de MS para o *Paspalum* EEL 10162 e

acima de 2000 kg/ha para o gênero *Axonopus* (Figura 1). Os dados da literatura relacionando rendimento estacional dessas forrageiras em situação edafoclimática semelhante estão em pleno acordo com os obtidos neste trabalho (ALMEIDA e FLARESSO, 1991). POSTIGLIONI (1977 e 1983), em Ponta Grossa, PR, obteve maiores rendimentos na primavera e no verão para *Hemarthria*, *Cynodon* e *Paspalum notatum*, concluindo, inclusive, que deve haver um intervalo, entre cortes, maior no período de outono. Destacou, também, o maior rendimento na primavera para o gênero *Hemarthria*. No caso de *Axonopus*, NASCIMENTO et al. (1990) obtiveram, em Ponte Alta do Sul, SC, distribuição estacional da produção de 71,4% na primavera-verão e de 28,6% no outono.

INTRODUÇÃO E AVALIAÇÃO DE GRAMÍNEAS PERENES DE VERÃO NO ALTO VALE DO ITAJAÍ, SANTA CATARINA

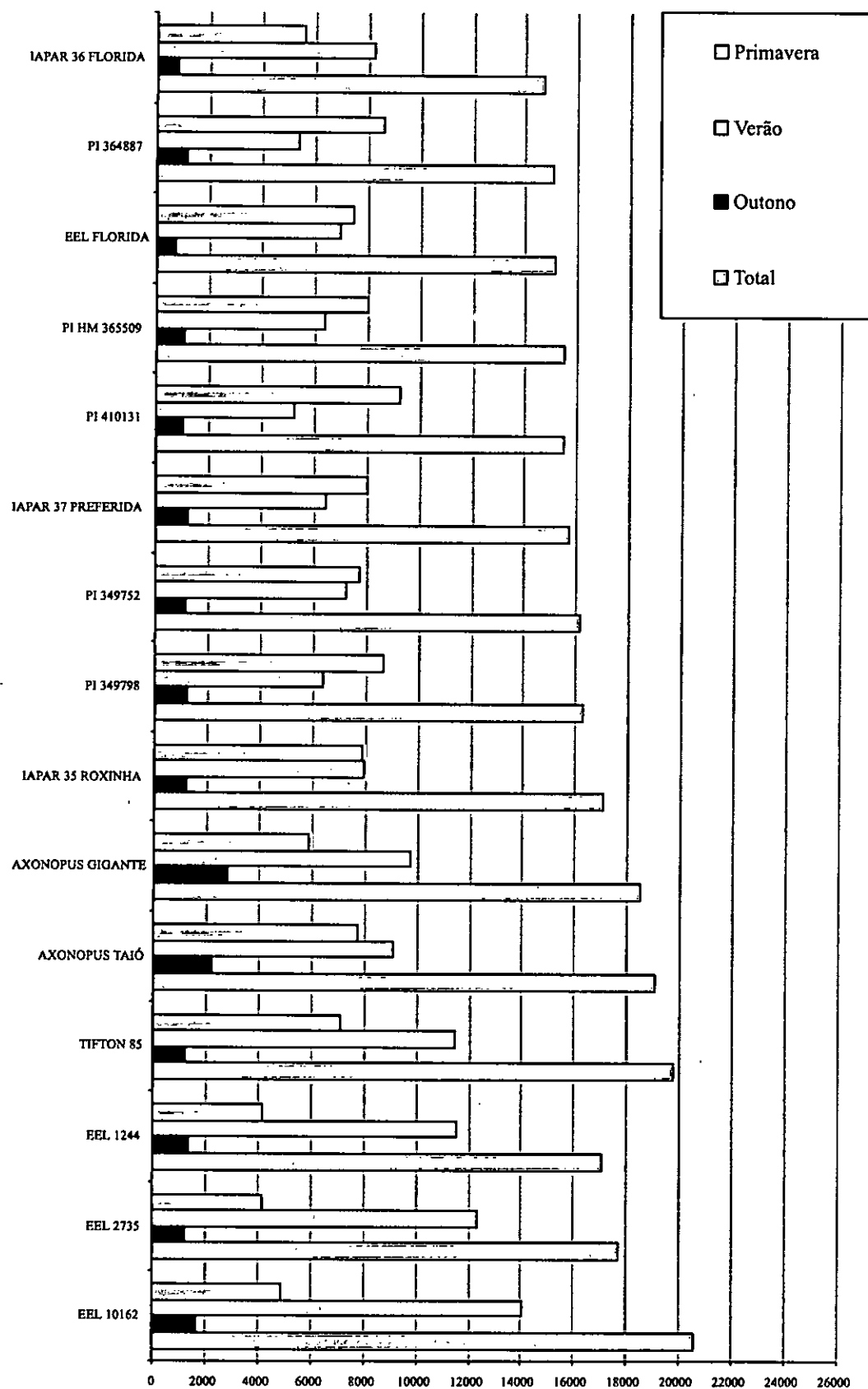


FIGURA 1 - Rendimento estacional de matéria seca (médias de três anos)

Complementando o aspecto do rendimento estacional de forragem, consta na Figura 2 o rendimento de MS e número de dias até o ponto de inflexão da curva de crescimento. Observam-se, desta forma, espécies e cultivares que concentram sua produção de forma mais tardia (verão), mais precoce (primavera) ou mediana (primavera e verão). Como de ciclo mais tardio, destacaram-se *Paspalum notatum* EEL 10162 e EEL 2735, *Axonopus* sp. Gigante, *Axonopus* sp. Taió, *Hemarthria* IAPAR 36 Flórida e Tifton 85, respectivamente, com 10428 kg/ha MS, 108 dias,

8939 kg/ha MS, 106 dias, 9503 kg/ha MS, 106 dias, 9741 kg/ha MS, 89 dias, 7299 kg/ha MS, 85 dias e 9494 kg/ha MS, 83 dias. As de ciclo mais precoce foram as hemartrias PI 410131, EEL Flórida, PI 364887, PI HM 365509 e PI 349798, respectivamente, com 7720 kg/ha MS, 57 dias, 7174 kg/ha MS, 59 dias, 7405 kg/ha MS, 63 dias, 7661 kg/ha MS, 66 dias e 8083 kg/ha MS, 67 dias. Como de ciclo mediano, podem-se citar as hemartrias IAPAR 35 Roxinha e PI 349752, respectivamente, com 8486 kg/ha MS, 78 dias e 8005 kg/ha MS, 76 dias.

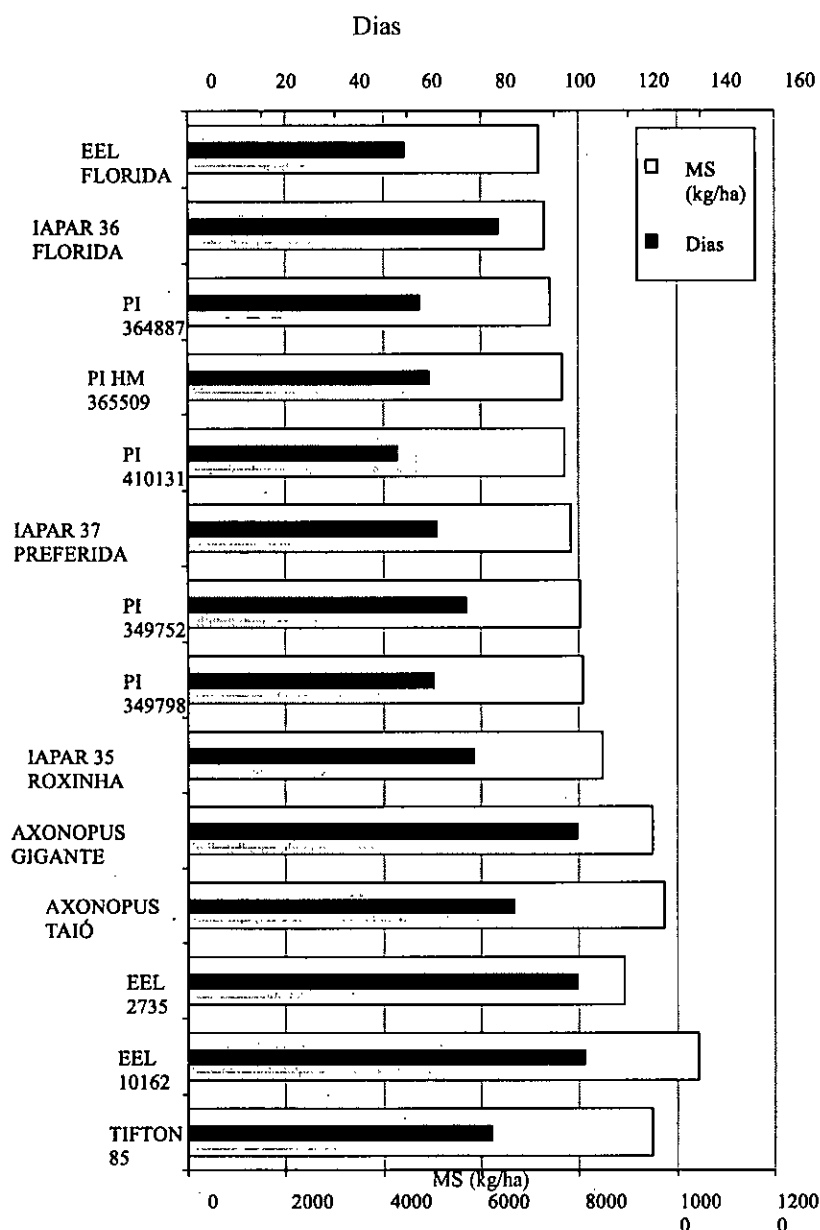


FIGURA 2 - Rendimento de matéria seca e número de dias no ponto de inflexão da curva de crescimento (médias de três anos)

CONCLUSÕES

Em termos de rendimento e composição química da forragem, adaptação às condições edafoclimáticas e persistência, os materiais que apresentaram potencial para utilização nas

condições do Alto Vale do Itajaí foram: *Paspalum notatum* EEL 10162; *Axonopus* sp. Missioneira Gigante e Taió; *Hemarthria altissima* IAPAR – 35 Roxinha, PI 349798, PI HM 365509, IAPAR – 36 Flórida e *Cynodon* sp. cultivar Tifton 85.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, E.X. de.; FLARESSO, J.A. Introdução e avaliação de forrageiras tropicais no Alto Vale do Itajaí. *Pasturas Tropicais*, v. 13, n.3, p.23-30, 1991.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official methods of analysis of the association of official analytical chemists*. 11ed. Washington, D.C., 1970. 1015 p.
- BATISTA, L.A.R.; GODOY, R.; PEREIRA, J.M.C. Potencial forrageiro de acessos de germoplasma de gênero *Paspalum*. Ensaio 1993/94. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32., 1995, Brasília, DF. *Anais...* Brasília: SBZ, 1995. p.62-64.
- CARVALHO D.D.; GONÇALEZ, D.A. Aspectos agrônômicos e composição química de sete acessos de *Hemarthria altissima* (Poir.) stapf e C.E. Hubb. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 23., Juiz de Fora, M.G. *Anais...*, Juiz de Fora: SBZ, 1997. p. 36-38.
- CARVALHO, M.A.; PIZARRO, E.A.; VALLS, J.F.M. *Introdução e avaliação agrônômica de 40 acessos de Paspalum spp. na região dos Cerrados*. Brasília: EMBRAPA, 1992. 5p. (Pesquisa em andamento, 62).
- NASCIMENTO, J.A.L. do; FREITAS, E.A.G. de; DUARTE, C.M.L. A grama missioneira no Planalto Catarinense: produção de forragem, valor nutritivo e ganho de peso nas condições de manejo do produtor. Florianópolis: EMPASC, 1990. 65 p. (EMPASC, Boletim Técnico, 52).
- OLIVEIRA, E. de; POSTIGLIONI, S.R.; SÁ, J.P.G., et al. Efeito da adubação orgânica e mineral no rendimento de *Hemarthria altissima* e *Cynodon nlemfuensis*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA 34., Juiz de Fora, *Anais...* Juiz de Fora: SBZ, 1997. p. 145-147.
- PIRES, M.B.G.; FREITAS, E.A.G. de.; TRINDADE, D.S. et al. Estabelecimento de um sistema de digestibilidade "in vitro" no laboratório da equipe de pesquisa em nutrição animal da Secretaria da Agricultura. *Anuário Técnico do Instituto de Pesquisas Zootécnicas Francisco Osório*, Porto Alegre, v.6, p. 345-385, 1979.
- POSTIGLIONI, S.R. Efeito de intervalos entre cortes sobre o rendimento de matéria seca e proteína bruta de quatro gramíneas subtropicais. Ponta Grossa, EMBRAPA /UEPAE Ponta Grossa, 1977. 15 p. (EMBRAPA/UEPAE Ponta Grossa, Comunicado Técnico, 5).
- POSTIGLIONI, S.R. *Hemarthria altissima, uma forrageira para a região dos Campos Gerais do Paraná*. Londrina: IAPAR, 1983. 19 p. (IAPAR – Circular, 36).
- QUESENBERRY, K.H.; OCUMPAUGH, W.R.; RUELKE, O.C. et al. *Floralta, a limpograss selected for yield and persistence in pastures*. Gainesville: Institute of Food and Agricultural Science, 1984. 15 p. (INSTITUTE OF FOOD AND AGRICULTURAL SCIENCE, Circular, S-312).
- RAMOS, M.G.; AGOSTINI, I.; VETTERLE, C.P. et al. *Sistemas reais de produção de leite nas condições de clima Cfa em Santa Catarina. I. Diagnóstico dinâmico, metodologia e descrição dos sistemas*. Florianópolis: EMPASC, 1990. 49 p. (EMPASC, Documentos, 18).
- SALERNO, A.R.; VETTERLE, C.P.; DESCHAMPS, F.C. et al. *Gramíneas forrageiras estivais perenes no Baixo Vale do Itajaí*. Florianópolis, EMPASC, 1990. 99 p. 8EMPASC, Boletim Técnico, 49).
- SEIFFERT, N.F.; SALERNO, A.R.; RAMOS, M.G. *Avaliação do sistema de alimentação de vacas leiteiras da região do Vale do Itajaí e Litoral de Santa Catarina*. Florianópolis: EMPASC, 1990. 104 p. (EMPASC – Documentos, 110).
- SIQUEIRA, O.J.F. de; SCHERER, E.E.; TASSINARI, G. et al. *Recomendações de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina*. Passo Fundo, RS: EMBRAPA-CNPT, 1987. 100 p.
- VIEIRA, S.A.; DAL FARRA, L.; ALTHOFF, D.A., et al. Avaliação do desempenho agrônômico das forrageiras Tifton 85 e missioneira gigante, no Litoral Sul Catarinense. *Agropecuária Catarinense*, v. 12 n.1, p.11-14, 1999.
- VONESCH, E.E.; RIVEROS, M.H.C.K. Composición y digestibilidad de forrajeras de la provincia de Buenos Aires. *Revista de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de Buenos Aires*, Buenos Aires, v.16, p. 49-58, 1968.

MICROPROPAGAÇÃO DE ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis* St. Hil.)¹

LUCIANE DE A. HÖRNER², LIZETE AUGUSTIN³, CARLOS A. FORCELINI⁴, MARCELO S. MIELKE⁵, MARILEI SUZIN⁶, NORIMAR D. DENARDIN⁷

RESUMO – Com o propósito de desenvolver um sistema para micropropagação da erva-mate, realizaram-se quatro experimentos: I) Observação de contaminantes fúngicos e bacterianos e desenvolvimento de explantes cultivados *in vitro*; II) Efeito da utilização de pré-tratamentos fúngicos (Mancozeb e Benomil) nas plantas matrizes e de combinações do fungicida (Benomil) e antibiótico (Rifampicina) no meio de cultura; III) Desenvolvimento dos explantes em meio de cultura, com diferentes dosagens de citocinina (BAP); IV) Subcultivo e enraizamento dos explantes em dois meios (água + IBA ou vermiculita + IBA). Inicialmente, identificaram-se os fungos *Alternaria* sp e *Colletotrichum* sp, que causaram a morte dos explantes; observou-se, também, a incidência de bactérias, as quais não interferiram no desenvolvimento dos mesmos. A utilização de pré-tratamentos fúngicos reduziu em 90% as contaminações iniciais *in vitro*. O uso de BAP (0,2 a 0,8 mg.L⁻¹) no meio de cultura não estimulou a brotação e o número de folhas. O meio de enraizamento contendo IBA e vermiculita mostrou-se mais eficiente na elongação do material e emissão de raízes.

Palavras-chave: micropropagação, cultura *in vitro*.

MICROPROPAGATION OF ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis* St. Hil.)

ABSTRACT – The objective of this study was to develop a micropropagation protocol for maté, which included the following experiments: I) Exam of culture medium contamination by microorganisms and *in vitro* development of explants; II) Pre-treatment of donor plants with the fungicides mancozeb and benomyl, amendment of ANA culture medium with various levels of benomyl and rifampicin; III) Development of erva-mate explants in culture medium with different rates of cytokinin (BAP); IV) Mass propagation and root development of explants in two culture media (with agar + IBA or vermiculita + IBA). The fungi *Alternaria* sp. and *Colletotrichum* sp. were identified contaminating micropropagated explants and causing plant death. Bacteria were also found but they did not affect explant development. Pre-treatment of donor plants with fungicide reduced *in vitro* contamination by 90%. The use of 0.2 to 0.8 mg L⁻¹ BAP in the culture medium did not stimulate shoot formation and did not influence leaf number. The rooting medium with IBA and vermiculita was more efficient on elongation and subsequent root emission.

Key words: micropropagation ; *in vitro* culture

¹ Trabalho realizado nos Laboratórios de Biotecnologia Vegetal, Fitopatologia e Bacteriologia da FAMV/UPF, Universidade de Passo Fundo, Caixa Postal 311, 99001-970, Passo Fundo, RS, Brasil

² Acadêmica do curso de Agronomia/UPF, bolsista PIBIC/UPF-CNPq, no período de maio de 1999 a abril de 2000

³ Eng. Agr., MSc. em Fitotecnia, Profa. da FAMV/UPF, augusto@upf.tche.br

⁴ Eng. Agr., Dr. em Fitopatologia, Prof. da FAMV/UPF

⁵ Eng. Agr., Dr. em Fisiologia Vegetal, Prof. da FAMV/UPF, no período de agosto de 1998 a março de 2000

⁶ Eng. Agr., MSc. em Fitotecnia, Assistente de Laboratório, Laboratório de Biotecnologia Vegetal da FAMV/UPF

⁷ Bióloga, Dra. em Ciências do Solo, área de Microbiologia, Prof. do ICB e da FAMV/UPF

Recebido para publicação em 10-07-2001.

INTRODUÇÃO

A erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) é uma das espécies vegetais mais importantes para o Rio Grande do Sul, tanto sob o aspecto ambiental (árvore nativa) como sócio-econômico, sendo a base ou uma alternativa de produção em pequenas e grandes propriedades.

Sua exploração baseia-se no extrativismo, e a maior parte do mate produzido provém de ervais nativos ou de plantas cultivadas originadas de sementes colhidas nas matas, devastando recursos genéticos naturais. Sementes e mudas são de baixa qualidade genética e fisiológica, apresentando baixa produtividade, se comparadas ao potencial das plantas selecionadas e/ou melhoradas geneticamente. Nas propriedades é observada grande variabilidade genética na produção de mudas obtidas de sementes, que apresentam ainda embrião rudimentar e baixo índice de retomada do crescimento embrionário, dificultando seu estabelecimento (RESENDE et al., 1995 e 1997; FERREIRA, 1997; MROGINSKI et al., 1997a e b).

Através do cultivo *in vitro* é possível a obtenção de um grande número de indivíduos selecionados, geneticamente iguais, em um espaço físico e temporal pequeno. O sistema de micropropagação divide-se em três estágios, envolvendo a seleção da planta matriz e dos explantes, desinfestação e inoculação, multiplicação do material em subculturas e transferência de partes aéreas para um meio de enraizamento (GRATTAPAGLIA e MACHADO, 1998).

Um dos grandes problemas da micropropagação de lenhosas é a contaminação *in vitro*, dificultando e, em certos casos, inviabilizando o processo. Segundo CARVALHO et al. (1990), entre os vários fatores que afetam a obtenção de plantas micropropagadas, destaca-se a contaminação do material vindo do campo. As gemas apicais e axilares do caule, que constituem os explantes utilizados nesta técnica, abrigam uma grande variedade de microflora endógena — fungos e bactérias que persistem após a desinfestação dos materiais em laboratório.

A concentração de hormônios no meio é fator determinante no crescimento e

desenvolvimento dos explantes. Estes podem mostrar-se totalmente dependentes da presença dos reguladores exógenos no meio, ou podem sintetizar as quantidades necessárias. As auxinas e citocininas são as mais empregadas e, no caso de espécies pouco cultivadas *in vitro*, como a erva-mate, devem-se testar diversas combinações destas para fazer seu ajuste no meio (CALDAS et al., 1998; GRATTAPAGLIA e MACHADO, 1998).

Em relação ao enraizamento das espécies lenhosas, ASSIS e TEIXEIRA (1998) citam que uma das limitações da micropropagação tem sido o enraizamento dos explantes no meio de cultura. Há uma grande dificuldade de isolar e caracterizar os fatores que controlam o processo devido à sua complexidade e grande interação existente entre eles.

Este trabalho teve por objetivo estudar as várias fases do processo de micropropagação de erva-mate, visando à obtenção de mudas uniformes e de alta qualidade, fator decisivo para o incremento da cultura na Região Sul do Brasil. Para isso, realizaram-se quatro experimentos, nos quais foram testadas formas de reduzir a contaminação *in vitro* por fungos e bactérias e formulações de meios de cultura para multiplicação e enraizamento dos explantes de erva-mate.

MATERIAL E MÉTODOS

EXPERIMENTO I - OBSERVAÇÃO DOS FUNGOS CONTAMINANTES E DESENVOLVIMENTO DOS EXPLANTES DE ERVA-MATE CULTIVADOS IN VITRO

Este experimento objetivou o estudo dos fungos e bactérias que ocorreram no cultivo *in vitro* de erva-mate. Inicialmente, foram selecionadas oito plantas do viveiro de mudas da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo (FAMV/UPF), em março e abril de 1998. Destas, foram coletados, em março, 56 segmentos uninodais de brotações jovens das quatro primeiras plantas e, em abril, 37 segmentos das restantes.

Os materiais passaram por uma desinfestação em laboratório, em câmara de fluxo laminar e sob condições assépticas, sendo lavados com álcool 70% e imersos por 15 minutos em uma

solução de 1,5% hipoclorito de sódio (50% do produto comercial). Posteriormente, foram enxaguados com água destilada e autoclavada para retirar os resíduos dos produtos utilizados. Em seguida, foram inoculados em tubos de ensaio com meio de cultura conforme descrito por MROGINSKI et al. (1997b): $\frac{1}{4}$ de sais e vitaminas do MS (MURASHIGE e SKOOG, 1962), contendo 30 g.L⁻¹ de sacarose, 7 g.L⁻¹ de ágar e 0,1 mg.L⁻¹ de ANA (ácido naftalenoacético), a um pH igual a 5,8 (em meio de isolamento), e mantidos em câmara de cultura com fotoperíodo de 12 horas luz/escuro e temperatura em torno de 25°C.

O desenvolvimento dos explantes *in vitro* foi observado semanalmente, verificando-se, principalmente, as taxas de contaminação fúngica e/ou bacteriana. Para fins de identificação dos patógenos, em setembro de 1998 foram coletados mais 26 segmentos uninodais de plantas provenientes do viveiro (que passaram pelo mesmo processo anterior), observando-se quais patógenos tiveram maior incidência e promoveram maior infestação. Estes foram, posteriormente, isolados em meios específicos para seu desenvolvimento, e os fungos identificados em nível de gênero.

Os fungos contaminantes dos explantes foram cultivados em meio BDA (batata dextrose ágar) até formarem colônias puras, sendo sua identificação realizada através da observação das estruturas em microscópio. O trabalho com as bactérias constou do plaqueamento em meio GYCA ou CCDEL e do isolamento das três bactérias presentes nos explantes. Após, realizaram-se os testes de coloração de Gran, observação das células bacterianas em microscópio e teste de oxidase.

EXPERIMENTO II - UTILIZAÇÃO DE PRÉ-TRATAMENTO NAS PLANTAS DOADORAS DE EXPLANTES E USO DE DIFERENTES COMBINAÇÕES DE FUNGICIDA E ANTIBIÓTICO NO MEIO DE CULTURA

Este experimento iniciou em dezembro de 1998 com a separação de 50 mudas de erva-mate produzidas no viveiro, com idade aproximada de um ano e meio. Estas passaram por um pré-tratamento constituído de cinco pulverizações com

fungicidas protetores e sistêmicos em intervalos de 15 dias. As pulverizações foram feitas com mancozeb (2 g.L⁻¹) e benomil (1 g.L⁻¹), alternadamente, entre dezembro de 1998 e fevereiro de 1999.

Após 20 dias da última pulverização, foram coletados 50 segmentos uninodais (um de cada planta, 5 cm abaixo do ápice). O material passou pelo processo habitual de desinfestação descrito anteriormente.

Posteriormente, os segmentos com uma gema axilar foram inoculados em tubos de ensaio contendo o meio de cultura $\frac{1}{4}$ MS, acrescido de 30 g.L⁻¹ de sacarose, 7 g.L⁻¹ de ágar e 0,1 mg.L⁻¹ de ANA, sendo estes submetidos a 10 combinações de fungicida e antibiótico adicionados ao meio, em cinco repetições, constituindo 50 unidades experimentais. As combinações foram as seguintes:

- T1: 0 mg.L⁻¹ benomil + 0 mg.L⁻¹ rifampicin
- T2: 1,0 mg.L⁻¹ benomil + 10,0 mg.L⁻¹ rifampicin
- T3: 1,0 mg.L⁻¹ benomil + 25,0 mg.L⁻¹ rifampicin
- T4: 1,0 mg.L⁻¹ benomil + 50,0 mg.L⁻¹ rifampicin
- T5: 5,0 mg.L⁻¹ benomil + 10,0 mg.L⁻¹ rifampicin
- T6: 5,0 mg.L⁻¹ benomil + 25,0 mg.L⁻¹ rifampicin
- T7: 5,0 mg.L⁻¹ benomil + 50,0 mg.L⁻¹ rifampicin
- T8: 10,0 mg.L⁻¹ benomil + 10,0 mg.L⁻¹ rifampicin
- T9: 10,0 mg.L⁻¹ benomil + 25,0 mg.L⁻¹ rifampicin
- T10: 10,0 mg.L⁻¹ benomil + 50,0 mg.L⁻¹ rifampicin

Foram realizadas avaliações a cada dois dias (desenvolvimento dos explantes até 70 dias após inoculados), levando-se em conta as taxas de contaminação dos explantes, a proliferação de células cambiais, a oxidação do meio pela liberação de compostos fenólicos e o comportamento do material contaminado em meio de cultura.

EXPERIMENTO III – DESENVOLVIMENTO DOS EXPLANTES DE ERVA-MATE INOCULADOS EM MEIO DE CULTURA COM DIFERENTES DOSAGENS DE CITOCININA (BAP)

Os segmentos uninodais que apresentavam parte aérea desenvolvida (uma brotação) e ausência de contaminação, foram transferidos do meio de cultura inicial ($\frac{1}{4}$ MS contendo 0,1 mg.L⁻¹ de ANA)

para meios contendo diferentes concentrações de BAP (6-benzilaminopurina). Este experimento teve o objetivo de determinar uma dosagem eficiente que induzisse à formação de maior número de brotações, as quais pudessem ser repicadas após sua elongação, permitindo a multiplicação dos materiais micropropagados.

O experimento consistiu em cinco tratamentos (0; 0,2; 0,4; 0,6 e 0,8 mg.L⁻¹ de BAP), com três repetições, totalizando 15 unidades experimentais.

As avaliações foram realizadas, a cada dois dias (do desenvolvimento até 34 dias após a inoculação), em relação ao número de folhas emitidas, número de brotações nos diferentes tratamentos (doses de BAP) e comportamento dos explantes *in vitro* (observando-se a proliferação de células cambiais, elongação das brotações e formação de calos ou engrossamento do caule).

EXPERIMENTO IV – SUBCULTIVO E ENRAIZAMENTO DOS EXPLANTES EM DOIS MEIOS (ÁGAR+ IBA OU VERMICULITA + IBA)

Em janeiro de 2000, foram feitos o subcultivo e a inoculação do material não-contaminado obtido nos experimentos anteriores, apresentando parte aérea totalmente desenvolvida e elongada. Os explantes foram transferidos para dois tipos de meios de enraizamento a fim de observar em qual deles o processo seria mais eficiente.

Os meios de enraizamento foram denominados: Meio 1, composto por ¼ MS, com 30 g.L⁻¹ de Sacarose + 7 g.L⁻¹ de ágar + 1 mg.L⁻¹ de IBA (ácido indolbutírico); e Meio 2, composto por ¼ MS com 30 g.L⁻¹ de Sacarose + 1 mg.L⁻¹ de IBA + vermiculita previamente esterilizada.

Cada explante foi subcultivado inoculando-se os segmentos nos dois tipos de meio de enraizamento. Foram feitas avaliações periódicas para observar o desenvolvimento do material e a emissão de raízes nos Meios 1 e 2 e determinar qual o mais indicado para o processo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

EXPERIMENTO I

Desenvolvimento dos explantes e contaminação *in vitro*

Os explantes inoculados na primeira e segunda tentativas de micropropagação (realizadas em março e abril de 1998), ao final de 1 semana apresentaram 50,7 % e 49,6 % de contaminação, respectivamente, que inviabilizou a técnica nas condições em que foi conduzida. As avaliações prosseguiram até 16 semanas após as inoculações, e a contaminação foi crescente.

O material vegetal inoculado em setembro de 1998 também foi avaliado semanalmente. As taxas de contaminação podem ser verificadas na Tabela 1.

TABELA 1 - Porcentagem de contaminação e desenvolvimento em explantes uninodais de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) cultivados *in vitro*

Data inoculação	CF*(%)	CB*(%)	TC*(%)	EE*(%)	TP*(%)	ENC(%)
Março/98	37,5	23,2	50,7	12,5	73,2	26,8
Abril/98	32,4	16,2	49,6	10,8	59,4	70,5
Setembro/98	57,7	23,1	80,8	0	80,8	19,8

*CF= Contaminação fúngica; CB= Contaminação bacteriana; TC= Total de contaminação; EE= Explantes enegrecidos; TP= Total de perdas; ENC= Explantes não contaminados

Os fungos isolados em meio BDA foram identificados através da observação das estruturas dos mesmos em microscópio. Foi possível identificar os patógenos como sendo do gênero *Alternaria* sp e também duas espécies de *Colletotrichum* sp.

A grande contaminação observada neste experimento mostra que os microorganismos são a

causa mais importante das perdas no processo de micropropagação de erva-mate, concordando com o relato de MROGINSKI et al. (1997a). É importante salientar que os fungos causaram maiores danos quando comparados com as bactérias, pois impediram o desenvolvimento dos explantes, provocando sua morte, enquanto que as bactérias raramente o fizeram, pois os explantes contamina-

dos brotaram normalmente e emitiram folhas nas condições oferecidas. As bactérias encontradas possuíam como características: serem gran negativas e aeróbicas e possuírem formatos celulares variados (células circulares, alongadas, em bastonetes, arredondadas em disposição de "colar" ou dispersas uma a uma).

EXPERIMENTO II

Percentual de contaminação obtido após tratamentos químicos nas plantas doadoras e no meio de cultura

Não houve influência das combinações de fungicida e antibiótico adicionadas ao meio de cultura sobre a taxa de contaminação fúngica e/ou bacteriana *in vitro*, indicando que os pré-tratamentos realizados com fungicidas nas plantas doadoras foram eficientes na controle dos fitopatógenos endógenos. Isto é reforçado pela própria análise visual do experimento, no qual a testemunha, sem nenhum tratamento químico no meio, não apresentou contaminação significativa. Estes resultados mostram que as combinações de produtos (benomyl e rifampicin) associados ao meio de cultura não foram responsáveis pela não-contaminação dos explantes, sendo sua utilização dispensada nas condições em que o experimento foi conduzido.

A taxa geral de contaminação observada (10%) pode ser considerada excelente se comparada com os elevados índices de contaminação observados no experimento 1. Desta, 8% do material sofreu a incidência de fungos, e apenas 2% de bactérias.

Os materiais micropropagados neste experimento passaram pelo pré-tratamento com fungicidas, ainda no viveiro, durante os meses de janeiro e fevereiro. Esse período caracterizou-se por ter sido seco, com pouca chuva, contribuindo, assim, com a falta de condições favoráveis ao desenvolvimento de patógenos. Além disto, estes foram coletados e inoculados no início de março (mês ainda quente e seco no ano de 1999).

O baixo percentual de contaminação deste experimento pode ser explicado principalmente pela eficiência da utilização dos pré-tratamentos nas mudas doadoras de explantes. PANICK (1995) cita a necessidade de aplicar fungicidas nos talos

das plantas-mãe, antes da coleta do material, para reduzir as contaminações *in vitro*. Este resultado também deve ser associado à época do ano em que foi conduzido o experimento, a qual se caracterizou por um período seco e quente. Segundo MROGINSKI et al. (1997b), a época de cultivo que apresenta os melhores resultados e a menor taxa de contaminação são os meses quentes (janeiro e fevereiro).

Desenvolvimento dos explantes no decorrer de 70 dias após a inoculação

Foi observado que os explantes, 5 dias após a inoculação, apresentavam-se com as gemas bastante intumescidas; aos 12 dias, 50% destes haviam formado brotos, 14% já apresentavam os primórdios foliares, 34% ainda estavam com as gemas intumescidas, e uma das plantas (2%) havia enegrecido e provocado a morte da gema. O número de brotações aos 70 dias variou de 1 a 2, e foi verificada grande elongação da parte aérea.

Algumas plantas, aos 14 dias, apresentavam o início da proliferação de células cambiais na região superior do caule seccionado. Seu desenvolvimento foi progressivo, sendo que, aos 54 dias, essas células foram observadas em 86% dos explantes. Isto ocorre devido à tendência que as plantas lenhosas têm de cicatrizar o local seccionado através da multiplicação das células do câmbio, regenerando seu caule.

Foi observado um escurecimento do meio de cultura ao redor do explante (segmento nodal), próximo da região seccionada. Este escurecimento (oxidação) pode ter sido ocasionado pela liberação de compostos fenólicos do explante no meio de cultura. A presença desta oxidação foi observada 26 dias após a inoculação em 58% dos explantes; aos 70 dias, apenas a testemunha (T1) não se mostrava oxidada. Observou-se que a oxidação foi mais pronunciada nos tratamentos nos quais a dosagem do antibiótico rifampicin era mais elevada. MROGINSKI et al. (1997a) atribuem o enegrecimento dos explantes no cultivo *in vitro* à produção de produtos fenólicos e taninos nos tecidos das plantas lenhosas. Nos experimentos realizados, o escurecimento do meio de cultura não chegou a causar danos ao desenvolvimento dos explantes.

O comportamento dos explantes contaminados variou no decorrer do tempo, sendo que três dos cinco contaminados continuaram seu desenvolvimento normalmente. A contaminação tanto pelos agentes fúngicos como bacterianos iniciou na região do explante que estava em contato com o meio de cultura; nos casos em que os explantes contaminados continuaram a se desenvolver normalmente, as estruturas do fungo (micélio) permaneceram junto ao meio, não vindo a cobrir o caule nem a parte aérea da planta. MROGINSKI et al. (1997a) descrevem que, em um experimento onde foi empregado benomil associado ao meio de cultura nos segmentos contaminados com fungos, os micélios começaram a se desenvolver na zona de corte da região distal do explante que ficava junto do meio com fungicida, indicando que a contaminação iniciava-se do interior do explante, reforçando a idéia de que os contaminantes da erva-mate *in vitro* são microorganismos endógenos.

Não ocorreu fitotoxidez no material micropropagado, mesmo tendo-se empregado diferentes combinações de benomil e rifampicin associados ao meio de cultura; o desenvolvimento e a regeneração dos explantes foram normais e muito satisfatórios, demonstrando que os produtos químicos não tiveram efeito negativo sobre as plantas.

Comparando-se os resultados obtidos neste experimento com o alcançado no anterior, nota-se uma grande evolução no processo de micropropagação devido às técnicas empregadas na condução deste. Desta forma, pode-se dizer que o pré-tratamento com fungicida pode auxiliar na otimização da técnica de cultivo *in vitro*, viabilizando o processo de micropropagação da erva-mate.

EXPERIMENTO III

Número de folhas nos diferentes tratamentos

Não houve um aumento do número de folhas diretamente proporcional ao aumento do BAP, e esse aumento ocorreu aleatoriamente nos diferentes tratamentos. O fato de não ter ocorrido aumento proporcional às doses crescentes de BAP na emissão do número de folhas pode ser explicado

devido à ação dos hormônios endógenos da planta e do balanço hormonal que ainda não está bem definido para esta espécie lenhosa, além da grande variabilidade genética dos explantes, já que cada um deles provinha de uma planta distinta. Desta forma, recomenda-se a realização de novos experimentos, visando a maiores esclarecimentos na dosagem de citocininas no meio de multiplicação de erva-mate.

Número de brotações nos diferentes tratamentos

O emprego de BAP foi utilizado no intuito de se conseguir a formação de maior número possível de brotos que pudessem, posteriormente, possibilitar o subcultivo do material. De acordo com CALDAS et al. (1998), o BAP induz à formação de brotos e alta taxa de multiplicação em muitos sistemas de micropropagação. Uma variação no número de brotações emitidas foi observada nos diferentes tratamentos, o que pode ser atribuído à grande variabilidade genética do material micropropagado e também à ação da citocinina sobre todo o explante. Segundo GRATTAPAGLIA e MACHADO (1998), os fenômenos de proliferação de gemas axilares e de formação de gemas adventícias dificilmente podem ser controlados individualmente, pois devem-se à ação de citocinina do meio sobre todo o tecido do explante micropropagado. Além disso, as plantas lenhosas cultivadas *in vitro*, através de parte aérea e de gemas, apresentam maior capacidade de proliferação com o suceder de subculturas.

Comportamento dos explantes em meio de cultura $\frac{1}{4}$ MS + 0,1 mg.L⁻¹ de ANA e em meio $\frac{1}{4}$ MS + doses crescentes de BAP

Decorridos 33 dias após a inoculação inicial dos explantes em meio contendo ANA, a parte aérea de 93,3% dos explantes estava formada, tendo esta apenas uma brotação e não apresentando alongação. O início da segunda brotação foi verificado 3 dias após os explantes serem transferidos para os meios contendo BAP, em 33,3% do material. Ao final de 28 dias, 80% dos explantes haviam alongado a parte aérea, percentual este que perma-

neceu igual até a última avaliação feita aos 34 dias.

Foi observada também a presença de folhas arroxeadas em 66,7% dos explantes na última avaliação, demonstrando deficiência nutricional talvez pelo fato de o meio ser reduzido a ¼ do MS.

O aparecimento de células cambiais ocorreu ainda em meio contendo ANA, sendo que, aos 33 dias após a inoculação, foi possível observar a ocorrência das mesmas em 66,7% dos explantes. Estas células continuaram proliferando em meio com BAP, e, aos 17 dias, 13 plantas (86,7%) apresentaram a presença destas, não ocorrendo novos casos após este período.

A formação de calos na base inferior dos caules foi verificada após 17 dias de inoculação, em meio contendo ANA, em 7 dos 15 explantes micropropagados (46,7%). Os calos continuaram desenvolvendo-se após os explantes terem sido transferidos para o meio com BAP, não surgindo novos calos em outras plantas. Porém, algumas plantas que não tinham formado estes calos, após serem transferidas para meio com a citocinina, demonstraram engrossamento da parte inferior do caule seccionado, que, com o decorrer do tempo, provocou o aparecimento de fendas nos mesmos. Este engrossamento foi verificado a partir do 7º dia em meio com BAP, em outros explantes. Após este período, nenhuma outra planta apresentou as mesmas características.

De acordo com SKOOG e MILLER (1957) *apud* CALDAS et al. (1998), o crescimento de calo que ocorre em diferentes espécies pode ser: independente de auxina e citocinina, dependente de auxina, dependente de citocinina ou dependente de ambas. Estes são os reguladores de crescimento mais utilizados em cultura de tecidos, sendo que a disponibilidade e interação destes dois atuam na formação de raízes, parte aérea e calos em culturas de tecidos.

Neste experimento, a hipótese mais provável é de que a formação dos calos esteja associada à presença da auxina (ANA) no meio de cultura, já que os calos foram formados antes de os explantes

serem transferidos dos meios com BAP. Tampouco ocorreu oxidação nos meios de cultura.

EXPERIMENTO IV

Desenvolvimento *in vitro* dos explantes inoculados em Meio 1 e Meio 2

A partir das avaliações periódicas feitas após os subcultivos dos explantes nos dois diferentes meios, verificou-se que não houve contaminações no decorrer do desenvolvimento destes, porém houve perdas consideráveis de material por escurecimento progressivo e necrose dos segmentos. A taxa de perdas nos Meios 1 e 2 estão expressas na Tabela 2.

Foi observado que os explantes inoculados em meios de enraizamento regeneraram novamente a parte aérea, mais rapidamente, quando o tamanho do segmento repicado era maior; as perdas iniciais também foram constatadas nos explantes menores.

Comparando-se os dois tipos de meio empregados (com ágar e com vermiculita), verificou-se a maior eficiência do Meio 2, o qual permitiu um melhor e mais rápido desenvolvimento da parte aérea, bem como a sua elongação. Também neste meio, a perda de materiais devido à necrose de tecidos foi consideravelmente menor.

A grande taxa de morte de segmentos, verificada ao final dos 160 dias após a inoculação, mostra-nos a necessidade da retirada dos explantes do meio para aclimatização e passagem para novo substrato, tão logo se verifique a presença de raízes nos mesmos.

Emissão de raízes em Meio 1 (ágar + IBA) e Meio 2 (vermiculite + IBA)

A emissão de raízes verificada nos diferentes meios no decorrer do desenvolvimento dos explantes está expressa na Tabela 3.

A Figura 1 mostra todas as etapas do processo de enraizamento *in vitro*.

TABELA 2 – Percentagem de explantes mortos de erva mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) em Meio 1 e 2, aos 30, 60, 90, 120 e 160 dias após inoculação

Meio de enraizamento	Percentagem de explantes mortos				
	30	60	90	120	160 (dias)
Meio 1	49,2	69,8	77,8	80,9	98,4
Meio 2	16,5	16,5	20,3	20,3	96,2

TABELA 3 – Percentagem de enraizamento de explantes de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) em Meio 1 e 2, aos 30, 60, 90 e 120 dias após inoculação

Meio de enraizamento	Percentagem de enraizamento			
	30	60	90	120 (dias)
Meio 1	0	9,5	9,5	9,5
Meio 2	0	2,5	22,8	22,8

Verificou-se que o Meio 2 foi mais eficaz para a regeneração de raízes dos explantes. Contudo, este percentual inicial de emissão é ainda muito baixo e necessita ser melhorado. Uma possível explicação para esta baixa emissão de raízes é dada por ASSIS e TEIXEIRA (1998). Eles relatam que o contato prolongado de culturas durante a etapa de multiplicação com os hormônios BAP e ANA pode

provocar a inibição do enraizamento devido ao efeito residual destes nos explantes, exigindo, assim, até seis subcultivos em meio contendo carvão ativado para que este efeito seja eliminado. Portanto, sugere-se que a realização de vários subcultivos dos explantes em meio de enraizamento com vermiculita também poderia eliminar os resíduos de ANA ou BAP que inibem a emissão de raízes.

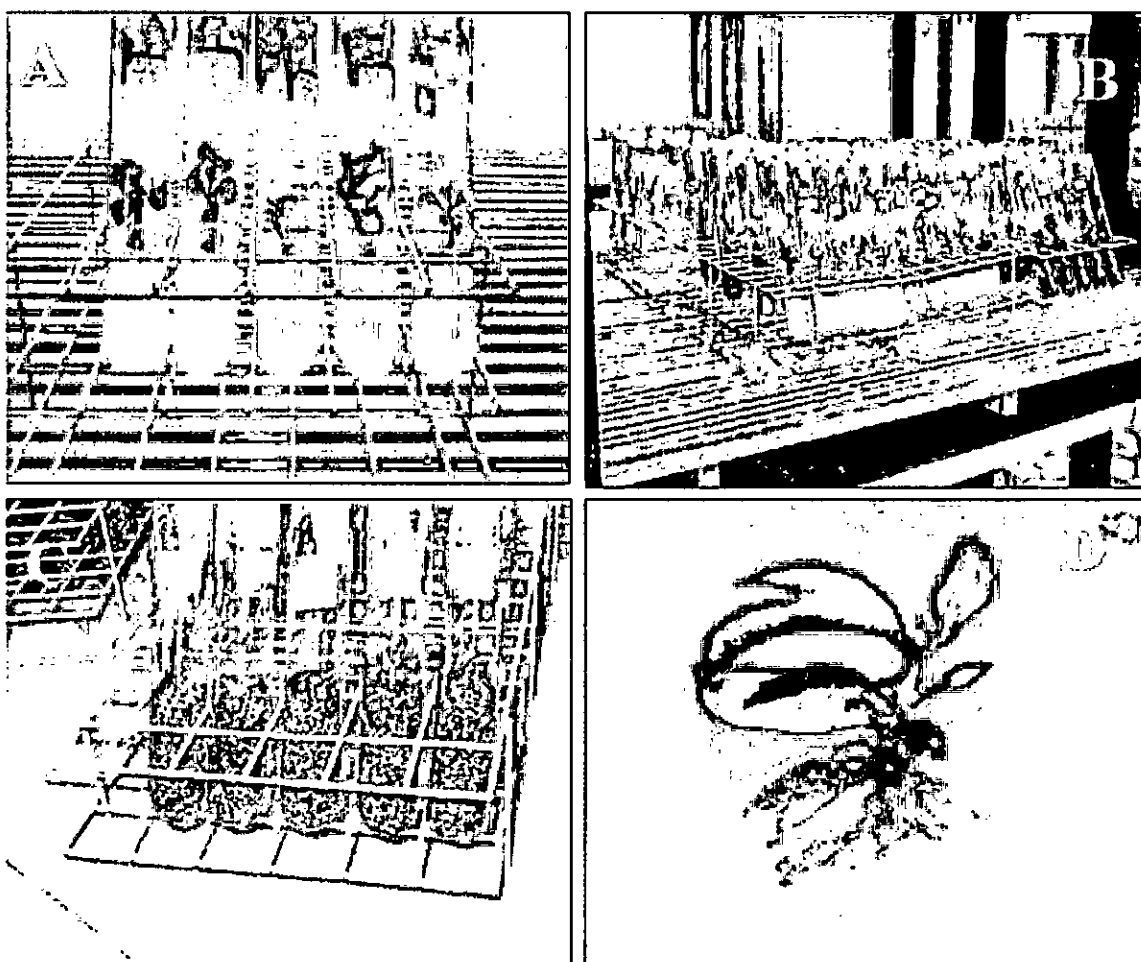


FIGURA 2 – Etapas do processo de enraizamento *in vitro* de erva-mate: A - Inoculação dos explantes em meio para indução de parte aérea; B - Desenvolvimento dos explantes; C - Enraizamento em meio com vermiculite (Meio 2); D - Enraizamento em meio com ágar (Meio 1)

CONCLUSÕES

Nas condições em que o trabalho foi realizado, pode-se concluir que:

- 1- Dentre os microorganismos contaminantes, os fungos apresentaram maior incidência e foram

mais limitantes ao desenvolvimento dos explantes que as bactérias;

- 2- Dos contaminantes fúngicos, os gêneros *Alternaria* sp e *Colletotrichum* sp apresentaram maior incidência.

EXPERIMENTO II

- 1- A utilização de pré-tratamentos nas plantas doadoras dos explantes reduziu, consideravelmente, a incidência de contaminação *in vitro*;
- 2- Não houve necessidade de utilização de fungicidas e antibióticos no meio de cultura, após a realização dos pré-tratamentos no viveiro.

EXPERIMENTO III

- 1- Não foi possível observar relação entre a utilização de doses de BAP e aumento do número de folhas e brotos.

EXPERIMENTO IV

- 1- O meio de enraizamento com vermiculita mostra-se mais eficiente para a emissão de raízes, alongação da parte aérea e menor perda por necrose.

AGRADECIMENTO

Agradecemos ao CNPq a bolsa de iniciação científica recebida no período de maio de 1999 a abril de 2000.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSIS, T.F. de; TEIXEIRA, S.L. Enraizamento de plantas lenhosas. In: TORRES, A.C.; CALDAS, L.S.; BUSO, J.A. **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. Brasília: EMBRAPA-CNPH, v.1, 1998. p. 275.
- CALDAS, L.S.; HARIDASAN, P.; FERREIRA, M.E. Meios nutritivos. In: TORRES, A.C.; CALDAS, L.S.; BUSO, J.A. **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. Brasília: EMBRAPA-CNPH, v.1, 1998. p.102-106.
- CARVALHO, D. de.; PINTO, J.E.B.P.; PASQUAL, M. Uso de fungicida e antioxidantes em cultura *in vitro* de segmentos nodais de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden. **Ciência Prática**, Lavras, v.14, n.1, p.97-106, jan/abr. 1990.
- FERREIRA, A.G. Estrutura e desenvolvimento da semente e embrião. In: I CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1., REUNIÃO TÉCNICA DO CONE-SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2., 1997. **Anais...** Curitiba: Embrapa, 1997. p.133-139. (Documento Embrapa, 33)
- GRATTAPAGLIA, D.; MACHADO, M.A. Micropropagação. In: TORRES, A.C.; CALDAS, L.S.; BUSO, J.A. **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. Brasília: EMBRAPA-CNPH, v.1, 1998. p.184-185.
- MROGINSKI, L.A.; BERNASCONI, N.K.; SANSBERRO, P.A.; REY, H.Y. (a) Micropropagación de la yerba mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.): efecto del origen del explante en el establecimiento *in vitro* de los cultivos. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1., REUNIÃO TÉCNICA DO CONE-SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2., 1997. **Anais...** Curitiba: Embrapa, 1997. p.161-169. (Documento Embrapa, 33)
- MROGINSKI, L.A.; SANSBERRO, P.A.; REY, H.Y.; COLLAVINO, M. (b) Micropropagación de la yerba mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) estado actual y perspectivas. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1., REUNIÃO TÉCNICA DO CONE-SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2., 1997. **Anais...** Curitiba: Embrapa, 1997. p.141-151. (Documento Embrapa, 33)
- MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue culture. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.15, p. 473-497, 1962.
- PANICK, B. Multiplicación Clonal de plantas elite de yerba mate mediante técnica de cultivo *in vitro*. In: WINGE, H.; FERREIRA, A. G.; MARIATH, J. E. A. **Erva-Mate: biologia e cultura no Cone Sul**. Porto Alegre: UFRGS, 1995. p.157-160.
- RESENDE, M.D.V. de.; STURION, J.A. MENDES, S. **Genética e melhoramento da erva-Mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.)**. EMBRAPA-CNPH, 1995. p.1-6. (Documento, n. 25).
- RESENDE, M.D.V. de; SIMEÃO, R.M.; STURION, J.A. Fundamentos de Genética de populações para conservação de Germoplasma da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1., REUNIÃO TÉCNICA DO CONE-SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2., 1997. **Anais...** Curitiba: Embrapa, 1997. p.173-207. (Documento Embrapa, 33)

PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE VALORES DE RADIAÇÃO SOLAR PREJUDICIAIS AO CULTIVO DO PEPINEIRO NA REGIÃO DO BAIXO VALE DO TAQUARI, RS¹

GALILEO ADELI BURIOL², ARNO BERNARDO HELDWEIN², VALDUÍNO ESTEFANEL³, RONALDO MATZENAUER⁴, ILOIR ÂNGELO MARCON⁵

RESUMO - Determinou-se a probabilidade de ocorrência de valores de radiação solar prejudiciais ao cultivo do pepineiro na região do Baixo Vale do Rio Taquari, Rio Grande do Sul. Foram utilizados os dados diários de radiação solar global registrados na estação meteorológica de Taquari (Latitude: 29°48' S, Longitude: 51°49' e Altitude: 75 m) no período de 1963-1999. Os limites de radiação solar global utilizados foram os valores iguais ou inferiores a 8,4, a 7,5 e a 6,3 MJ/m².dia, considerando-se o primeiro como limite trófico para o crescimento e desenvolvimento do pepineiro e os demais como valores de intenso prejuízo. Os resultados mostraram que, principalmente do 2º decêndio de maio ao 3º decêndio de julho, a probabilidade de ocorrência de valores de radiação solar global prejudiciais ao crescimento e desenvolvimento do pepineiro é elevada. Neste período, existe a probabilidade de ocorrência de até nove dias por decêndio com valores iguais ou inferiores a 8,4 e a 7,5 MJ/m².dia.

Palavras-chave: *Cucumis sativus*, disponibilidade de radiação, produtividade.

PROBABILITY OF OCCURRENCE OF SOLAR RADIATION VALUES HARMFUL TO CUCUMBER IN THE BAIXO VALE DO TAQUARI REGION, RS

ABSTRACT - The probability of occurrence of low values of solar radiation, which are harmful to cucumber, was calculated in the Baixo Vale do Taquari Region, Rio Grande do Sul State, Brazil. Daily data of solar radiation from 1963 to 1999 obtained in the meteorological station of Taquari (Latitude: 29° 48' S, Longitude: 51° 41' W, Altitude: 75 m) were used. The following threshold values were used in this study: 8.4, 7.5 and 6.3 MJ/m².day. The first value was the threshold level for growth and development of cucumber, and the other two levels were the cause of serious yield losses. The results showed that during the second and third decades of July the probability of occurring these threshold values of solar radiation is high: up to 9 days in each decade can be expected to have solar radiation lower than 8.4 and 7.5 MJ/m².day.

Key words: *Cucumis sativus*, radiation disponibility, productivity.

¹ Projeto financiado com recursos da FAPERGS.

² Eng. Agr., Prof. do Departamento de Fitotecnia, UFSM, bolsista do CNPq, Deptº de Fitotecnia, CCR, UFSM, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil, valduino@ccr.ufsm.br

³ Eng. Agr., Prof. aposentado do Departamento de Fitotecnia, UFSM

⁴ Eng. Agr., Pesquisador da FEPAGRO/SCT, bolsista do CNPq

⁵ Acadêmico do curso de Agronomia, UFSM, bolsista da FAPERGS

Recebido para publicação em 30-04-2001.

INTRODUÇÃO

A Cooperativa Languiru S.A. de Teutônia, Estado do Rio Grande do Sul, vem desenvolvendo um projeto no sentido de manter o fluxo de industrialização do pepino para conserva, de forma ininterrupta, ao longo do ano. Para que isto ocorra, é fundamental que seus associados, agricultores da Região do Baixo Vale do Rio Taquari, cultivem o pepineiro ao longo de todo ano. Um dos passos importantes para que tal objetivo seja alcançado é a avaliação dos principais elementos meteorológicos limitantes ao seu cultivo na região. Dentre estes, os principais são a radiação solar, a temperatura do ar e a umidade do solo.

No caso da umidade do solo, o problema é de mais fácil solução, pois, geralmente, a área cultivada com o pepineiro é reduzida e próxima às fontes d'água existentes na propriedade, podendo, assim, ser irrigada.

A ocorrência de temperaturas mínimas letais às plantas, temperaturas máximas prejudiciais ao crescimento das plantas e ao pegamento de frutos e a soma térmica necessária para completar o sub-período transplante ao final da colheita na região já foram estudadas (BURIOL et al., 2000; 2001). De acordo com esses estudos, do 3º decêndio do mês de abril ao 1º decêndio do mês de outubro, existe probabilidade de ocorrência de temperaturas mínimas iguais ou inferiores a 0°C, recomendando-se, assim, neste período, o cultivo do pepineiro somente em ambiente protegido, como em estufas e/ou túneis plásticos. Temperaturas máximas do ar iguais ou superiores a 36°C, prejudiciais ao crescimento das plantas e ao pegamento de frutos, podem ocorrer do 3º decêndio de setembro ao 3º decêndio de março, sendo que os valores mais elevados, tanto de probabilidade de ocorrência como de valores de temperatura máxima, são observados entre os meses de dezembro a março. Em função da disponibilidade de soma térmica acima de 12°C, a duração do sub-período transplante ao final da colheita do pepineiro cultivado a campo apresenta duração máxima, quando o transplante ocorre no mês de agosto, e mínima, quando realizado em dezembro, janeiro e fevereiro.

Quanto à radiação solar, a mesma constitui-se em um elemento limitante no estado do Rio

Grande do Sul, para a produção de pepino, principalmente no período invernal, quando o pepineiro é cultivado em estufa. Baixos valores de radiação solar global por vários dias consecutivos acarretaram até 55% de abortamento de frutos em cultivos realizados em Santa Maria, estado do Rio Grande do Sul (BURIOL et al., 1999).

Para o tomateiro, cultura de verão como o pepineiro, o limite trófico inferior para o seu crescimento e desenvolvimento é estimado em torno de 8,4 MJ/m².dia (FAO, 1990; GARY et al., 1996). Desta forma, considerando-se as exigências em radiação solar do pepineiro, semelhantes às daquelas do tomateiro, é importante quantificar a probabilidade de sua ocorrência de modo a se determinar as disponibilidades bioclimáticas locais e/ou regionais. No caso da região do Baixo Vale do Taquari, observando-se as cartas mensais de radiação solar global do estado do Rio Grande do Sul (INSTITUTO DE PESQUISA AGRONÔMICAS, 1989), constata-se que os valores médios nos meses de inverno são superiores a 8,4 MJ/m².dia. Entretanto, tomando-se os dados mensais da estação meteorológica de Taquari como representativos da região, período 1963-1999, BURIOL et al. (2000) constataram existir 6% e 8% de probabilidade de ocorrência de valores médios de radiação solar global inferiores ou iguais a 8,4 MJ/m².dia nos meses de maio e junho, respectivamente. Considerando-se que as médias mensais de radiação solar global apresentam menor variabilidade que os valores diários, é importante quantificar as diferenças destes em relação às médias mensais.

Tendo em vista o exposto, o objetivo deste trabalho foi determinar a probabilidade de ocorrência de valores de radiação solar global com níveis prejudiciais ao crescimento e desenvolvimento do pepineiro na região do Baixo Vale do Rio Taquari, RS, com base nos dados diários.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados os dados diários de radiação solar global registrados na Estação Meteorológica de Taquari (latitude: 29°48' S, longitude: 51°49' W e altitude: 75 m), pertencente à Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária - FEPAGRO,

Secretaria da Ciência e Tecnologia do Estado do Rio Grande do Sul, sendo o período de observação de 1963 a 1999. Com estes dados, determinaram-se as médias diárias para cada dia do ano e as médias mensais.

Com os dados diários de radiação solar, calculou-se a probabilidade de ocorrência de valores iguais ou inferiores a 8,4, a 7,5 e a 6,3 MJ/m².dia, considerando-se 8,4 MJ/m².dia como o limite trófico para o pepineiro e 7,5 e 6,3 MJ/m².dia como valores de “intenso prejuízo”, sendo estes maiores para o último limite.

Os dados diários foram analisados por decêndio. Para cada decêndio de cada mês, foi contabilizado o número de dias em que a radiação solar global foi igual ou inferior a 8,4, a 7,5 e a 6,3 MJ/m².dia. Avaliou-se, a seguir, o ajuste do número de dias de cada decêndio às distribuições normal, binomial negativa e Poisson, utilizando-se o teste de Kolmogoroff-Smirnoff (CAMPOS, 1983), sendo usada a distribuição que melhor se ajustou ao número de dias.

Calculou-se, também, a probabilidade de ocorrência de seqüências de dias com radiação solar global igual ou inferior a 8,4, a 7,5 e a 6,3 MJ/m².dia. As seqüências foram analisadas

mensalmente, com todos os possíveis números de dias consecutivos com radiação solar global igual ou inferior aos níveis considerados. Estas seqüências foram contabilizadas no mês em que terminaram. Desta forma, em alguns casos, elas podem ter iniciado no mês anterior. As distribuições usadas e suas avaliações de ajuste foram as mesmas citadas anteriormente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teste de Kolmogoroff-Smirnoff foi aplicado em 108 casos (12 meses x 3 decêndios x 3 limites de radiação solar global). Em todos os 108 casos, houve ajustamento à distribuição de Poisson com $p > 0,20$, ou seja, com uma boa aderência. Em somente 79 casos, houve ajustamento à distribuição binomial negativa. Ao se aplicar o teste para verificar o ajustamento das seqüências de dias com valores de radiação solar global baixos e da maior seqüência de cada mês, verificou-se que esses dados se ajustaram à distribuição de Poisson em 178 situações, enquanto que, somente em 46 casos, aderiram à distribuição binomial negativa. Em vista disso, utilizou-se, no trabalho, a distribuição de Poisson.

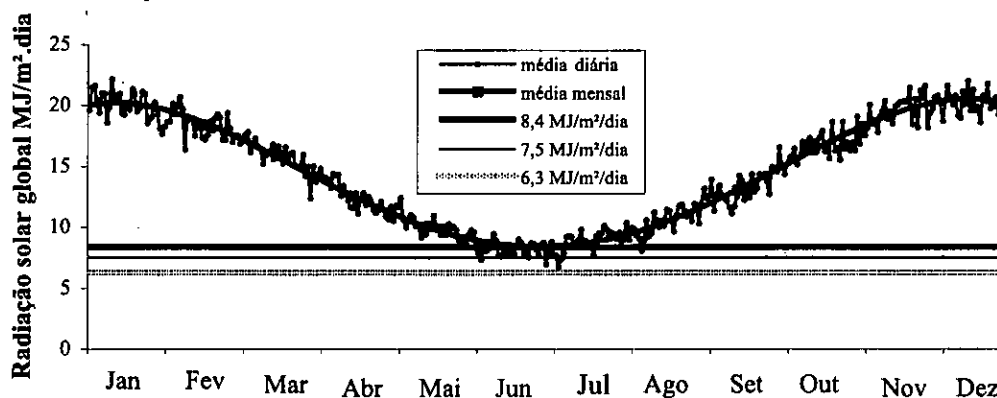


FIGURA 1 - Valores médios diários e mensais de radiação solar incidente, registrados na Estação Meteorológica de Taquari, RS, pertencente à Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO), no período de 1963-1999

A Figura 1 apresenta a média mensal e diária de radiação solar global em Taquari, no período de 1963-1999. A média de todos os meses do ano é superior a 8,4 MJ/m².dia, concordando com os resultados apresentados pelo INSTITUTO DE PESQUISAS AGRONÔMICAS (1989) e por BURIOL et al. (2000). Já os valores médios diários do final do mês de maio a meados do mês de julho, em muitos dias, são inferiores a 8,4 MJ/m².dia. Valores médios iguais ou inferiores a 7,5 MJ/m².dia

também são observados. Isto indica que, no período invernal, podem ocorrer dias com radiação solar global insuficiente ao crescimento e desenvolvimento das plantas de pepineiro, mesmo que os valores médios mensais não os mostrem.

O confronto entre os valores das médias mensais e diárias indica existir grande variabilidade dentro dos meses e, conseqüentemente, entre dias, mesmo que, para os meses, a soma dos valores médios acima de 8,4 MJ/m².dia predominem sobre

Tabela 1 - Probabilidade de ocorrerem n ou mais dias com radiação solar global diária igual ou inferior a 8,4, a 7,5 e a 6,3 MJ/m². dia, no 1º, 2º e 3º decêndios dos meses de abril a outubro, em Taquari, RS

n	Abril			Maio			Junho			Julho			Agosto			Setembro			Outubro		
	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
Radiação solar ≤ 8,4 MJ/m ² .dia																					
1	0,73	0,86	0,9	0,88	0,92	0,96	0,98	0,98	0,99	0,99	0,98	0,97	0,97	0,96	0,95	0,90	0,95	0,88	0,85	0,70	0,81
2	0,37	0,59	0,67	0,62	0,72	0,83	0,9	0,92	0,93	0,95	0,89	0,88	0,88	0,82	0,81	0,67	0,8	0,62	0,56	0,34	0,49
3	0,14	0,32	0,41	0,36	0,47	0,63	0,75	0,78	0,81	0,85	0,73	0,71	0,70	0,60	0,60	0,41	0,57	0,36	0,29	0,12	0,23
4	0,04	0,14	0,21	0,16	0,26	0,41	0,55	0,59	0,63	0,69	0,53	0,49	0,49	0,38	0,37	0,21	0,35	0,16	0,12	0,03	0,08
5		0,05	0,09	0,06	0,12	0,23	0,40	0,40	0,44	0,51	0,34	0,30	0,30	0,2	0,20	0,09	0,18	0,06		0,04	
6		0,02	0,03	0,02	0,05	0,11	0,21	0,24	0,27	0,33	0,19	0,16	0,17	0,1	0,09	0,03	0,08	0,02	0,01		
7			0,01		0,02	0,05	0,10	0,13	0,15	0,20	0,09	0,08	0,07		0,04	0,01	0,03	0,01			
8						0,02	0,02	0,05	0,06	0,07	0,10	0,04	0,03								
9						0,01	0,02			0,05	0,02										
Radiação solar ≤ 7,5 MJ/m ² .dia																					
1	0,62	0,8	0,83	0,80	0,87	0,92	0,96	0,96	0,97	0,98	0,96	0,94	0,96	0,94	0,93	0,87	0,93	0,85	0,80	0,65	0,77
2	0,25	0,48	0,53	0,48	0,64	0,73	0,83	0,83	0,86	0,91	0,85	0,79	0,83	0,76	0,74	0,61	0,74	0,57	0,47	0,29	0,43
3	0,08	0,22	0,27	0,22	0,37	0,48	0,61	0,62	0,67	0,76	0,65	0,56	0,62	0,51	0,49	0,34	0,49	0,30	0,21	0,09	0,16
4	0,02	0,10	0,11	0,08	0,18	0,26	0,39	0,40	0,46	0,57	0,43	0,33	0,40	0,29	0,27	0,15	0,27	0,13	0,08		
5		0,02	0,04	0,03	0,07	0,12	0,21	0,22	0,30	0,37	0,25	0,17	0,22	0,14	0,13	0,06	0,13	0,04			
6			0,01	0,01	0,02	0,05	0,10	0,11	0,14	0,21	0,12	0,08	0,11	0,06	0,05	0,02	0,05	0,01			
7					0,02	0,04		0,06		0,11	0,05		0,04		0,02	0,01					
8					0,01		0,02			0,05	0,02				0,01						
9						0,01	0,01			0,01											
Radiação solar ≤ 6,3 MJ/m ² .dia																					
1	0,55	0,70	0,74	0,67	0,83	0,86	0,93	0,93	0,93	0,96	0,94	0,90	0,93	0,90	0,89	0,84	0,91	0,78	0,73	0,57	0,68
2	0,19	0,34	0,39	0,31	0,53	0,59	0,74	0,74	0,75	0,83	0,77	0,66	0,74	0,67	0,65	0,54	0,69	0,45	0,38	0,21	0,32
3	0,05	0,12	0,15	0,10	0,26	0,32	0,49	0,5	0,51	0,62	0,54	0,39	0,49	0,41	0,39	0,28	0,43	0,20	0,15	0,05	0,11
4	0,01	0,03	0,05	0,03	0,10	0,14	0,27	0,28	0,29	0,40	0,31	0,19	0,27	0,21	0,19	0,11	0,22	0,07	0,05		0,03
5		0,01		0,01	0,03	0,05	0,13	0,13	0,14	0,22	0,16	0,08	0,13	0,09	0,08	0,04	0,1	0,02			
6					0,02		0,05	0,05	0,06	0,11	0,07	0,03	0,05	0,03	0,03	0,01					
7						0,02				0,05	0,02										
8							0,01														
9																					

a soma daqueles abaixo deste limite. Como consequência desta elevada variabilidade entre as médias diárias, é de se esperar que a probabilidade de ocorrerem dias com médias iguais ou inferiores a 8,4, a 7,5 e a 6,3 MJ/m².dia seja significativa. Isto pode ser constatado na Tabela 1, na qual são apresentados os valores da probabilidade de ocorrerem n ou mais dias com radiação solar global igual ou inferior a estes limites para cada decêndio dos seis meses mais frios do ano. Observa-se que em todos estes meses podem ocorrer dias com valores iguais ou inferiores aos limitantes estudados, e que, principalmente do 3º decêndio de maio ao 2º decêndio de julho, podem ocorrer até nove dias por decêndio com radiação solar global igual ou inferior a 8,4 e a 7,5 MJ/m².dia. As probabilidades mais elevadas de ocorrerem dias com baixos valores de radiação solar global são observadas também neste período.

Com estes resultados, fica evidenciado que na região do Baixo Vale do Rio Taquari, mesmo que os valores médios mensais de radiação solar global sejam acima de 8,4 MJ/m².dia, existe a probabilidade de ocorrência de n dias, principalmente de meados de maio a meados de julho, com valores de radiação solar global abaixo

deste limite, podendo interferir negativamente no fluxo de produção de pepino.

Na Figura 2 são apresentadas as probabilidades de ocorrerem um ou três dias em cada decêndio dos doze meses do ano com valores de radiação solar global iguais e inferiores a 8,4, a 7,5 e a 6,3 MJ/m².dia. Observa-se que ao se comparar os resultados de probabilidades de ocorrência para um dia e para três dias, é neste último caso que o crescimento das curvas se salientam mais, apresentando valores crescentes de forma acentuada no mês de julho e atingindo, no mês de setembro, valores semelhantes àqueles do mês de maio.

As probabilidades de ocorrerem n seqüências de um ou mais dias com valores de radiação solar global iguais ou inferiores a 8,4, a 7,5 e a 6,3 MJ/m². dia ao longo do ano são maiores de maio a setembro e, dentro deste período, em junho e julho (Tabela 2). Nestes dois meses podem ocorrer seqüências de até nove dias. Salientou-se que, nestes dois meses, ocorreu, no período estudado, uma seqüência de até 14 dias com valores iguais ou inferiores a 8,4 MJ/m².dia, mas, como a mesma não se ajustou às funções estudadas, não foi apresentada na Tabela 2.

CONCLUSÕES

Os valores médios mensais de radiação solar global de todos os meses do ano na Região do Baixo Vale do Taquari, RS são superiores a 8,4 MJ/m².dia, considerado o limite trófico inferior para o crescimento e desenvolvimento do pepineiro. Entretanto, isso não ocorre com os

valores diários. Em todos os meses do ano, existe probabilidade de ocorrerem dias com valores abaixo do limite de 8,4 MJ/m².dia — sendo igual a quatro dias no 1º decêndio do mês de abril, aumentando para até nove dias em decêndios dos meses de maio, junho e julho, diminuindo após e atingindo, novamente, quatro dias no 2º decêndio do mês de outubro.

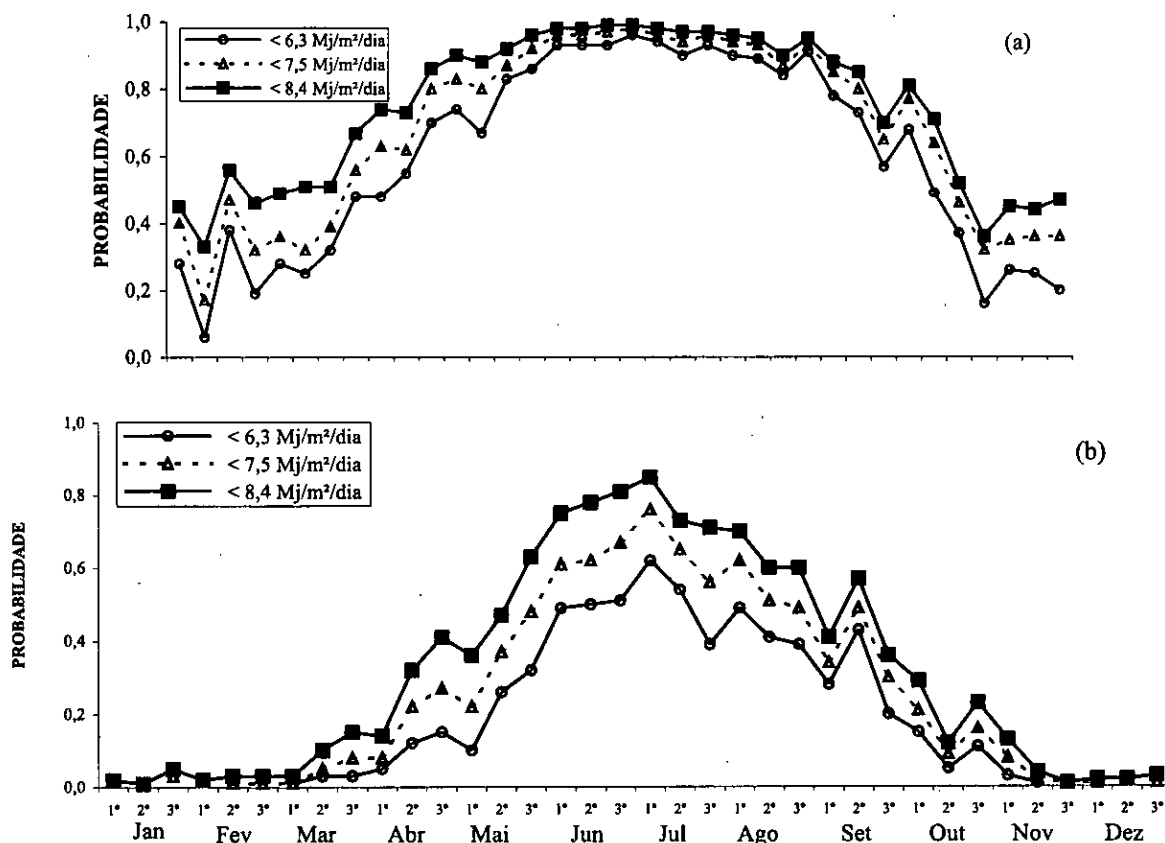


FIGURA 2 - Probabilidade de ocorrência de um dia (a) e de três dias em cada decêndio (b) com valores de radiação solar global iguais ou inferiores a 8,4, a 7,5 e a 6,3 MJ/m².dia, ao longo do ano, em Taquari, RS

Tabela 2 - Probabilidade de ocorrerem n seqüências de s dias com radiação solar global igual ou inferior a 8,4, a 7,5 e a 6,3 MJ/m².dia, nos doze meses do ano, em Taquari, RS

n	s	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
8,4 MJ/m ² .dia													
1	1	0,74	0,79	0,83	0,91	0,92	0,89	0,92	0,90	0,91	0,92	0,83	0,74
2		0,38	0,46	0,53	0,67	0,72	0,65	0,71	0,66	0,69	0,73	0,53	0,39
3		0,15	0,21	0,27	0,42	0,46	0,38	0,45	0,40	0,43	0,48	0,27	0,15
4		0,05	0,07	0,11	0,22	0,25	0,18	0,24	0,20	0,22	0,26	0,11	
5		0,01		0,04	0,09	0,11	0,07	0,11	0,08	0,10		0,04	
6				0,01	0,03	0,04	0,03		0,03				
7					0,01	0,02	0,01						
1	2	0,14	0,16		0,62	0,65	0,74	0,77	0,69	0,60	0,50	0,24	0,17
2		0,01			0,25	0,29	0,40	0,44	0,32	0,24	0,16	0,03	0,02
3					0,07	0,09	0,16	0,19	0,11	0,07			
4							0,05	0,06					
5							0,02						
1	3			0,08	0,22	0,29	0,54	0,54	0,45	0,29	0,12	0,06	
2						0,05	0,18	0,19	0,12	0,05			
3							0,04	0,05	0,02				
4								0,01					
1	4				0,03	0,17	0,27	0,36	0,27	0,20	0,12		
2							0,04	0,08		0,02			
3								0,01					
1	5					0,14	0,22	0,14	0,20	0,03	0,03		
2						0,01	0,03	0,01	0,02				
1	6					0,14	0,09	0,06	0,12	0,09			
2						0,01							
1	7						0,03	0,09					
1	8						0,09	0,06	0,06	0,09			
1	9						0,06	0,03					
7,5 MJ/m ² .dia													
1	1	0,67	0,64	0,78	0,87	0,90	0,93	0,94	0,89	0,90	0,91	0,77	0,68
2		0,32	0,28	0,45	0,67	0,67	0,74	0,77	0,64	0,68	0,69	0,44	0,31
3		0,10	0,09	0,20	0,34	0,41	0,49	0,53	0,37	0,42	0,43	0,19	0,11
4		0,03	0,02	0,07	0,15	0,20	0,27	0,31	0,18	0,21	0,15	0,06	0,03
5		0,01		0,02	0,06	0,08	0,13	0,15	0,07	0,09	0,04		
6				0,01	0,02	0,03	0,05	0,07		0,03			
7						0,01							
1	2	0,09	0,08	0,25	0,56	0,53	0,78	0,78	0,72	0,62	0,09	0,24	0,07
2					0,20	0,17	0,45	0,45	0,37	0,25		0,03	
3					0,05	0,04	0,20	0,19	0,14	0,07			
4							0,07	0,07	0,04				
1	3			0,08	0,17	0,29	0,41	0,49	0,43	0,24	0,06	0,03	
2						0,05	0,10	0,14	0,11				
3							0,02	0,03					
1	4					0,20	0,27	0,26	0,14	0,17			
2							0,04	0,04	0,02				
1	5					0,12	0,06	0,09	0,14	0,06			
1	6						0,06	0,06	0,03				
1	7							0,03					
1	8								0,03	0,09			
1	9						0,03	0,03					
6,3 MJ/m ² .dia													
1	1	0,53	0,53	0,70	0,87	0,89	0,94	0,95	0,89	0,90	0,85	0,59	0,48
2		0,18	0,18	0,34	0,61	0,64	0,79	0,80	0,66	0,68	0,57	0,22	0,14
3		0,04		0,12	0,34	0,37	0,56	0,58	0,39	0,42	0,30	0,06	0,03
4				0,03	0,15	0,18	0,33	0,35	0,19	0,21	0,13		
5				0,01	0,08	0,07	0,17	0,18	0,08	0,09			
6					0,02		0,07	0,08		0,03			
1	2			0,16	0,37	0,51	0,70	0,66	0,66	0,61	0,44	0,22	0,03
2					0,08	0,16	0,34	0,30	0,30	0,24	0,12	0,02	
3						0,04	0,12	0,10	0,10	0,07	0,02		
4							0,03						
1	3				0,09	0,17	0,29	0,44	0,37	0,24	0,12		
2						0,02	0,05	0,11	0,08	0,03			
3							0,01						
1	4				0,06	0,14	0,20	0,14	0,14	0,12			
1	5						0,02			0,01			
1	6						0,03	0,09	0,06	0,06			
1	7						0,06	0,03	0,06	0,03			
1	8							0,06	0,03				
1	9						0,03						

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BURIOL, G.A.; ESTEFANEL, V.; ANDRIOLO, J.L. et al. Disponibilidade de radiação solar nos meses mais frios do ano para o cultivo do tomateiro no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v 6, n.1, p.18-22, 2000.
- BURIOL, G.A.; HELDWEIN, A.B.; ESTEFANEL, V. et al. Disponibilidade térmica para o cultivo do pepineiro na região do Baixo Vale do Taquari, RS. 2- temperatura máxima e soma térmica. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, 2001, v 6, n. 2, p. 215-223
- BURIOL, G.A.; HELDWEIN, A.B.; ESTEFANEL, V. et al. Disponibilidade térmica para o cultivo do pepineiro na região do Baixo Vale do Rio Taquari, RS. 1- Temperatura mínima limitante. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v 6, n.2, p. 205-213, 2000.
- BURIOL, G.A.; SCHNEIDER, F.M.; STRECK, N.A. et al. Produtividade de diferentes cultivares de pepino cultivados em estufa plástica em Santa Maria, RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 11., REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE AGROMETEOROLOGIA, 2., 1999, Florianópolis, SC. (CD-ROM). Florianópolis: EPAGRI, p.328-334, 1999
- CAMPOS, H. de. **Estatística não paramétrica**. 4. ed. Piracicaba: ESALQ/USP, 1983. 349p.
- FAO. **Protected cultivation in the mediterranean climate**. Roma: FAO, 1990. 313 p. (Plant Production and Protection Paper, n. 90).
- GARY, C.; BAILLE, A.; NAVARRETE, M., et al. Un modele simplifié de prévision du rendement et du calibre de la tomate. In: **Seminaire de L'AIP "Serres"**. Alenya: INRA, 1996. 10p.
- INSTITUTO DE PESQUISAS AGRONÔMICAS. **Atlas agroclimático do Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 1989. v.1. 102p.

LEVANTAMENTO DE COCCINELÍDEOS (COLEOPTERA, COCCINELLIDAE) PREDADORES EM PLANTAS CÍTRICAS¹

DANIELE CAMPOS DA SILVA², ELISE O. CORDEIRO³, ELIO CORSEUIL⁴

RESUMO – Visando ao levantamento de coccinelídeos predadores de cochonilhas em plantas cítricas, foram efetuadas amostragens quinzenais em pomares de Viamão, durante 4 meses (de agosto a novembro de 1998), e em Porto Alegre, durante 5 meses (de dezembro de 1998 a abril de 1999), no Rio Grande do Sul. O estudo foi conduzido em propriedades particulares, onde não havia uso de produtos químicos para manutenção dos pomares. Utilizou-se o guarda-chuva japonês, de modo aleatório, para a obtenção dos espécimens. Resultaram 13 espécies, distribuídas em 13 gêneros, totalizando 276 indivíduos, com predominância da joaninha *Coccidophilus citricola* Brèthes, 1905, que se alimenta preferencialmente de cochonilhas da família Diaspididae.

Palavras-chave: joaninha, Coccinellidae, predadores, citros.

SURVEY OF PREDATORY COCCINELIDS (COLEOPTERA, COCCINELLIDAE) IN CITRIC PLANTS.

ABSTRACT – Predatory coccinelids were surveyed in citric plants fortnightly at orchards in Viamão for 4 months (from August to November, 1998) and in Porto Alegre for 5 months (from December, 1998 to April, 1999), Rio Grande do Sul state. The research was conducted at private properties where insecticides were not used in the orchards. Baiting trays were used randomly to catch the specimens. Thirteen species of 13 genera totaling 276 specimens were collected, with the predominance of lady beetles *Coccidophilus citricola* Brèthes, 1905, which feed preferentially on scale insects of the family Diaspididae.

Key words: ladybeetles, Coccinellidae, predators, citrus.

¹ Pôster apresentado no IV Salão de Iniciação Científica de Ciências Biológicas da PUCRS.

² Bióloga, Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária - FEPAGRO, Rua Gonçalves Dias, 570, 90130-060, Porto Alegre, RS, Brasil

³ Bióloga

⁴ Prof. Dr. da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Av. Ipiranga, 6681 - Prédio 12D - sala 41, 90619-900, Porto Alegre, RS, Brasil

Recebido para publicação em 10-08-2001.

INTRODUÇÃO

Os coccinelídeos, conhecidos comumente como “joaninhas”, são insetos de porte pequeno que exibem grande variedade de cores e desenhos variados em seus élitros (LIMA, 1953). Desempenham significativo papel no desenvolvimento de programas de controle biológico e integrado (ARIOLI e LINK, 1987b). Para o Brasil, registram-se mais de 300 espécies de coccinelídeos entre fitófagas, micófagas e predadoras (ARIOLI e LINK, 1987a).

Dentre as cerca de 4 000 espécies de joaninhas descritas, há certamente muitas potencialmente predadoras a serem utilizadas. (HAGEN, 1962). No Rio Grande do Sul, existem cerca de 30 espécies predadoras de pragas de citros, sendo que a grande maioria tem preferência por cochonilhas (SILVA et al., 1968).

Segundo DREA e GORDON (1990), todos os representantes das subfamílias Sticholotidinae, Scymninae, Chilocoriae e Coccidulinae são predadores de cochonilhas, justificando a separação dos exemplares por subfamílias neste trabalho.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em pomares de laranja, *Citrus sinensis* (Linnaeus) Osbeck, localizados em Viamão e em Porto Alegre, no Rio Grande do Sul.

As coletas foram quinzenais; duraram 4 meses (de agosto a novembro de 1998) em Viamão e 5 (de dezembro de 1998 a abril de 1999) em Porto Alegre.

Os pomares de Viamão localizam-se em um sítio conhecido como Sítio dos Irmãos Maristas, situado atrás de uma escola. Em Porto Alegre, as coletas foram efetuadas na Pousada dos Coqueiros, no bairro Lami. Os dois pomares tinham em média 100 árvores e eram manejados de modo convencional, mas sem auxílio de inseticidas.

Utilizou-se o guarda-chuva japonês, com mais ou menos 50 batidas, numa altura entre 1,5 e 2 m. Esse procedimento foi repetido em 15 árvores, sempre entre 9 e 15 h. No início do trabalho, os coccinelídeos eram trazidos ao laboratório, onde eram identificados e catalogados na coleção entomológica do Museu de Ciências e Tecnologia

da PUCRS (MCTP). Esse material era devidamente montado com alfinete entomológico ou mantido em álcool 70%. Posteriormente, houve somente observações dos exemplares, usando-se lupa, quando necessário, e fazendo-se anotações dos dados em planilha de campo.

No processo de identificação das espécies foram utilizadas chaves dicotômicas e descrições (GUÉRIN, 1953; LIMA, 1953; MARICONI, 1958; HAGEN, 1962; BRITTON, 1973; ARIOLI, 1983; GORDON, 1985), além de comparações com exemplares já determinados, existentes na coleção do MCTP. As espécies estão dispostas segundo critérios sistemáticos de GORDON, 1985.

Com base no número total de espécies coletadas, calculou-se, então, a frequência que expressa a porcentagem de indivíduos de uma espécie em relação ao total de indivíduos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram registrados 161 exemplares em Viamão e 115 em Porto Alegre, totalizando 276 indivíduos, pertencentes a 13 espécies distribuídas em 13 gêneros, classificados segundo GORDON (1985).

COCCINELLIDAE

STICHOLOTIDINAE

Coccidophilus citricola Brèthes, 1905

SCYMNINAE

Hyperaspis notata Mulsant, 1850

Cryptognatha signatha Mulsant, 1850

Pentilia egena Mulsant, 1850

CHILOCORIAE

Curinus coeruleus (Mulsant, 1850)

Exochomus jourdani Mulsant, 1850

Zagreus bimaculosus (Mulsant, 1850)

COCCIDULINAE

Azya luteipes Mulsant, 1850

Rodolia cardinalis (Mulsant, 1850)

COCCINELLINAE

Coleomegilla maculata maculata

(De Geer, 1775)

Cycloneda sanguinea (Linnaeus, 1763)

Eriopis connexa connexa (Germar, 1824)

Olla quinquenigrum (Mulsant, 1866)

Em Viamão foram encontrados representantes de 9 espécies, sendo que Chilocoridae, Coccinellinae e Scymninae apresentaram maior número de indivíduos, respectivamente (TABELA 1).

Em Porto Alegre também foram encontradas 9 espécies, algumas diferentes de Viamão, sendo Coccinellinae e Scymninae as mais representativas.

Segundo ARIOLI e LINK (1987b), em pomares cítricos de Santa Maria/RS, a subfamília Scymninae é a mais representativa, tanto em relação ao número de indivíduos como ao número de espécies.

TABELA 1. Número de indivíduos coletados (Nº) e proporções (%) de ocorrência das espécies coletadas em Viamão e em Porto Alegre

Subfamílias	Espécies	Viamão		Porto Alegre	
		Nº	%	Nº	%
sticholotidinae	<i>Coccidophilus citricola</i>	54	33,54	40	34,48
Scymninae	<i>Cryptognatha signatha</i>	2	1,24	3	2,59
	<i>Hyperaspis notata</i>	17	10,56	9	7,76
	<i>Pentilia egena</i>	5	3,10	10	8,62
Chilocoridae	<i>Curinus coeruleus</i>	23	14,29	19	16,38
	<i>Exochomus jourdani</i>	1	0,62	0	0
	<i>Zagreus bimaculosus</i>	20	12,42	0	0
Coccidulinae	<i>Azya luteipes</i>	10	6,21	0	0
	<i>Rodolia cardinalis</i>	0	0	2	1,72
Coccinellinae	<i>Coleomegilla maculata maculata</i>	0	0	1	0,86
	<i>Cycloneda sanguinea</i>	25	15,53	30	26,72
	<i>Eriopis connexa connexa</i>	2	1,24	1	0,86
	<i>Olla quinquenigrum</i>	2	1,24	0	0

C. citricola, *C. sanguinea* e *C. coeruleus* foram as três espécies mais expressivas, tanto em Viamão quanto em Porto Alegre, diferindo do trabalho de ARIOLI e LINK (1987b), no qual as duas primeiras foram consideradas acidentais, e a última nem foi encontrada. Essas diferenças podem ser atribuídas não só às regiões em estudo, mas

também aos métodos de coleta utilizados e a outras variáveis, como o período de coletas e o intervalo entre elas.

C. citricola e *P. egena*, segundo ARIOLI e LINK (1987a), mesmo com alimento preferencial em outras plantas, têm preferência pelas plantas cítricas.

Os gráficos 1 e 2 mostram a flutuação destas espécies por data de coleta.

GRÁFICO 1. Flutuação de *C. citricola*, *C. sanguinea* e *C. coeruleus* em Viamão

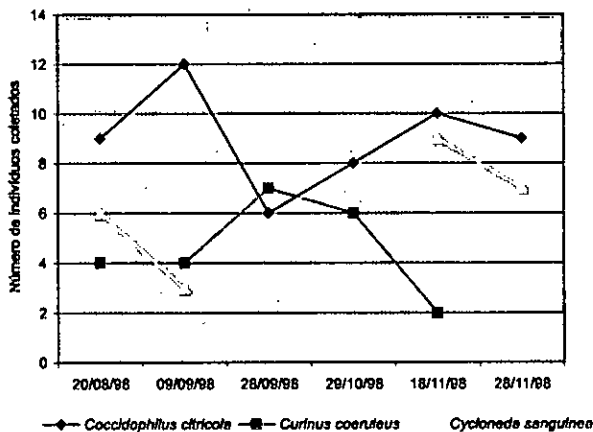
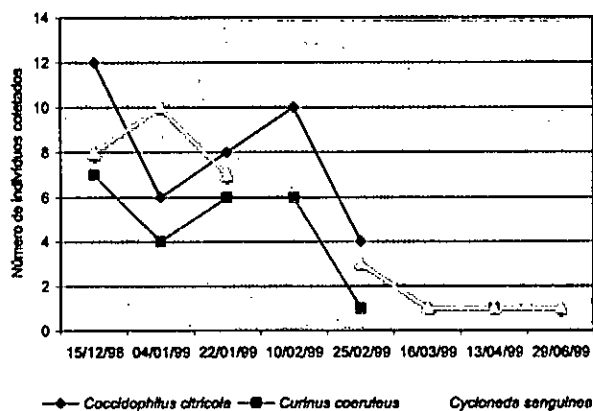


GRÁFICO 2. Flutuação de *C. citricola*, *C. sanguinea* e *C. coeruleus* em Porto Alegre



Nos pomares estudados foram observados outros insetos, considerados presas dos coccinelídeos encontrados, como os pulgões (Aphididae) e as cochonilhas — essas representadas por espécies das famílias Diaspididae, Coccidae, Pseudococcidae e Margarodidae —, consideradas potencialmente pragas nos citros.

Dentre as espécies coletadas, *C. citricola*, *A. luteipes*, *P. egena*, *Cryptognatha signatha*, *C. coeruleus* e *Exochomus jourdani* alimentam-se de diaspidídeos (LEPAGE, 1943; GALLO et al., 1970; DREA e GORDON, 1990). *C. citricola* alimenta-se preferencialmente de diaspidídeos (LIMA, 1941; MORAES, PORTO e BRAUN, 1995), e *P. egena* é a principal predadora de vários diaspidídeos que ocorrem em citros (MORAES, PORTO e BRAUN, 1995). *R. cardinalis* preda o diaspidídeo *Pseudolacaspis pentagona* (Targ. – Tozz., 1885) e margarodídeos (SILVA et al., 1968). DREA e GORDON (1990) referenciam o gênero *Hyperaspis* como predador de diaspidídeos, principalmente no Hemisfério Ocidental e em algumas espécies da Europa. *A. luteipes*, *P. egena* e *H. notata* predam coccídeos, sendo que a última também se alimenta de pseudococcídeos (SILVA et al., 1968).

Segundo MORAES, PORTO e BRAUN (1995), *A. luteipes* preda preferencialmente *Coccus viridis* (Green, 1889) (Coccidae).

C. sanguinea, *E. connexa connexa*, *C. maculata maculata* e *O. quinquenigrum* são citadas como predadoras de afídeos (ARIOLI, 1983). Em SILVA et al. (1968), o gênero *Eriopis* aparece como predador de pseudococcídeos. *C. sanguinea* foi referida como predadora de Coccoidea (ARIOLI e LINK, 1987 a) e como tendo importância no controle da mosca-branca e de ácaros (MORAES, PORTO e BRAUN, 1995).

CONCLUSÕES

Nos dois pomares estudados, a maior quantidade de indivíduos foi da espécie *C. citricola*, que se alimenta preferencialmente de diaspidídeos e de cochonilhas, consideradas potencialmente pragas, presentes nos pomares analisados.

As subfamílias Coccinellinae e Scymninae apresentaram maior diversidade de espécies nos dois pomares analisados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARIOLI, M.C.S. **Coccinellini no Rio Grande do Sul, Brasil (Coleoptera, Coccinellidae)**. Porto Alegre, PUC (Dissertação de Mestrado), 1983.
- ARIOLI, M.C.S.; LINK, D. Coccinelídeos de Santa Maria e arredores. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, v.17, n.3, p. 193-211, 1987a.
- _____. Ocorrência de joaninhas em pomares cítricos na Região de Santa Maria, RS. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, v.17, n. 3, p. 213-222, 1987b.
- BRITTON, E.B. Coleoptera. In: CSIRO. **The Insects of Australia**. Melbourne: University of Australia, 1973. p. 495-621.
- COSTA, R.G. **Os inimigos naturais das pragas das plantas cultivadas**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio, 1948. 14p. (Boletim, n. 43) -
- COSTA, R.G.; REDAELLI, D.C. **Cochonilhas ou coccídeos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Seção de Informações e Publicidade Agrícola. 1949. 107p. (Boletim. 152, série C)
- DREA, J.J.; GORDON, R.D. Coccinellidae. In: ROSEN, D. (Ed.) **Armored scale insects their biology, natural enemies and control**. Amsterdam: Elsevier, 1990, p. 19-27.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; WIENDL, F.M.; NETO, S.S.; CARVALHO, R.P.L. **Manual de Entomologia: pragas das plantas e seu controle**. Piracicaba: ESALQ, 1970. p. 231-233.
- GORDON, R.D. The Coccinellidae (Coleoptera) of America North of Mexico. **Journal of the New York Entomological Society**, New York, v. 93, n. 1, p. 1-912, 1985.
- GUÉRIN, J. **Coleópteros do Brasil**. São Paulo, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, USP, 1953. 356p.
- HAGEN, K.S. Biology and ecology of predaceous Coccinellidae. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, California, v.7, n.35, p. 289-326, 1962.
- LEPAGE, H.S. A "escama vermelha" dos citrus em São Paulo "*Aonidiella auranti* (Maskell)" (Homoptera – Coccoidea). **Arquivo Instituto Biológico**, São Paulo, v. 14, p. 311-330, dez. 1943.
- LIMA, A.M. da C. Sobre a "joaninha" *Coccidophilus citricola* Brèthes, 1905 (Coleoptera, Coccinellidae). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 4, p. 409-414, 1941.
- _____. **Insetos do Brasil**. Rio de Janeiro: Jornal do Comércio, 1953. t. 8, 2 pte. p. 283-303.
- MARICONI, F.A.M. **Inseticidas e seu emprego no combate às pragas**. São Paulo: Ceres, 1958. v. 1, p. 89-94.
- MORAES, L. A. H.; PORTO, O. M.; BRAUN, J. **Pragas de citros**. Porto Alegre: Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária, 1995. 33p. (Boletim Técnico, n. 2)
- SILVA, A. G. D.; GONÇALVES, C.R.; GALVÃO, D.M. et. al. **Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil: seus parasitos e predadores**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1968. 622p.

FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DO ÁCARO DA FALSA-FERRUGEM *Phyllocoptruta oleivora* (ASHMEAD, 1879) (ACARI, ERIOPHYIDAE) EM POMARES DE CITROS DA REGIÃO OESTE CATARINENSE

LUÍS ANTÔNIO CHIARADIA¹

RESUMO – O ácaro da falsa-ferrugem *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead, 1879) (Acari, Eriophyidae) causa manchas nas frutas e nas folhas dos citros, reduzindo a qualidade das frutas e a produção dos pomares. Para estudar as interferências dos fatores ambientais sobre a flutuação populacional deste ácaro, dois pomares de laranja ‘Valência’, com seis anos, situados no Oeste Catarinense, foram avaliados quinzenalmente de 1997 a 2000. Em cada avaliação, utilizando-se lentes com aumento de 10 vezes, foi observado o número de ácaros, em porções de 1cm², em áreas de localização preferencial da praga, de três frutas ou folhas, de 20 plantas de cada pomar. As maiores infestações e danos do ácaro ocorreram entre fevereiro e maio, com populações que enquadram este acarino como sendo uma praga “chave” da citricultura regional. A análise de correlação entre a média mensal da soma de ácaros observados, em cada avaliação, nos dois pomares, e o total mensal de precipitação pluviométrica (p), o total mensal de insolação (i), a velocidade média mensal dos ventos (v) e a temperatura média mensal de dois meses antes da data de avaliação (tmd) expressaram “r” = - 0,31; 0,21; - 0,22 e 0,44, respectivamente. A análise de regressão linear, com 0,05 % de probabilidade, resultou na equação $\hat{y} = - 349,11 + 38,33 \text{ tmd} - 0,86 \text{ p}$, com $R^2 = 0,32$.

Palavras-chave: Citros, falsa-ferrugem, Eriophyidae, *Phyllocoptruta oleivora*, ecologia.

**POPULATION FLUCTUATION OF CITRUS RUST MITE
Phyllocoptruta oleivora (ASHMEAD, 1879) (ACARI, ERIOPHYIDAE) IN
CITRUS ORCHARDS IN THE WEST OF SANTA CATARINA**

ABSTRACT – The citrus rust mite *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead, 1879) (Acari, Eriophyidae) causes stains on fruits and leaves, reducing fruit quality and orchard production. To study the interference of environmental factors in the population fluctuation of this pest, two six-year-old ‘Valência’ orange orchards were sampled fortnightly from 1997 to 2000 in the West of Santa Catarina. In each evaluation, using 10 X magnifying lenses, the number of mites was observed in 1cm² portions, in preferential areas of the pest, of three fruits or leaves, from 20 trees in each orchard. The greatest infestation and damage occurred between February and May, characterizing this mite as one “key” citrus pest in the region. Correlation analyses of the monthly mean sum of mites observed in each evaluation in the two orchards and the monthly total rains (p), monthly total insolation (i), mean monthly wind speed (v) and mean monthly temperature for two months before the evaluation date (tmd) showed “r” values of - 0.31; 0.21; - 0.22; and 0.44, respectively. The linear regression analyses with 0.05 probability resulted in the equation $\hat{y} = - 349,11 + 38,33 \text{ tmd} - 0,86 \text{ p}$, with $R^2 = 0.32$.

Key words: Citrus, citrus rust, Eriophyidae, *Phyllocoptruta oleivora*, ecology.

¹ Eng. Agr., MSc. em Fitotecnia, Epagri/Cepaf, Caixa Postal 791, 89901-970, Chapecó, SC, Brasil, chiaradi@epagri.rct-sc.br
Recebido para publicação em 01/06/2001.

INTRODUÇÃO

O ácaro da falsa-ferrugem *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead, 1879) (Acari, Eriophyidae) é uma praga específica dos citros que causa falsa-ferrugem nos frutos e “mancha-graxa” nas folhas. A magnitude de seus danos exige monitoramento e controle permanente, sendo considerado uma praga “chave” da citricultura (CHIAVEGATO, 1991).

Laranjas novas, quando intensamente atacadas pelo ácaro *P. oleivora*, não conseguem se desenvolver normalmente, tornando-se ásperas e adquirindo coloração escura (de acinzentada a marrom-escura). Quando o ataque ocorre próximo da fase de maturação, as laranjas adquirem coloração marrom-clara; verifica-se, então, o sintoma conhecido por “mulata”. Quando do ataque deste ácaro em limões, limas e pomelos, a casca das frutas assume coloração prateada (NASCIMENTO, 1981; PRATES, 1992; KOLLER, 1994; MORAES et al. 1995). Frutas com falsa-ferrugem não têm boa aceitação no mercado de consumo *in natura*, além do seu valor de comercialização ser menor. Pomares infestados por este ácaro geralmente são menos produtivos, pois as frutas atacadas são em média 6,7 % menores e 19 % mais leves que frutas sadias, além de ocorrer queda prematura de até 20% da produção (OLIVEIRA et al., 1991). Laranjas com falsa-ferrugem apresentam alterações nos teores de ácidos e sólidos solúveis do suco, e suas cascas podem assumir consistência coriácea, danificando as máquinas extratoras de suco nas indústrias (CHIAVEGATO, 1991; ZUCCHI et al., 1993).

As folhas atacadas pelo ácaro da falsa-ferrugem apresentam manchas escuras e irregulares e, geralmente, caem, deixando as árvores desfolhadas e reduzindo sua capacidade de fotossíntese. Plantas atacadas pelo ácaro têm sua taxa de transpiração aumentada, fazendo com que se ressintam mais em períodos de estiagem prolongada (OLIVEIRA, 1994).

Alguns estudos mostram que os sintomas do ataque de *P. oleivora* surgem quando se desenvolvem entre 70 e 80 ácaros/cm² — de uma só vez ou no somatório de gerações sucessivas —, sendo ocasionados pela incapacidade das membranas celulares de se regenerarem quando são

excessivamente picadas. Estas lesões na epiderme predis põem à infecção de patógenos, que são os responsáveis pela manifestação dos sintomas (CHIARADIA, 2001). Neste aspecto, PEDRAZOLLI et al. (1997) isolaram *Mycosphaerella citri* e mais 15 espécies de fungos das lesões de “mancha-graxa” de folhas de citros.

A reprodução do ácaro *P. oleivora* pode ser sexuada ou dar-se por partenogênese arrenótoca, sendo as fêmeas ovíparas. O ciclo evolutivo desta espécie, que compreende as fases de ovo, ninfa e adulto, normalmente ocorre em quinze dias; todavia, em condições climáticas favoráveis, pode se completar em sete dias. A longevidade média dos adultos pode alcançar 23 dias, período durante o qual as fêmeas põem de 1 a 2 ovos por dia — essa característica biológica justifica a rapidez com que, normalmente, ocorre o incremento populacional desta praga nos pomares (CHIAVEGATO, 1991; PRATES, 1992).

O formato do ácaro da falsa-ferrugem é muito semelhante ao de uma vírgula, sendo mais largo na porção anterior do corpo, onde se localizam as peças bucais e os únicos dois pares de pernas, característica morfológica dos ácaros eriofídeos. As ninfas são de coloração esbranquiçada e os adultos de cor amarelada, tornando-se escurecidos à medida que envelhecem. Quando atingem pleno desenvolvimento, medem entre 0,13 e 0,15 mm de comprimento por 0,06 mm de largura, sendo necessário utilizar lentes de aumento para facilitar sua visualização (ZUCCHI et al., 1993; OLIVEIRA, 1994).

O ácaro *P. oleivora* ocorre em todas regiões citrícolas do planeta, com destaque para as de clima quente e úmido. A dispersão deste ácaro é favorecida pelo vento, sendo que intensidades superiores a 15 Km/hora já são suficientes para transportá-lo, justificando-se a ocorrência de ataques em reboleiras (CHIAVEGATO, 1991).

A distribuição do ácaro da falsa-ferrugem nas árvores geralmente é desuniforme. Este acarino prefere infestar as frutas localizadas na periferia da copa das plantas, principalmente naquelas porções da casca onde os raios do sol não incidem diretamente, favorecendo o aparecimento de frutas parcialmente manchadas (OLIVEIRA, 1994; TIMMER et al., 2000). Ao infestar a folhagem, prefere a face inferior de folhas bem desenvolvidas

e de cor intensa (CHIAVEGATO, 1991).

Para estimar os níveis populacionais do ácaro *P. oleivora* nos pomares, as inspeções devem ser feitas, preferencialmente, na casca de frutas verdes e com mais de 1,5 cm de diâmetro que estejam inseridas na porção média e na periferia da copa das plantas. Na ausência de frutas com estas características, folhas inseridas nestas mesmas posições devem ser examinadas. Em cada avaliação, devem ser inspecionadas, no mínimo, três frutas e/ou folhas, de 1 % ou 20 árvores do pomar e/ou talhões com até 2000 plantas (OLIVEIRA et al., 1991).

MARTINS et al. (1988), estudando a dinâmica populacional do ácaro da falsa-ferrugem em laranja 'Pêra', tangerina 'Poncã' e lima ácida 'Taiti', em levantamentos quinzenais, constataram vários picos populacionais deste ácaro ao longo do ano, com redução da infestação desta praga nas épocas de precipitação pluviométrica elevada.

O nível de infestação recomendado para iniciar o combate do ácaro da falsa-ferrugem é de 10 % das frutas, com pelo menos 20 ácaros/cm², em frutas destinadas ao consumo *in natura*, e com pelo menos 30 ácaros/cm², em frutas destinadas à indústria de suco. A verificação dos níveis de infestação deste ácaro nos pomares deve ser semanal, nos períodos quentes e úmidos, e quinzenal, nas épocas mais frias (CHIAVEGATO, 1991; OLIVEIRA et al. 1991).

OLIVEIRA et al. (1991) comentam que existe correlação positiva entre a população de *P. oleivora* e a umidade relativa do ar, e que temperaturas elevadas e constantes atuam negativamente sobre este acarino. Assim, elevadas precipitações pluviométricas, embora arrastem parte dos ácaros das plantas, podem favorecer a infestação pelo aumento da umidade relativa do ar e pelas melhorias que ocorrem nas condições fisiológicas das plantas.

CAETANO e OLIVEIRA (1975) observaram que a maior densidade populacional do ácaro da falsa-ferrugem em pomar de laranjeiras da variedade 'Natal', em Jaboticabal, ocorre no período de abril a maio, época que coincide com elevadas temperaturas e altas porcentagens de umidade relativa do ar. Outros estudos conduzidos no estado de São Paulo, por OLIVEIRA (1994), mostraram que este ácaro pode ocorrer durante todo

o ano, com maior intensidade nos períodos de dezembro a janeiro e de maio a junho.

No estado da Bahia, a maior infestação do ácaro *P. oleivora* é verificada no período de setembro a fevereiro, quando as temperaturas são altas e a umidade relativa do ar é baixa. Outro pico populacional pode ocorrer de maio a junho, porém com menor intensidade (NASCIMENTO, 1981; COELHO et al. 1975).

Além das condições climáticas, outros fatores também podem interferir na flutuação populacional de *P. oleivora*. Neste sentido, CAETANO (1974) sugere que o desenvolvimento vegetativo das plantas, que ocorre com maior intensidade a partir do mês de agosto e que antecede a época de floração das plantas, é o fator responsável pelo incremento populacional deste ácaro no estado de São Paulo. Da mesma forma, MORAES et al. (1995) recomendam o monitoramento da população deste acarino a partir da época de florescimento, período em que, geralmente, ocorre elevada infestação da praga.

Os principais objetivos desta pesquisa foram conhecer a flutuação populacional do ácaro da falsa-ferrugem nos pomares de citros da região Oeste do estado de Santa Catarina e identificar fatores climáticos que interferem em sua dinâmica populacional, para que possam ser utilizados no aprimoramento do Manejo Integrado das pragas dos citros.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de julho de 1997 a junho de 2000, em dois pomares situados nos municípios de Águas de Chapecó e Chapecó, SC, ambos constituídos de laranjeiras da variedade 'Valência', com seis anos de idade e com plantas arranjadas no espaçamento de 4 x 6 m. O pomar de Chapecó (latitude 27° 05' Sul; longitude de 52° 56' Oeste e altitude média de 550 m), com 3,0 ha de área, possui copas enxertadas sobre *Poncirus trifoliata*, enquanto que o de Águas de Chapecó, com área de 2,0 ha (localizado na latitude 27° 08' Sul e longitude 52° 38' Oeste, com altitude aproximada de 300 m), apresenta copas enxertadas sobre limão 'Cravo'.

Os pomares foram mantidos com cobertura intercalar, composta por vegetação nativa, que foi

periodicamente roçada, sendo os inços, nas linhas de plantio, controlados com herbicidas. Outros agrotóxicos não foram aplicados nos pomares no decorrer do experimento. Adubações químicas foram realizadas esporadicamente, sendo os fertilizantes distribuídos em cobertura, na projeção da copa das árvores.

Os níveis de infestação do ácaro *P. oleivora* foram determinados em nível de campo, utilizando-se lentes de bolso, com aumentos de 10 vezes e campo fixo de 1 cm². As inspeções foram realizadas quinzenalmente através da contagem do número de espécimes presentes em porções de 1 cm² de áreas de localização preferencial deste ácaro, na casca de três frutas com mais de 1,5 cm de diâmetro e, na ausência destas, na face inferior de três folhas bem desenvolvidas e de coloração intensa, ambas inseridas na porção média e na periferia da copa das árvores, de 20 plantas de cada pomar.

A média mensal da soma de ácaros observados em cada avaliação dos dois pomares foi correlacionada com o total mensal de precipitação pluviométrica (mm), total mensal de insolação (horas), média mensal da umidade relativa do ar (%), velocidade média mensal dos ventos (m/s) e a média mensal de temperatura média (C°) do mês, do mês anterior e de dois meses antes da data de inspeção. Os dados das variáveis climáticas foram obtidos na Estação Meteorológica do Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar da Epagri, de Chapecó. A análise de regressão linear foi realizada entre a média mensal de ácaros observados e os dados mensais das variáveis climáticas que apresentaram resultados expressivos e significativos na análise de correlação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os picos de infestação do ácaro da falsa-ferrugem nos pomares ocorreram nos meses de março, maio e março, no primeiro, segundo e terceiro ano de condução do experimento, respectivamente (Figura 1). Os principais períodos de infestação desta praga se concentraram de fevereiro a maio de 1998, de fevereiro a setembro de 1999 e de fevereiro a maio de 2000. Os períodos e picos de infestação do ácaro *P. oleivora* ocorreram em épocas similares nos dois pomares estudados, nos três anos de condução do

experimento; todavia, o nível populacional foi quase sempre maior no pomar de Chapecó. A coincidência nas épocas dos picos populacionais pode ser parcialmente atribuída ao fato de os pomares serem constituídos de laranjeiras da mesma variedade e de plantas da mesma idade, enquanto que a variação nos níveis das populações pode ter sido influenciada pelo porta-enxerto, microclima e por outras particularidades de cada pomar. Estes resultados mostram também que o ácaro da falsa-ferrugem possui a capacidade de infestar pomares de citros situados em diferentes altitudes.

Os números médios de 199,9 e de 259,8 espécimes do ácaro *P. oleivora*, observados nas 72 inspeções realizadas nos pomares de Águas de Chapecó e Chapecó, respectivamente (Tabela 1), representam de 3,33 a 4,33 ácaros/cm² de área inspecionada, uma vez que totalizaram os indivíduos observados em porções de 1,0 cm² da casca de 60 frutas e/ou de 60 folhas de cada data e local de amostragem. Estes níveis populacionais sugerem baixa infestação desta praga — que até dispensaria a intervenção para seu combate —, entretanto a análise mais detalhada dos dados revelou que, em 18 inspeções conduzidas no pomar de Águas de Chapecó e em 20 no pomar de Chapecó, pelo menos 10 % de frutas e/ou folhas apresentaram populações ≥ 20 ácaros/cm². Tal nível de infestação já é suficiente para justificar o combate da praga, pois parte da produção se destinava ao mercado de frutas *in natura*. Também revelou que, em 12 inspeções no pomar de Águas de Chapecó e em 14 no pomar de Chapecó, ocorreram níveis de infestação da praga com pelo menos 10 % das frutas e/ou folhas, apresentando 30 ou mais ácaros/cm². Este é o nível que CHIAVEGATO (1991) recomenda para intervenção química da praga para frutas destinadas à indústria de suco.

Das inspeções no pomar de Águas de Chapecó que apresentaram 20 ou mais ácaros/cm², uma ocorreu no primeiro, cinco ocorreram no segundo, e doze no terceiro ano, e das inspeções com população ≥ 30 ácaros/cm², ocorreram zero, três e nove, no primeiro, segundo e terceiro ano de estudo, respectivamente. A análise destes mesmos parâmetros do pomar localizado em Chapecó mostrou que das inspeções com pelo menos 10 %

das frutas com níveis populacionais ≥ 20 ácaros/cm², uma foi no primeiro, seis foram no segundo, e 13 no terceiro ano, e das inspeções com 10 % das frutas com populações ≥ 30 ácaros/cm², ocorreram uma, cinco e oito, no primeiro, segundo e terceiro ano, respectivamente. É importante comentar que o número de avaliações com populações em níveis preconizados para o combate desta praga poderia ter sido reduzido pela aplicação de acaricidas, mas que não foram executadas para evitar alterações nas variações populacionais naturais deste ácaro.

Os elevados níveis populacionais do ácaro da falsa-ferrugem verificados em algumas inspeções e, por consequência, a grande porcentagem de frutas com sintoma de falsa-ferrugem e folhas com “mancha-graxa” nos dois pomares e, principalmente, nos dois últimos anos da condução do experimento, justificam o enquadramento deste acarino como sendo uma praga “chave” da citricultura na região Oeste Catarinense. O gradativo incremento populacional deste ácaro durante a condução do experimento reforça a necessidade de serem procedidas inspeções periódicas de sua população nos pomares e, ao mesmo tempo, requer oportunas intervenções para reduzir seus danos.

Os picos populacionais do ácaro da falsa-ferrugem, que se concentraram principalmente no período de fevereiro a maio de cada ano, ocorreram quando as laranjeiras tinham frutas com diâmetro entre 1,5 cm até o tamanho da fase de maturação, condição preferencial para o ataque deste ácaro, segundo KOLLER (1994). Este resultado difere daqueles obtidos por OLIVEIRA (1994), que verificou picos de infestação do ácaro *P. oleivora* nos períodos de dezembro a janeiro e de maio a junho de cada ano. Apresenta divergências também dos resultados de COELHO et al. (1975), que constatarem picos de infestação da praga no período de setembro a fevereiro. As diferenças nas épocas dos picos populacionais, possivelmente, sejam decorrentes das espécies e variedades cítricas avaliadas e das peculiaridades climáticas dos locais em que foram conduzidos os experimentos, que reforcem a importância dos estudos regionalizados da ecologia de pragas.

As análises de correlação entre as 36 médias mensais da soma de ácaros observados em cada avaliação nos dois pomares e o total mensal de

precipitação pluviométrica (p), o total mensal de horas de insolação (i), a velocidade média mensal dos ventos (v), a porcentagem média da umidade relativa do ar (u) e a média mensal de temperatura média do mês (tm), do mês anterior (tma) e de dois meses antes das datas de avaliação (tmd) expressaram coeficientes de correlação de -0,31; 0,21; -0,22; 0,01; 0,01; 0,25 e 0,44, com níveis de probabilidade de 0,008; 0,07; 0,06; 0,96; 0,90; 0,02 e 0,001, respectivamente. Estes resultados mostram que a temperatura média mensal e a umidade relativa do ar do mês da avaliação exercem pouca influência sobre as oscilações populacionais do ácaro *P. oleivora*. No entanto, a temperatura média mensal do mês anterior e, principalmente, de dois meses anteriores ao das inspeções apresentam influências consideráveis sobre o nível populacional desta praga, possivelmente porque atuam sobre o crescimento vegetativo e sobre o desenvolvimento das plantas, que criam condições favoráveis ao desenvolvimento deste ácaro.

A Figura 2, que na trajetória de suas linhas representa as variações médias mensais de temperatura média do mês das avaliações e as oscilações da infestação do ácaro da falsa-ferrugem nos pomares, mostra que os picos populacionais deste ácaro ocorreram principalmente em períodos em que as temperaturas médias mensais estavam em declínio e, aproximadamente, 60 dias após a temperatura ter alcançado seu pico anual — vindo ao encontro da informação de OLIVEIRA et al. (1991), que citam temperaturas elevadas atuando negativamente sobre a população do ácaro. Por outro lado, os menores níveis populacionais desta praga foram verificados a partir dos meses em que ocorreram reduções nas médias mensais de temperatura média. Estes resultados sugerem que as altas temperaturas não são favoráveis para este acarino e que baixas temperaturas limitam seu desenvolvimento.

Na Figura 3 estão expressas as oscilações verificadas na população do ácaro da falsa-ferrugem dos citros e o total mensal de precipitação pluviométrica (mm). As linhas deste gráfico caracterizam maior volume de chuvas e menor infestação deste ácaro no período inicial do experimento. Mostram, também, que os picos de infestação desta praga, na maioria das vezes, coincidiram com períodos de redução no volume

de chuvas. Estes resultados podem ser explicados pelo fato de o ácaro infestar, preferencialmente, a periferia da copa das árvores, local de onde é facilmente arrastado pela água da chuva.

O coeficiente de correlação entre o número de ácaros observados e o total mensal de horas de insolação (0,21) pode ser atribuído ao aumento de temperatura e à possível melhoria das condições fisiológicas das plantas, provocada pela insolação, principalmente porque este ácaro não apresenta preferência por áreas de insolação direta.

A análise de correlação entre a média mensal de ácaros observados e a velocidade média mensal dos ventos expressou $r = -0,22$, embora a velocidade do vento tenha alcançado intensidades de 0,9 a 1,7 m/s ou 3,24 a 6,12 Km/hora e que, segundo CHIAGEVATO (1991), são insuficientes para transportar os ácaros. Estes resultados podem ser justificados pela ocorrência eventual de ventos com intensidades adequadas ao transporte da praga, considerando-se a utilização, nesta análise, de valores médios mensais de velocidades dos ventos. A preferência do ácaro *P. oleivora* por se localizar na periferia da copa das árvores facilita seu transporte e dispersão pelo vento; entretanto, apenas alguns indivíduos conseguem ser carregados até outras porções da planta e/ou até outra árvore cítrica, que consistem em seus únicos hospedeiros. Por consequência, ventos com velocidades adequadas facilitam a dispersão, mas, geralmente, reduzem a sua infestação. Neste aspecto, a Figura 4 mostra que os picos de infestação desta praga ocorreram em períodos com ventos de menor intensidade, possivelmente pelo fato de os ventos não terem sido favoráveis ao seu transporte.

Ao submeter o número médio mensal de ácaros observados e as informações das variáveis climáticas à análise de regressão linear pelo Teste “F”, com 0,05 % de probabilidade, o modelo expressou os melhores resultados ao incluir a média mensal da temperatura média de dois meses, antes das datas de avaliação (tmd), e o total mensal de precipitação pluviométrica, em milímetros (p), resultando na equação $\hat{y} = -349,11 + 38,33 \text{ tmd} - 0,86 \text{ p}$, com coeficiente de determinação $R^2 = 0,32$.

A análise de regressão linear com 0,18 % de probabilidade expressou coeficiente de determinação 0,42 e adicionou ao modelo o total mensal de horas de insolação (i) e a média mensal da umidade relativa do ar (u), expressando a equação $\hat{y} = -1.882,59 + 19,17 \text{ tmd} - 0,76 \text{ p} + 3,90 \text{ i} + 15,50 \text{ u}$.

Apesar de existirem outros fatores abióticos e bióticos que interferem diretamente sobre a variação populacional desta praga — e que não foram avaliados neste estudo —, os resultados deste experimento, além de caracterizarem as principais épocas de ocorrência do ácaro *P. oleivora* na região Oeste Catarinense, destacam a interferência de alguns fatores climáticos sobre sua dinâmica populacional e servem também para alertar sobre o incremento populacional desta praga na região.

CONCLUSÕES

- As maiores infestações do ácaro *P. oleivora* em pomares de laranjeiras da variedade ‘Valência’, na região Oeste Catarinense, ocorrem no período de fevereiro a maio.
- Os níveis populacionais do ácaro da falsa-ferrugem em pomares de citros da região Oeste Catarinense permitem enquadrá-lo como sendo uma das pragas “chave” desta cultura.
- Existe correlação positiva entre o nível populacional do ácaro *P. oleivora* e a média mensal de temperatura média de 60 dias antes da data de avaliação.
- Existe correlação negativa entre a população do ácaro *P. oleivora* e a precipitação pluviométrica.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos senhores Genésio Comel e Camilo Donadello, proprietários dos pomares situados em Águas de Chapecó e Chapecó, respectivamente, ao senhor Renato Dittrich a realização e interpretação das análises estatísticas, e aos estudantes Cristiano Lajus, Janaina Meister, Josiane Arsego, Josiane Cortina e Luiz César Souza o auxílio nos levantamentos de campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAETANO, A. A. **Flutuação e controle populacional do ácaro da falsa ferrugem *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead, 1879) na cultura dos citros.** Jaboticabal: Faculdade de Medicina Veterinária e Agronomia, UNESP, 1974. 41p. (Monografia de Graduação).
- CAETANO, A. A.; OLIVEIRA, A. L. O. Flutuação e controle do ácaro da falsa ferrugem *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead, 1879) na cultura dos citros In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 3., **Anais...** Rio de Janeiro: SBF, 1975. p. 247-257.
- CHIARADIA, L. A. Danos e manejo do ácaro da falsa ferrugem dos citros. **Revista Agropecuária Catarinense**, v. 14 , n.1 , p. 5-8, mar., 2001.
- CHIAVEGATO, L. A. Ácaros na cultura dos citros. In: RODRIGUEZ, O.; VIÉGAS, F.; POMPEU JR. J. et al. **Citricultura brasileira**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1991. v.2, p. 601-641.
- COELHO, Y. da; BASSOS, O. S.; CUNHA SOBRINHO, A. P. Épocas de ocorrência do ácaro da “falsa ferrugem” dos citros *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) no estado da Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 3., **Anais...** Rio de Janeiro: SBF, 1975. p. 319-326.
- KOLLER, O. C. **Citricultura: laranja, limão e tangerina.** Porto Alegre: Rigel, 1994. 446p.
- MARTINS, C. M.; MENEZES, A. de O.; GALLEGOS, D. M. N. Flutuação populacional do ácaro da falsa ferrugem (*Phyllocoptruta oleivora* Ashmead, 1879) (Acari, Eriophyidae) em três espécies de *Citrus*, em Londrina, PR. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 17., 1999, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SEB, 1999. v.2, p.1036.
- MORAES, L. A. H. de; PORTO, O. M. de; BRAUN, J. **Pragas de citros.** Porto Alegre: FEPAGRO, 1905. 33p. (Boletim FEPAGRO, 2)
- NASCIMENTO, A. S. do **Pragas dos citros e seu controle.** Cruz das Almas: Embrapa: CNPMF. 41p. 1981. (Boletim de Pesquisa, 1)
- OLIVEIRA, C. A. L. de **Ácaros dos citros.** São Bernardo do Campo: BASF. 1994. 18 p.
- OLIVEIRA, C. A. O. de; SALA, I.; SANTOS JUNIOR, J. E. dos **Ácaro da falsa ferrugem dos citros: resultados de 61 ensaios de campo visando seu controle.** Jaboticabal: FUNEP, 1991. 50p.
- PEDRAZZOLLI, D. S.; PANIZZI, R. C. OLIVEIRA; J. M. dos S. Esclarecimento sobre as reais causas responsáveis pela expressão do sintoma de ‘mancha-graxa’ em folhas cítricas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16., Salvador, 1997. **Resumos...** Salvador: SEB, 1997. p.41.
- PRATES, H. S. Controle ecológico do ácaro da ferrugem – *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead, 1879) Keifer, 1938, praga chave da citricultura. **Informativo Coopercitrus**, Bebedouro, n.72, p.30-34, 1992.
- TIMMER, L. W.; GARNSEY, S. M.; GRAHAM, J. H. **Compendium of citrus diseases.** Minnesota: American Phytopathological Society, 2000. 92p.
- ZUCCHI, A. R., SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O. **Guia de identificação de pragas agrícolas.** Piracicaba: FEALQ. 1993. 139p.

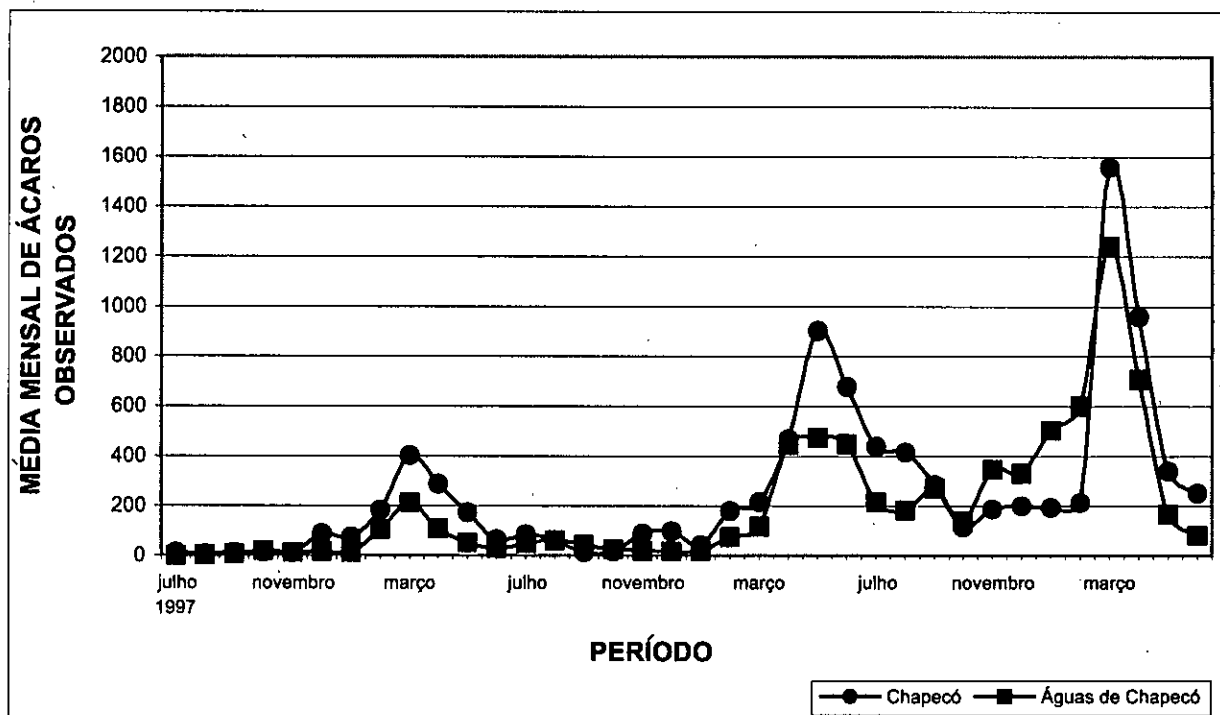


FIGURA 1 - Médias mensais da soma de espécimes do ácaro *Phyllocoptura oleivora* observados sobre porções de 1 cm² de 60 frutos e/ou folhas de citros em inspeções realizadas nos pomares de Águas de Chapecó e Chapecó, SC, no período de julho de 1997 a junho de 2000

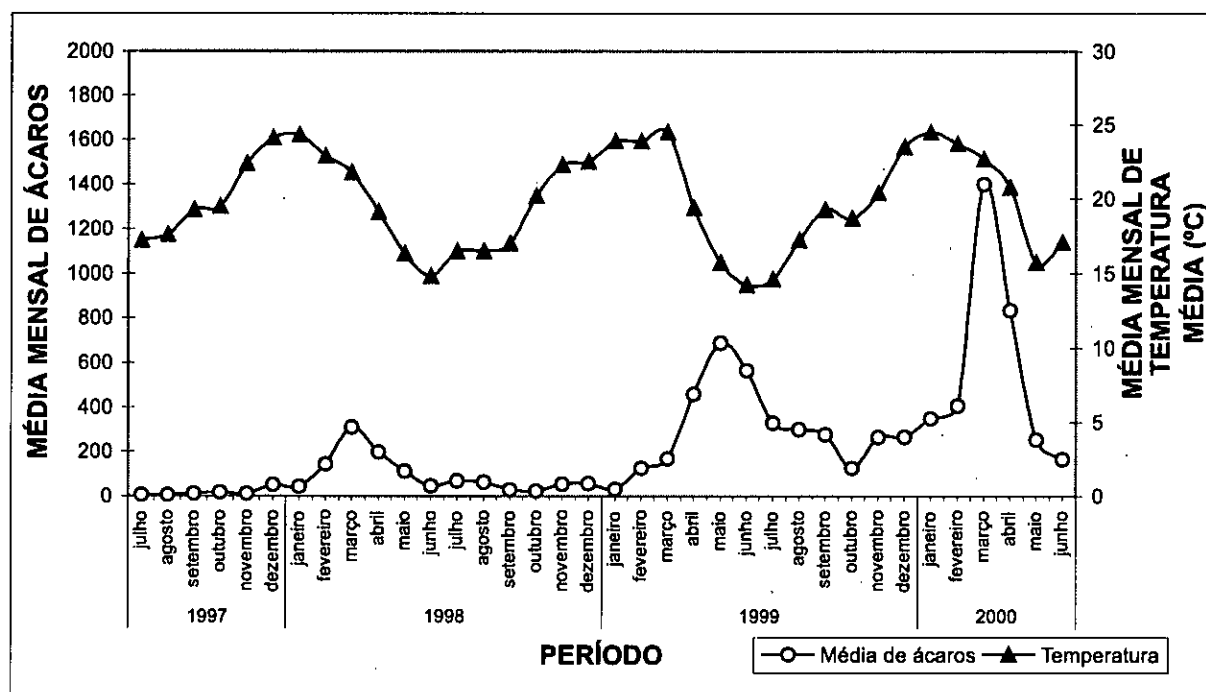


FIGURA 2 - Médias mensais da soma de ácaros *Phyllocoptura oleivora* observados sobre porções de 1 cm² de 60 frutos e/ou folhas de citros em inspeções realizadas nos pomares de Águas de Chapecó e Chapecó, SC, e médias mensais da temperatura média (°C) do período de julho de 1997 a junho de 2000

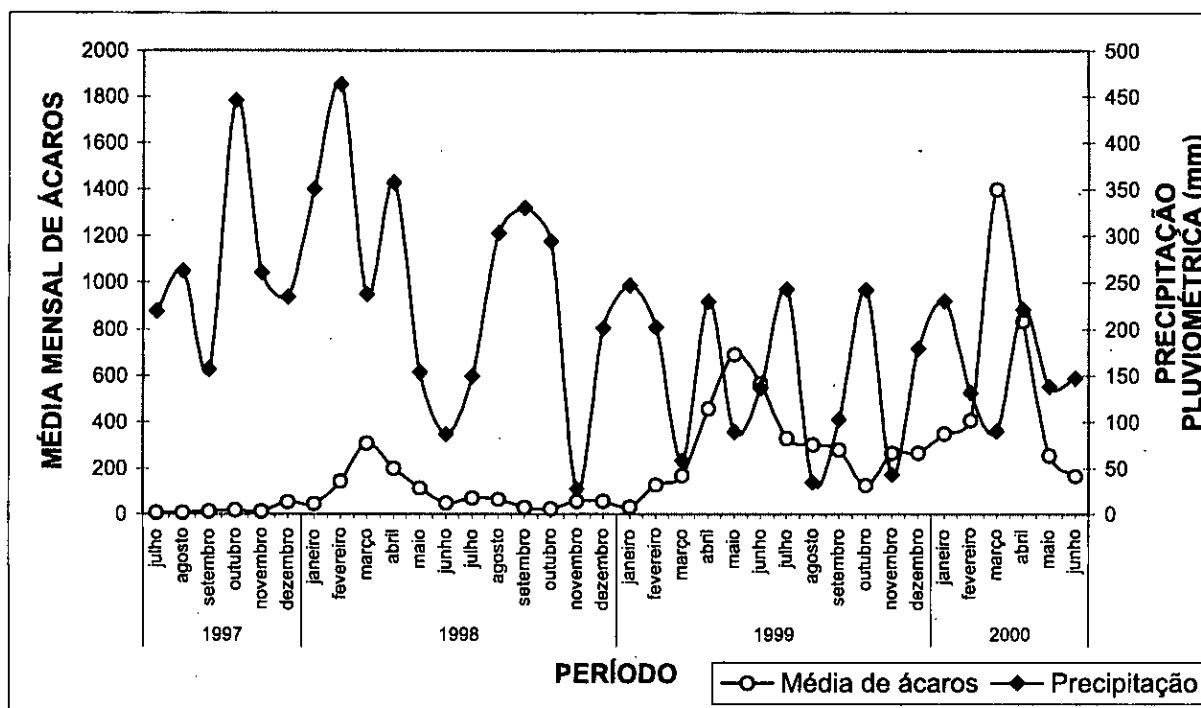


FIGURA 3 - Médias mensais da soma de ácaros *Phyllocoptruta oleivora* observados sobre porções de 1 cm² de 60 frutos e/ou folhas de citros em inspeções realizadas nos pomares de Águas de Chapecó e Chapecó, SC, e total mensal de precipitação pluviométrica (mm) de julho de 1997 a junho de 2000

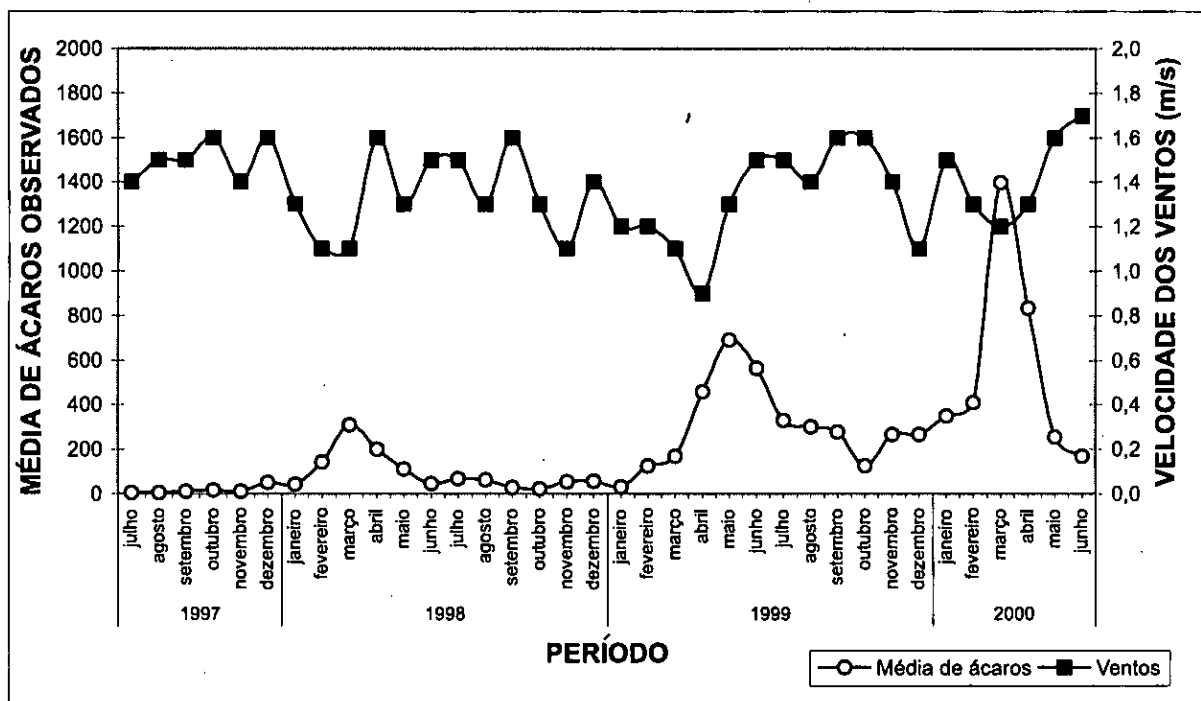


FIGURA 4 - Médias mensais da soma de ácaros *Phyllocoptruta oleivora* observados sobre porções de 1 cm² de 60 frutos e/ou folhas de citros em inspeções realizadas nos pomares de Águas de Chapecó e Chapecó, SC, e velocidades médias mensais dos ventos do período de julho de 1997 a junho de 2000

TABELA 1 - Médias mensais da soma de espécimes de *Phyllocoptruta oleivora* observados sobre porções de 1 cm² de 60 frutos e/ou folhas de citros em inspeções nos pomares de Águas de Chapecó e Chapecó, SC, e dados mensais das variáveis climáticas ocorridas no período de julho de 1997 a junho de 2000.

Mês	Ácaros observados			Temperatura média (°C)			Precipit. pluviom. (mm)	Umidade do ar (%)	Inso-lação (horas)	Ventos (m/s)
	Aguas de Chapecó	Chapecó	Média	Mês	Mês anterior	Dois meses antes				
07/97	1,0	11,5	6,3	17,2	14,4	13,5	219,4	72,4	168,9	1,4
08/97	3,5	7,0	5,3	17,6	17,2	14,4	261,9	68,0	195,4	1,5
09/97	7,5	13,0	10,3	19,3	17,6	17,2	156,9	72,1	154,8	1,5
10/97	21,0	14,5	17,8	19,5	19,3	17,6	446,0	80,2	130,7	1,6
11/97	12,5	9,0	10,8	22,4	19,5	19,3	260,6	77,6	145,0	1,4
12/97	16,5	88,0	52,3	24,1	22,4	19,5	234,1	71,1	212,8	1,6
01/98	14,0	74,0	44,0	24,3	24,1	22,4	350,1	77,8	196,0	1,3
02/98	104,5	183,0	143,8	22,9	24,3	24,1	463,5	82,0	133,0	1,1
03/98	215,0	402,5	308,8	21,8	22,9	24,3	237,2	82,5	156,6	1,1
04/98	110,0	288,5	199,3	19,1	21,8	22,9	357,0	82,7	126,4	1,6
05/98	52,0	173,5	112,8	16,3	19,1	21,8	153,4	81,7	150,0	1,3
06/98	29,0	65,5	47,3	14,8	16,3	19,1	86,7	75,0	159,3	1,5
07/98	49,5	86,5	68,0	16,5	14,8	16,3	149,4	77,3	171,7	1,5
08/98	63,5	63,0	63,3	16,5	16,5	14,8	302,8	82,5	120,5	1,3
09/98	44,0	12,0	28,0	17,0	16,5	16,5	330,2	79,8	123,4	1,6
10/98	27,5	17,5	22,5	20,2	17,0	16,5	294,0	75,7	192,3	1,3
11/98	20,5	88,5	54,5	22,3	20,2	17,0	27,5	62,2	249,6	1,1
12/98	15,0	98,0	56,5	22,5	22,3	20,2	201,2	68,3	239,8	1,4
01/99	20,5	41,5	31,0	23,9	22,5	22,3	247,2	72,7	242,3	1,2
02/99	76,0	179,0	127,5	23,9	23,9	22,5	201,5	78,2	202,3	1,2
03/99	118,0	218,0	168,0	24,5	23,9	23,9	58,2	71,3	225,9	1,1
04/99	447,5	470,0	458,8	19,4	24,5	23,9	229,5	79,3	169,9	0,9
05/99	477,0	903,0	690,0	15,7	19,4	24,5	89,4	77,7	192,2	1,3
06/99	451,5	679,5	565,5	14,2	15,7	19,4	136,3	81,6	131,0	1,5
07/99	217,0	441,5	329,3	14,6	14,2	15,7	243,0	81,7	150,8	1,5
08/99	183,5	418,5	301,0	17,2	14,6	14,2	34,6	59,8	216,6	1,4
09/99	272,0	286,0	279,0	19,3	17,2	14,6	102,5	61,5	183,0	1,6
10/99	136,5	114,5	125,5	18,7	19,3	17,2	242,2	71,8	181,0	1,6
11/99	347,5	186,5	267,0	20,4	18,7	19,3	43,1	60,4	264,1	1,4
12/99	332,0	200,0	266,0	23,5	20,4	18,7	178,7	65,9	229,8	1,1
01/00	505,0	195,0	350,0	24,5	23,5	20,4	230,1	71,1	251,3	1,5
02/00	602,5	215,0	408,8	23,7	24,5	23,5	131,5	74,1	230,1	1,3
03/00	1.242,0	1.557,0	1.399,5	22,7	23,7	24,5	89,9	74,2	227,7	1,2
04/00	710,5	957,5	834,0	20,8	22,7	23,7	221,0	71,5	212,0	1,3
05/00	166,5	341,5	254,0	15,7	20,8	22,7	137,7	77,5	186,9	1,6
06/00	83,5	252,0	167,8	17,1	15,7	20,8	147,3	77,0	126,8	1,7
Média	199,9	259,8	229,8	19,8	19,7	19,7	202,7	74,3	195,2	1,4

SEÇÃO: RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS

MORTALIDADE, SOBREVIVÊNCIA E LONGEVIDADE DE *Geophagus brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1824) NO AÇUDE ÁGUAS BELAS (VIAMÃO, RS, BRASIL) (TELEOSTEI, CICHLIDAE)

GIL ORTIZ SANTOS ¹

RESUMO - O estudo da mortalidade de *Geophagus brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1824) no açude Águas Belas, município de Viamão, RS foi baseado em coletas quinzenais realizadas entre setembro/1995 e agosto/1996, com o emprego de rede de arrasto de praia (picaré) e de tarrafa, ambas com malhagem de 0,5 cm entre nós adjacentes. Considerou-se a mortalidade total (Z) como sendo de mesmo valor que a mortalidade natural (M), já que não há nenhum esforço de pesca sobre a espécie, obtendo-se $Z = 54\%$. A sobrevivência (S) foi estimada em 46% . A longevidade foi de 10,34 anos para as fêmeas e de 9,37 anos para os machos. Os parâmetros da curva de crescimento das fêmeas foram: $L_{inf} = 18,54$; $k = 0,29$ e $t_0 = 1,15$.

Palavras-chave: *Geophagus*, cichlidae, cará, dinâmica populacional.

MORTALITY, SURVIVAL AND LONGEVITY OF *Geophagus brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1824) AT ÁGUAS BELAS RESERVOIR (VIAMÃO, RS, BRAZIL) (TELEOSTEI, CICHLIDAE)

ABSTRACT - The study of mortality of *Geophagus brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1824) was made at the Águas Belas reservoir (Viamão, RS, Brazil). The samples were taken fortnightly from September / 1995 to August/1996. The animals were captured using a beach seine and a circular fishing net, both with 5 mm mesh size. The total mortality (Z) and the natural mortality (M) rates were the same, since there is no fishing over the population in the reservoir. The Z rate was 54% and the survival one was 46%. Longevity was 10, 34 (females) and 9,37 (males) years. The female length curve parameters were: $L_{inf} = 18.54$; $K = 0.29$ and $t_0 = 1.15$.

Key words: *Geophagus*, cichlidae, cará, population dynamics.

¹ Biólogo, MSc., Equipe de Aquacultura e Pesca, FEPAGRO, Rua Gonçalves Dias, 570, 90130-060, Porto Alegre, RS, Brasil, gsantos@fepagro.rs.gov.br
Recebido para publicação em 25-05-2001.

INTRODUÇÃO

Geophagus brasiliensis (Quoy & Gaimard, 1824), vulgarmente conhecido como cará ou acará, é um peixe que ocupa ambientes aquáticos lênticos de rios, lagoas e represas. Seu nome deriva do tupi-guarani, significando “peixe áspero” (GUIMARÃES, 1938). BUCKUP e REIS (1985) indicam-no como o ciclídeo mais comum dentre os encontrados à venda nos mercados de peixe do Rio Grande do Sul. De 1980 a 1984, o extinto Departamento de Pesca da Secretaria Estadual da Agricultura produziu 106.910 alevinos da espécie, os quais foram distribuídos a interessados. A produção foi suspensa, contudo, por não se dispor de pesquisa científica que pudesse dar suporte aos cultivos, como crescimento e época de reprodução (LUCENA e SANTOS, 1984).

Estudos sobre o crescimento de *Geophagus brasiliensis* foram efetuados por BARBIERI (1974; 1975) na represa do Lobo (SP) e por FONTOURA e SANTOS (dados não publicados) em águas do município de Viamão (RS). Nestes trabalhos foram apresentadas as curvas de crescimento em comprimento e peso para ambos os sexos, além da relação peso-comprimento.

Ainda para o estado do Rio Grande do Sul, MARDINI (1983) determinou um tamanho médio de 28 mm para larvas com 35 dias de vida. Já LUCENA (1984) estimou um tamanho máximo de 300 mm para a espécie no Rio Grande do Sul. Por outro lado, HARTZ (1999), NOMURA e CARVALHO (1972), BARBIERI (1974), LUCENA (1984), WIMBERGER (1992) e SANTOS e FONTOURA (2000) investigaram a reprodução e alimentação da espécie.

O presente trabalho pretende estimar as taxas de mortalidade e sobrevivência, bem como a longevidade da espécie no açude Águas Belas, município de Viamão. E, juntamente com outros dois que o precederam — (SANTOS e FONTOURA, 2000) e (FONTOURA e SANTOS, a sair em “Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS”) — quer dar, pela primeira vez, uma visão da dinâmica populacional da espécie para águas do estado do Rio Grande do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

Os peixes (460 fêmeas) foram capturados de setembro/1995 a agosto/1996 por meio de tarrafa e rede de arrasto de praia (picaré), ambas com 0,5 cm entre nós adjacentes, em coletas quinzenais. A temperatura da água, neste período, variou de 14,6 a 26,8 °C.

A curva de crescimento das fêmeas foi calculada de acordo com o método usual (BERTALANFFY, 1938), a partir da determinação de grupos etários obtidos pelo número de anéis que os peixes portavam em suas escamas.

O tamanho de primeira maturação gonadal (L_{50}), elemento chave para cálculo das mortalidades natural e total, foi determinado através da frequência de fêmeas nos estádios em maturação e maduro (VAZZOLER, 1996) por intervalo de classes de comprimento total. Aos dados obtidos foi ajustada a seguinte função logística (DAVIDSON, 1944):

$P = 1 / (1 + e^{a+b \cdot L})$, em que P é a proporção de fêmeas ovadas por classes de comprimento total; L é o ponto médio de cada intervalo de classe de comprimento total; a e b são parâmetros da equação. Estes parâmetros foram determinados através da linearização da função anterior:

$-\ln((1/P) - 1) = a + b \cdot L$, em que $L_{50} = -a/b$, sendo a e b os mesmos parâmetros da equação anterior.

Para efeitos comparativos, os dados obtidos pelas metodologias citadas foram submetidos ao preconizado em BERVIAN e FONTOURA (1994), também para obtenção do tamanho de primeira maturação sexual. A idade em que as fêmeas maturam sexualmente pela primeira vez foi obtida visualizando-se a curva de crescimento em comprimento total das fêmeas, mais exatamente no ponto da curva referente ao tamanho de primeira maturação, projetado contra o eixo das abscissas (eixo dos x ou da idade).

As mortalidades total e natural foram estimadas segundo o exposto em BOTHA (1986). A mortalidade total foi considerada como sendo igual à natural, já que Z (mortalidade total) = MN + F (mortalidade pela pesca). Não havendo pes-

ca, pode-se supor que $Z = MN$ (mortalidade natural). A mortalidade natural foi estabelecida conforme a fórmula:

$$MN = (1,521 / X^{0,72}) - 0,155, \text{ sendo:}$$

MN = mortalidade natural;

X = idade relativa da 1ª maturação sexual.

A sobrevivência e a longevidade da espécie foram obtidas também através da metodologia preconizada em PAULY (1983):

Sobrevivência:

$$S = e^{-Z}, \text{ sendo:}$$

S = sobrevivência

Z = taxa de mortalidade total

e = exponencial

A longevidade foi calculada por meio de :

$$L = 3 / k, \text{ sendo:}$$

L = longevidade

k = taxa de crescimento da espécie (parâmetro da equação de BERTALANFFY).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A observação dos anéis etários presentes nas escamas evidenciaram a formação de quatro grupos etários cujos comprimentos médios foram os pontos por onde passa a curva de crescimento em comprimento total das fêmeas:

x	Yobs.	Ycalc.
0,5	7,74	7,08087
1,5	10,07	10,1741
2,5	12,22	12,1971
3,5	13,84	13,8257
4,5	15,03	15,1367

A expressão matemática da equação de crescimento para as fêmeas foi:

$$Lt = 18,54 (1 - e^{(-0,29 (t + 1,15))})$$

O comprimento de primeira maturação sexual para as fêmeas, segundo VAZZOLER (1996) e DAVIDSON (1944), da mesma forma que BERVIAN e FONTOURA (1994), foi indicado como estando entre 8 e 9 cm (Figuras 1 e 2). A curva de crescimento em comprimento total para as fêmeas do mesmo açude informa que, ao atingirem este comprimento, elas estão com a idade média de 2 anos (Figura 3).

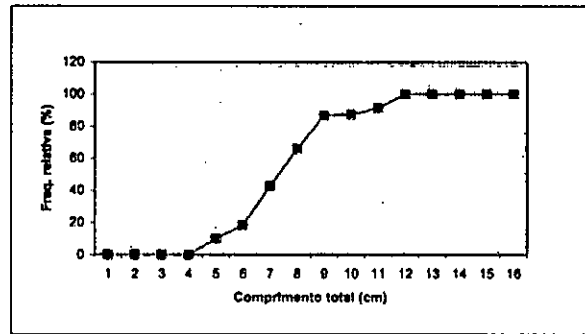


FIGURA 1 - Frequência relativa de fêmeas do *Geophagus brasiliensis* nos estágios em maturação e maduro

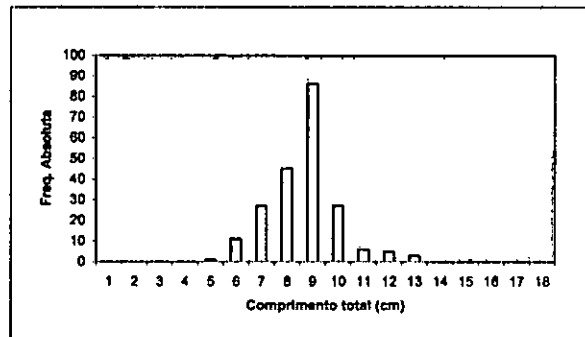


FIGURA 2 - Frequência absoluta de fêmeas do *Geophagus brasiliensis* nos estágios em maturação e maduro

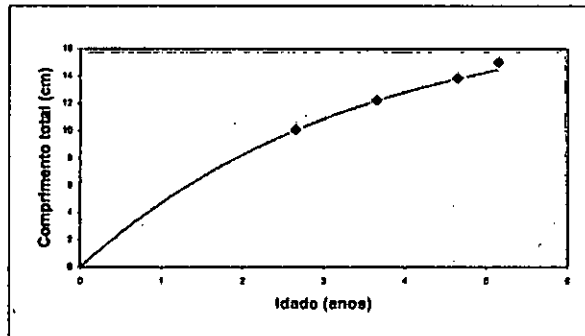


FIGURA 3 - Curva de crescimento em comprimento total para fêmeas do *Geophagus brasiliensis*

Sabendo-se a idade de primeira maturação sexual das fêmeas, pode-se, então, calcular a mortalidade natural (M):

$$M = (1,521 / 2^{0,72}) - 0,155,$$

tendo como resultado o valor de 0,76. Como $Z = MN$, já que não há exploração de pesca sobre a população, pode-se obter, também, a taxa de sobrevivência da espécie a partir de

$$Z = e^{-0,76},$$

que indicou o valor de 46 % como sobrevivên-

cia anual. Como a mortalidade anual é o complemento da sobrevivência, estabeleceu-se para aquele parâmetro o valor de 54 %.

A longevidade da população de *G. brasiliensis* no açude Águas Belas foi determinada pelas seguintes equações:

$$L(\text{fêmeas}) = 3 / 0,29$$

$$L(\text{machos}) = 3 / 0,32,$$

obtendo-se os valores de 10,34 anos para fêmeas e de 9,37 anos para machos. Por não existirem relatos na literatura científica para *Geophagus brasiliensis* sobre os parâmetros aqui estudados,

fica inviabilizada qualquer discussão a respeito. Ficam, pois, os dados aqui obtidos como elementos para futuras discussões com outros trabalhos na área.

CONCLUSÕES

1 – A mortalidade natural é igual à mortalidade total e corresponde a 0,760.

2 – A taxa de sobrevivência anual corresponde a 46 %, sendo a de mortalidade igual a 54 %.

3 – A longevidade dos machos da espécie é de 9,37 anos, sendo a das fêmeas de 10,34 anos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- BARBIERI, G. **Crescimento de *Geophagus brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1824) na represa do Lobo (SP)**. Dissertação (Mestrado), Instituto de Biociências, Universidade São Paulo, São Paulo, 1974, 111 p.
- BARBIERI, G. **Sobre o crescimento relativo de *Geophagus brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1824) na represa do Lobo (SP)**. Tese (Doutorado). Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1975, 135 p.
- BERVIAN, G.; FONTOURA N.F. Dinâmica populacional da ictiofauna da lagoa Fortaleza, Cidreira, RS. III- *Corydoras paleatus* (Jenyns, 1842) (Teleostei, Callichthyidae). **Biociências**, Porto Alegre, v. 2, n.2, p.15-23, 1994.
- BOTHA, L. Reproduction, sex ratio and rate of natural mortality of cape hakes *Merluccius capensis* and *M. paradoxus* in the cape of Good Hope Area. **South african Journal of Marine Sciences**, Capetown, v. 4, p. 23-35, 1986.
- BUCKUP, P.; REIS R. Conheça nossos peixes – I. **Natureza em Revista**, Porto Alegre, n.10, p. 22-29, 1985.
- GUIMARÃES, J.R.A. O acará "*Geophagus brasiliensis*", Quoy & Gaimard, 1824. Congresso Nacional de Pesca, v. 1, p. 263-276, 1938.
- HARTZ, S. **Alimentação e estrutura da comunidade de peixes da Lagoa Caconde, litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil**. Tese (Doutorado), Centro de Ciências biológicas, UFSCar, São Carlos, 1997. 282p.
- LUCENA, C.A.S.; G.O.SANTOS. Produção de alevinos no Departamento de Pesca e algumas considerações sobre sua metodologia de distribuição. **Relatório Interno do Departamento de Pesca**, v. 2, n.3, 1984. p. 1-16.
- LUCENA, C.A.S. Considerações preliminares sobre o crescimento de *Geophagus brasiliensis* em açude. (Pisces-Cichlidae), **Trigo & Soja**, Porto Alegre, n. 72, p. 19-18, 1984.
- MARDINI, C.V. **Desova em confinamento do cará-manteiga, *Geophagus brasiliensis* e comentários sobre a espécie**. Porto Alegre: Departamento de Pesca, Secretaria da Agricultura do RS, 1983. 8 p.
- NOMURA, H.; CARVALHO, S.C. Biologia e número de rastros do acará, *Geophagus brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1824). **Revista Brasileira de Biologia**, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 169-176, 1972.
- PAULY, D. **Some simple methods for the assessment of tropical fish stocks**. Roma: FAO, 1983. (Fisheries Technical Paper n. 234, 52 p., 1983.)
- SANTOS, G.O.; FONTOURA, N.F. Dinâmica reprodutiva de *Geophagus brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1824) no açude Águas Belas, Viamão, RS, Brasil (TELEOSTEI:CICHLIDAE). **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 6, n.1, p. 131-144, 2000.
- WIMBERGER, P.H. Plasticity of fish body shape. The effects of diet development, family and age in two species of *Geophagus* (Pisces:Cichlidae). **Biological Journal of Linnean Society**, Londres, v. 45, p. 197-218, 1992.

SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DE LEVEDURA DE CANA POR FARELO DE SOJA NA ALIMENTAÇÃO DE LARVAS DE PIAVUÇU *Leporinus macrocephalus*

JOÃO RADÜNZ NETO¹, JOSÉ FERNANDO BIBIANO MELO², CARLOS GUILHERME TROMBETTA³ e TANISE DOS SANTOS MEDEIROS⁴

RESUMO – Neste trabalho, objetivou-se avaliar o efeito da substituição de levedura de cana por farelo de soja e a influência do uso de alimento vivo na criação de larvas de piavuçu. Foram testadas diferentes formulações preparadas com fígado de frango e levedura de cana, sendo esta substituída parcialmente por farelo de soja na proporção de 0 (T1), 25 (T2) e 50 % (T3), e testando-se, no tratamento T4, a mesma ração do T1 com a adição de alimento vivo (náuplius de *Artemia franciscana*), utilizando-se um delineamento inteiramente casualizado com 4 tratamentos e 4 repetições, sendo feitas duas comparações: T1 x T4 e T1 x T2 x T3. De acordo com os dados obtidos, concluiu-se que a alimentação artificial sem o uso de alimento natural promoveu uma maior sobrevivência, e que a substituição da levedura de cana por farelo de soja até o nível de 50 % não prejudicou o crescimento das larvas.

Palavras-chaves: Alimento artificial, larva, *Leporinus*, larvicultura

SOYBEAN MEAL AS A PARTIAL SUBSTITUTE FOR MOLASSE YEAST IN THE FEEDING OF PIAVUÇU *Leporinus macrocephalus* LARVAE

ABSTRACT - The experiment was conducted to evaluate natural and artificial feeding for piavuçu larvae. Different formulations with raw chicken liver and molasse yeast were tested, but soybean meal was used as a partial substitute for molasse yeast at the proportions of 0 % for Treatment 1 (T1), 25 % for T2, and 50% for T3. Also, a fourth treatment (T4) was tested, using T1 plus natural food (*Artemia franciscana nauplii*). The four treatments and four repetitions were arranged in a completely randomized design. According to the obtained data, we concluded that artificial feeding introduced better results, and the use of soybean meal up to the level of 50 % did jeopardize the larvae growth.

Key words: Artificial feed, larvae, *Leporinus*, fry rearing

¹ Eng. Agr., Dr., bolsista do CNPq, Prof. do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil, radunz@ccr.ufsm.br

² Zoot., aluno do curso de Mestrado em Zootecnia, UFSM, bolsista do CNPq

³ Zoot., aluno do curso de Mestrado em Zootecnia, UFSM

⁴ Aluna do curso de Graduação em Zootecnia, UFSM

Recebido para publicação em 05-04-2000.

INTRODUÇÃO

Os primeiros dias de vida após a absorção do saco vitelino são os mais críticos para a sobrevivência de larvas de peixe. Nesta fase, as exigências nutricionais são elevadas, e a dieta deve ser palatável e digestível.

Estudos sobre uso de dieta artificial na alimentação de larvas é relativamente recente e restrito a poucas espécies de peixes de água doce. A dieta artificial mostra-se adequada para a produção em grande quantidade com economia e praticidade (KERDCHUEN e LEGENDRE, 1994). O alimento artificial permite um melhor controle de qualidade durante o processo de fabricação, podendo ser elaborado em larga escala, apresentando facilidade de armazenamento e proporcionando, com isto, uma distribuição regular e garantida ao longo do ciclo de criação (UYS e HECHT, 1985). A sua utilização garante maior regularidade na produção, contribuindo para minimizar o risco de poluição e introdução de patógenos na água, tornando-se mais propício do que o uso de alimento natural. A dieta artificial permite, ainda, a utilização de alimentadores automáticos, o que facilita uma maior produção com redução dos custos na criação (BERGOT e KESTEMONT, 1995).

A alimentação de larvas de jundiá com rações secas preparadas com fígados, bovino ou de aves, e levedura tem permitido bons índices de sobrevivência e crescimento, conforme trabalho realizado por CARDOSO (1998). Já BEHR et al. (1998) verificaram que a suplementação alimentar de larvas de jundiá (*Rhamdia quelen*) com náuplius de *Artemia franciscana*, durante os primeiros 3 ou 7 dias de vida dos peixes, possibilitou maior sobrevivência e melhores taxas de crescimento — se comparados àqueles que só receberam ração. Assim, no presente trabalho, objetivou-se avaliar o efeito da substituição de levedura de cana por farelo de soja (devido à sua maior disponibilidade regional e à menor variação protéica desta matéria-prima), em rações granuladas preparadas com fígado de frango, bem como a influência do uso de alimento vivo na criação de larvas de piavuçu.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no Setor de Piscicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria, no período de 25/01/99 a 14/02/99, com duração de 21 dias. A composição básica dos tratamentos encontra-se na Tabela 1.

TABELA 1 - Composição das rações experimentais testadas para as larvas de piavuçu *Leporinus macrocephalus* (valores em percentagem)

Ingredientes	T1	T2	T3	T4*
Fígado de frango (MS)	30	30	30	30
Levedura de cana	57	42,75	28,5	57
Farelo de soja	-	14,25	28,5	-
Quirela de arroz	8	8	8	8
Lecitina de soja	2	2	2	2
Premix vitamínico	2	2	2	2
Premix mineral	1	1	1	1

* Ração experimental igual a T1 + náuplios de *Artemia franciscana* durante 5 dias

As proporções da substituição de levedura por farelo de soja testadas foram: T1= 0 % de levedura; T2= 25 %; T3= 50 %. No T4, as larvas receberam a mesma ração do T1 mais náuplius de *Artemia franciscana* nos primeiros 5 dias.

Na preparação dos alimentos, a fração de fígado de frango cru foi previamente moída e misturada aos demais ingredientes peneirados (fração menor que 75 micras), peletizados, secos em estufa (40 °C por 48 horas), moídos e peneirados novamente. Os alimentos testados foram oferecidos em

granulometrias de 100 a 200, 200 a 400 e 400 a 600 micras nas três semanas experimentais, respectivamente, baseados em RADÜNZ NETO (1993), para larvas de carpa, e em CARDOSO (1998), para larvas de jundiá. Os alimentos foram fornecidos por alimentador automático a cada 30 minutos, entre as 8:00 e 20:00 horas, conforme ULLANA (1997).

A preparação de náuplius de artêmia foi realizada através da incubação de cistos em solução salina (15 g cloreto de sódio por litro d'água) a 26 °C, e sua distribuição às larvas de piavuçu foi realizada à

vontade, duas vezes ao dia. Foram utilizadas 3200 larvas de piavuçu, sendo distribuídas 200 larvas por unidade experimental num sistema de criação de larvas com recirculação d'água, termorregulada, e que é acoplado a um biofiltro, proposto por CHARLON e BERGOT (1984). Cada unidade experimental era constituída de dois recipientes: um interno, com dimensão de 33 x 19 x 10 cm, de formato retangular, possuindo uma abertura provida de tela de 300 micras, permitindo a renovação de água; e outro externo, com dimensão de 34 x 23 x 11 cm, de mesmo formato, com um dreno lateral permitindo manter o nível da água da bacia interna. A água utilizada no sistema de criação era proveniente de um poço artesiano, sendo que a vazão utilizada nas unidades experimentais foi de 0,15 l/min na primeira, 0,25 l/min na segunda e 0,40 l/min na terceira semana experimental.

Os parâmetros avaliados no trabalho foram a taxa de sobrevivência (número de peixes sobreviventes, aos 21 dias, expressa em percentagem), peso médio (peso total dos sobreviventes dividido pelo número de peixes vivos, aos 21 dias), comprimentos total e padrão (tomados sobre uma amostra de 10 peixes/ repetição aos 7, 14 e 21 dias) e índice do

produto peso versus sobrevivência (P x S).

Para avaliar os dados do experimento, foi realizada uma análise estatística separada, comparando o tratamento T1 com o T4, isto é, dieta seca com dieta seca, mais o uso de alimento natural. Outra análise foi feita em relação aos T1, T2, e T3, na qual foi avaliada somente a substituição da levedura por farelo de soja nos níveis de 0, 25 e 50 %. O delineamento foi inteiramente casualizado nas duas análises, tendo-se 2 tratamentos e 4 repetições, na primeira análise, e 3 tratamentos e 4 repetições, na segunda análise.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sobrevivência e desempenho

Ao avaliar o efeito da suplementação com náuplius de artêmia nos resultados de peso, sobrevivência final e peso x sobrevivência das larvas de piavuçu (Tabela 2), verifica-se um aumento significativo ($P < 0,05$) do peso médio no tratamento T4, porém altamente negativo na sobrevivência final (5 %).

TABELA 2 - Peso médio (PM), sobrevivência final (Sob) e produto peso versus sobrevivência (P x S) obtidos com larvas de piavuçu *Leporinus macrocephalus* aos 21 dias

Variáveis	Tratamentos		CV %
	T1	T4	
PM (mg)	40,03 ^b	89,43 ^a	8,71
Sob (%)	45,00 ^a	5,00 ^b	26,48
P x S	18,01 ^a	4,46 ^b	17,72

Variáveis	Tratamentos			CV %
	T1	T2	T3	
PM (mg)	40,03 ^a	36,05 ^a	33,13 ^a	18,34
Sob (%)	45,00 ^a	49,50 ^a	49,25 ^a	17,12
P x S	18,01 ^a	17,84 ^a	16,31 ^a	23,22

Médias seguidas por letras diferentes, na linha, apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Ao contrário deste trabalho, BEHR et al. (1998) observaram efeitos positivos da suplementação com artêmia na larvicultura do jundiá. Resultados inferiores aos dos tratamentos T1, T2 e T3 foram encontrados por FONTINELLI (1997), com valores de sobrevivência entre 5,92 % e 23,70 %, utilizando rações com 24 % de inclusão de concentrado protéico de soja, suplementados com diferentes níveis de aminoácidos sintéticos, para larvas de jundiá *Rhamdia quelen*, aos 21 dias.

Também ESCAFFRE e KAUSHIK (1995) encontraram baixos valores de sobrevivência

quando da incorporação do concentrado protéico de soja para larvas de carpa comum, obtendo sobrevivência de 15 a 45 %. Nos tratamentos T1, T2 e T3, não houve diferença significativa ($P > 0,05$) para peso, comprimento total e padrão, sobrevivência e peso versus sobrevivência. Desta forma, a substituição parcial da levedura por farelo de soja na proporção de 25 ou 50 % não afetou o desenvolvimento nem a sobrevivência das larvas de piavuçu *Leporinus macrocephalus*. No tratamento T4, a suspensão do fornecimento de náuplius de artêmia, após 5 dias, alterou o

comportamento das larvas, induzindo ao canibalismo e reduzindo drasticamente a sobrevivência final neste tratamento.

Resultados superiores foram encontrados por HOGENDOORN (1980), que avaliou o efeito de alimentação natural ou artificial em larvas de *Clarias lazera*, durante os primeiros 28 dias de vida, testando os seguintes tratamentos: ração inicial para trutas (45 % PB) — artêmia, durante 1, 2 e 3 semanas. Após, ofereceu-se a mesma ração inicial e um alimento seco experimental, obtendo-se taxas de sobrevivência de 10, 67, 73, 87 e 0 % e peso médio final de 172, 501, 455, 485 mg, respectivamente, nos tratamentos testados.

DIAS et al. (1988) enfatizam, também, que a utilização de microorganismos-alimentos se impõe para aumentar a taxa de sobrevivência e reduzir custos da alimentação de formas jovens. O fator limitante é a capacidade para a produção em massa de fito e zooplâncton. Estes autores testaram a eficiência de alimento natural (A) versus artificial (B) e a mistura de ambas (C), encontrando, aos 45 dias experimentais, valores de 12, 15,4 e 14,2 mg de peso médio e taxas de sobrevivência de 48,1, 59,7 e 46,7%, respectivamente, para os tratamentos A, B e C, em larvas de pacu *Colossoma mitrei*, sendo os resultados de sobrevivência próximos aos obtidos neste experimento para os tratamentos sem suplementação com alimento vivo.

ALAMI-DURANTE et al. (1991) obtiveram resultado superior em sobrevivência (95 %) aos 21 dias, trabalhando com larvas de carpa comum, com dieta contendo 59 % de levedura e 41 % de fígado bovino. Já PIAIA (1996) obteve um índice de

sobrevivência igual a 84,7 % com larvas de jundiá, no mesmo período, testando alimento com 30 % de fígado bovino e 60 % de levedura de cana. Também FONTINELLI (1997) encontrou 84,4 % de sobrevivência final com larvas de jundiá, fornecendo uma ração com 24 % de fígado e 59,6 % de levedura de cana.

Em relação a peso médio, SZLAMINSKA et al. (1990) obtiveram um valor de 262 mg, alimentando larvas de carpa comum com dieta à base de levedura e fígado bovino durante 21 dias. Já com larvas de jundiá, ULIANA (1997) encontrou resultado superior (184,89 mg) com dieta de fígado bovino + levedura, e SANTOS et al. (1988) alimentaram larvas de *Rhamdia sapo* com fígado, até o 6º dia, com fígado + ração, do 7º ao 16º dia, e somente com ração, até os 30 dias de experimento, obtendo um peso médio individual de 23,33 mg.

Peso x sobrevivência

O peso x sobrevivência não apresentou diferença significativa em relação aos tratamentos T1, T2 e T3 (Tabela 2). Entre os tratamentos T1 e T4, o peso x sobrevivência apresentou diferença significativa ($P < 0,05$), sendo que o T1 apresentou valor superior, igual a 17,7. SZLAMINSKA et al. (1990) testaram dietas com 50 % de levedura e 30 % de fígado bovino sobre o desempenho de larvas de carpa comum (até os 21 dias de idade) e obtiveram um índice do peso x sobrevivência igual a 24,0. Com adição de 5 % de óleo de fígado de bacalhau, este valor foi de 15,1; sendo, portanto, semelhante aos resultados de T1, T2 e T3 deste experimento.

TABELA 3 - Comprimentos total (CT) e padrão (CP) das larvas de piavuçu, expressos em mm, obtidos aos 7, 14 e 21 dias experimentais

Variáveis	Períodos	Tratamentos			
		T1	T4	CV %	
CT	7	6,96 ^b	7,98 ^a	11,52	
	14	9,61 ^b	11,35 ^a	17,50	
	21	12,51 ^b	17,19 ^a	17,46	
CP	7	6,41 ^b	7,38 ^a	11,77	
	14	8,49 ^b	9,84 ^a	17,92	
	21	11,14 ^b	14,78 ^a	16,58	
	Períodos	T1	T2	T3	CV%
CT	7	6,95 ^a	7,12 ^a	6,78 ^a	13,72
	14	9,61 ^a	9,93 ^a	9,64 ^a	16,89
	21	12,51 ^a	14,16 ^a	13,60 ^a	17,92
CP	7	6,41 ^a	6,60 ^a	6,25 ^a	14,27
	14	8,49 ^a	8,69 ^a	8,55 ^a	16,62
	21	11,14 ^a	12,25 ^a	11,92 ^a	17,34

Médias seguidas de letras iguais, na mesma linha, não apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Também RADÜNZ NETO (1993), trabalhando com larvas de *Carassius auratus*, durante 28 dias, utilizando como ingredientes principais da ração hidrolisado de caseína (30 %) e levedura (20 %), obteve resultado superior de peso x sobrevivência (valor de 91). LEGENDRE et al. (1995), trabalhando com larvas de bagre africano, durante 15 dias, alimentadas com ração contendo 50 % de levedura, 30 % de fígado e 7,5 % de óleo de fígado de bacalhau, obtiveram valor de 24,5 para produto peso versus sobrevivência, e, quando alimentadas com artêmia, este valor foi de 33,2.

Crescimento

O crescimento das larvas apresentou diferença significativa entre os tratamentos T1 e T4 (Tabela 3), sendo que a suplementação com náuplius de artêmia possibilitou maior comprimento total (17,1mm) aos 21 dias. CARDOSO (1998) encontrou resultados semelhantes (17,4 mm de comprimento total aos 21 dias) com larvas de jundiá alimentadas com rações secas preparadas com fígado de frango cru.

DABROWSKI et al. (1983), alimentando larvas de carpa comum, por até 28 dias, com dieta seca, tendo como fontes principais de proteína a levedura e a farinha de peixe, obtiveram 13,3 mm de comprimento total. Já ESCAFFRE et al. (1997), utilizando larvas de carpa comum, testaram uma

dieta formulada com 56,5 % de levedura e 28,5 % de fígado bovino, obtendo peixes com comprimento total de 17,5 mm, aos 21 dias de experimento. DIAS et al. (1988), utilizando alimentação artificial para larvas de pacu, com uma ração balanceada contendo 44 % de proteína bruta e tendo como principais constituintes levedura, farinha de peixe, farelo de milho, leite em pó, farelo de arroz desengordurado e concentrado protéico de soja, obtiveram comprimento total de 14,2 mm em 45 dias.

CONCLUSÕES

O alimento preparado com fígado de frango e levedura de cana é bem aceito pelas larvas de piavuçu *Leporinus macrocephalus*. A substituição de levedura de cana por farelo de soja até o nível de 50 % na ração é viável, não prejudicando a sobrevivência nem o desenvolvimento das larvas. O uso de alimento natural nos 5 primeiros dias de criação implica a incidência de canibalismo entre as larvas de piavuçu.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Piscicultura Andriguetto, Ajuricaba, RS, a doação das larvas de piavuçu utilizadas neste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALAMI-DURANTE, H.; CHARLON, N.; ESCAFFRE, A. M.; BERGOT, P. Supplementation of artificial diets for common carp (*Cyprinus carpio* L.) larvae. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 3, n. 26, p. 167-175, 1991.
- BEHR E. R.; RADÜNZ NETO J.; TRONCO A. P. Efeito do tempo e da forma de suplementação alimentar com *Artémia franciscana*, sobre a sobrevivência e o crescimento de larvas de jundiá, *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824) (PISCES: PIMELODIDAE). In: JORNADA ACADÊMICA INTEGRADA - UFSM, RS, 13., 1998, Santa Maria. *Anais...* Santa Maria: UFSM, 1998. p. 314.
- BERGOT, P.; KESTEMONT, P. L'alimentation artificielle des larves de carpe. In: BILLARD, R. *Les carpes: biologie et élevage*. Paris: INRA, 1995. p. 164-168. (Collection Hydrobiologie et Aquaculture).
- CARDOSO, A. P. Criação de larvas de jundiá (*Rhamdia quelen*) alimentadas com rações contendo fígados ou hidrolisados. Santa Maria: UFSM, 1998. 68 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria, 1998.
- CHARLON, N.; BERGOT, P. Rearing system for feeding fish larvae on dry diets. Trial with carp *Cyprinus carpio* larvae. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 41, p. 1-9, 1984.
- DABROWSKI, K.; BARDEGA, R.; PRZDWOJSKI, R. Dry diet formulation study with common carp (*Cyprinus carpio* L.) larvae. *Zeitschrift fur Tierphysiologie, Tierernährung und Futtermittelkunde*, Berlin, v.50, p.40-52 1983.
- DIAS, T. C. R.; CASTAGNOLLI, N.; CARNEIRO, D. J. Alimentação de larvas de pacu (*Colossoma mitrei* BERG, 1895) com dietas naturais artificiais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 5., 1988. Florianópolis. *Anais...* Florianópolis: ABRAq, 1988. p. 500-504.
- ESCAFFRE, A. M.; INFAN'RE, J. L. Z.; CAHU, C. L.; MABRINI, M.; BERGOT, P.; KAUSHIK, S.J. Nutritional value of soy protein concentrate for larvae of common carp (*Cyprinus carpio*) based on growth performance and digestive enzyme activities. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 29, n. 153, p. 63-80, 1997.
- ESCAFFRE, A. M.; KAUSHIK, S. J. Survival and growth of first-feeding common carp larvae fed artificial diets containing soybean protein concentrate. *Aquaculture/Abstracts*, Amsterdam, v.7, n. 129, p. 253, 1995.
- FONTINELLI, E. Efeito do uso de concentrado protéico de soja com e sem suplementação de aminoácidos, sobre o crescimento e sobrevivência de larvas de jundiá (*Rhamdia quelen*). Santa Maria: UFSM, 1997. 38 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria, 1997.
- HOGENDOORN H. Controlled propagation of the african catfish, *Clarias lazera* (C. & V.) III. Feeding and growth of fry. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 56, n. 21. p. 233-241, 1980.
- KERDCHUEN, N., LEGENDRE, M. Larval of rearing of an African catfishes, *Heterobranchus longifilis* (Teleostei, Clariidae), a comparison between natural and artificial diet. *Aquatic Living Resources*, Paris, n. 7, p. 247-253, 1994.
- LEGENDRE, M.; KERDCHUEN, N.; CORRAZE, G.; BERGOT, P. Larval rearing of on African catfish *Heterobranchus longifilis* (Teleostei, Clariidae): effect of dietary lipids on growth, survival and fatty acid composition of fry. *Aquatic Living Resources*, Paris, n. 8, p. 363-365, 1995.
- PIAIA, R. Efeito do uso de diferentes fontes protéicas e diferentes níveis de proteína sobre o crescimento e sobrevivência de larvas de jundiá (*Rhamdia quelen*). Santa Maria: UFSM, 1996. 48 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria, 1996.
- RADÜNZ NETO, J. Détermination des besoins nutritionnels en acides gras essentiels chez les larves de carpe (*Cyprinus carpio*). Bordeaux: Univ. Bordeaux I, 1993. 121p. Tese (Doctorat en Sciences des Aliments), Université Bordeaux I, 1993.
- SANTOS, A. B.; CHIVA, E. Q.; THOMPSON, D. M. Produção e criação de alevinos de *Rhamdia sapo*. VALENCIENNES, 1840. In: SIMPÓSIO

- LATINOAMERICANO, 6., SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 5., Florianópolis, **Anais...** Florianópolis, 1988. p. 615-620.
- SZLAMINSKA, M.; ESCAFFRE, A. M.; ALAMI-DURANTE, H.; CHARLON, N.; BERGOT, P. Casein in the place of beef liver in artificial diets for common carp (*Cyprinus carpio* L.) larvae. **Aquatic Living Resources**, Paris, n 3, p 229-234, 1990.
- ULIANA, O. **Influência de diferentes fontes e níveis de lipídios sobre a criação de larvas de jundiá *Rhamdia quelen*, Pisces, Pimelodidae.** UFSM: Santa Maria, 1997. 66 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria, 1997.
- UYS, W.; HECHT, T. Evaluation and preparation of an optimal dry feed for the primary nursing of *Clarias gariepinus* larvae (Pisces: Clariidae). **Aquaculture**, Amsterdam, v.57, n. 47, p. 173-183, 1985.

USO DE DIFERENTES FONTES E NÍVEIS DE LIPÍDIOS NA ALIMENTAÇÃO DE ALEVINOS DE JUNDIÁ *Rhamdia quelen*

JOSÉ FERNANDO BIBIANO MELO¹, JOÃO RADÜNZ NETO², JOSÉ HENRIQUE SOUZA DA SILVA³

RESUMO – Com o objetivo de avaliar o efeito dos lipídios no desenvolvimento e na composição corporal de alevinos de jundiá, foram testadas três fontes (banha suína, óleo de soja e óleo de canola) e dois níveis de inclusão (5 e 10 %) em dietas secas preparadas com fígado de frango cru e levedura de cana. O delineamento usado foi inteiramente casualizado, em um esquema fatorial (3 fontes e 2 níveis), constituindo 6 tratamentos e 3 repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste F em nível de significância de 5%, e as médias foram comparadas pelo teste Tukey. Os parâmetros estimados foram: peso médio, ganho médio diário, sobrevivência, fator de condição, rendimento de carcaça, crescimento, composição corporal, deposição e taxa de deposição de proteína e de gordura na carcaça. Desses parâmetros, somente a composição corporal e a deposição de proteína e de gordura na carcaça apresentaram interação entre as fontes e os níveis testados ($P < 0,05$), concluindo-se que as fontes e os níveis de lipídios testados não alteram os parâmetros de desempenho, mas promovem uma variação na composição corporal do jundiá (*Rhamdia quelen*).

Palavras-chave: alevinos, lipídio, *Rhamdia*.

USE OF DIFFERENT LEVELS AND SOURCES OF LIPIDS IN THE FEEDING OF CATFISH *Rhamdia quelen* FINGERLINGS

ABSTRACT – The experiment evaluated the effects of three lipid sources (pork fat, soybean oil, and canola oil) and two levels of inclusion (5 and 10%) in dry diets prepared with raw chicken liver and molasse yeast on jundiá (catfish) fingerlings feeding. A completely randomized experimental design with a 3 x 2 factorial arrangement was used with 6 treatments and 4 replications. Data were submitted to variance analysis and test F at 5 % level of significance, and means were compared through Tukey's test. The estimated parameters were: average weight, daily average gain, survival, condition factor, growth, body composition, fat and protein deposition in the carcass and fat and protein deposition rate in the carcass. Only the body composition and the fat and protein deposition in the carcass showed correlation among the tested sources and levels ($P < 0.05$). The conclusion was that the tested lipid sources and levels cause variation in the body composition of south american catfish (*Rhamdia quelen*).

Key words: fingerlings, lipid, *Rhamdia*.

¹ Zoot., aluno do curso de Mestrado em Zootecnia, UFSM, bolsista do CNPq

² Eng. Agr., Dr., bolsista do CNPq, Prof. do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil, radunz@ccr.ufsm.br

³ Eng. Agr., PhD, Prof. do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil

Recebido para publicação em 05-04-2000.

INTRODUÇÃO

A piscicultura vem apresentando um grande avanço nos últimos anos, pois trabalhos desenvolvidos na área de nutrição de peixes têm possibilitado intensificar a atividade através do maior conhecimento da utilização de fontes alimentares, de requerimentos nutricionais e de manejos alimentares adotados.

Na piscicultura intensiva, os gastos com alimentos representam de 50 a 70 % dos custos da produção, e uma significativa redução nestes custos pode ser alcançada através da utilização de ingredientes de alta qualidade, do uso de técnicas eficazes de processamento das rações e da aplicação de estratégias na alimentação (KUBITZA, 1998).

No estudo de nutrientes para larvas, alevinos e juvenis de peixes, os lipídios têm sido de grande importância para melhorar o desenvolvimento e a sobrevivência, pois trabalhos testando fontes de lipídios e ácidos graxos essenciais, bem como níveis de incorporação dos mesmos em dietas artificiais, demonstram seus efeitos satisfatórios na sobrevivência, no desempenho zootécnico e na deposição de nutriente no músculo, conforme os citados ou realizados por WATANABE (1982), PEZZATO et al. (1991), BORLONGAN (1992), CAMARGO (1995), PEZZATO et al. (1995), RADÜNZ NETO et al. (1996), TAKEUCHI (1996) e ULIANA

(1997).

É devido à importância que os lipídios apresentam na nutrição de peixes que, neste trabalho, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes fontes e níveis de lipídios no desenvolvimento e na composição corporal de alevinos de jundiá *Rhamdia quelen*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no setor de Piscicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria, nos meses de janeiro e fevereiro de 1999, compreendendo um total de 45 dias. Foram utilizados 360 alevinos de jundiá *Rhamdia quelen* com peso médio inicial de 8,5 gramas, sendo distribuídos em um sistema de recirculação de água, com 18 unidades experimentais de 280 litros, tendo entrada e saída de água individuais e utilizando-se densidade de 20 peixes por caixa. Os parâmetros físicos e químicos da água foram analisados diariamente utilizando-se kit laboratorial (Alfa tecnquímica).

Os tratamentos testados nas dietas secas preparadas com fígado de frango cru e levedura de cana são identificados da seguinte forma: banha: B5 (5 %) e B10 (10 %); soja: S5 (5 %) e S10 (10 %); canola: C5 (5 %) e C10 (10 %). Os dados da composição centesimal e bromatológica das dietas experimentais estão contidos na Tabela 1.

TABELA 1 - Composição centesimal e bromatológica das rações utilizadas no experimento (%)

Ingredientes	B5	S5	C5	B10	S10	C10
Fígado de frango "in natura" ¹ (MS%)	35	35	35	32	32	32
Levedura de cana	51	51	51	48	48	48
Quirela de arroz	7	7	7	8	8	8
Premix vitamínico ²	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Premix mineral ¹	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Banha suína	5	-	-	10	-	-
Óleo de soja	-	5	-	-	10	-
Óleo de canola	-	-	5	-	-	10

Composição bromatológica das dietas (% matéria natural)

Tratamentos	PB	EE	CZ	Umidade
B5	39,72	8,34	4,88	10,69
S5	40,43	8,29	5,10	9,79
C5	37,73	7,95	5,11	10,37
B10	36,37	15,48	4,96	8,75
S10	36,32	13,3	5,08	9,40
C10	36,02	14,31	4,21	8,79

¹ - FONTINELLI (1997); ² - TROMBETTA et al. (1999)

As rações foram preparadas no próprio Setor de Piscicultura, sendo os ingredientes secos pré-peneirados e misturados ao fígado de frango moído. Após, foram peletizadas e levadas para a estufa por 48 horas a 40 °C. A moagem das rações foi realizada em triturador manual para obtenção de partículas acima de 1mm. A alimentação foi distribuída de forma manual, na frequência de 2 vezes ao dia, uma pela manhã (9 h) e outra pela tarde (17 h), na base de 2,7 % da biomassa total. Foram avaliados os seguintes parâmetros: Ganho médio de peso, ganho médio diário, sobrevivência, comprimento total e padrão, fator de condição, rendimento de carcaça, composição corporal e deposição e taxa de deposição de proteína e de gordura na carcaça. As aferições para ganho médio diário foram feitas a cada 15 dias, retirando-se uma amostra de 50 % de animais de cada unidade experimental, com o objetivo de determinar o ganho de peso e ajustar a quantidade de ração a ser fornecida.

O fator de condição (FC), descrito por STEFFENS (1987), é a relação existente entre o comprimento e o peso, sendo relativamente constante em diversas espécies e expresso pela fórmula de Futon: $FC = 100 \cdot p / L^3$, na qual p é o Peso do peixe (expresso em gramas); L é o Comprimento total (cm).

Foram avaliadas as composições corporais inicial e final, determinando-se a proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), cinzas (CZ) e água, expressos em percentagem na matéria natural. A análise da composição corporal foi realizada no Laboratório de Nutrição da UFSM através do método de WEENDE (AOAC, 1965). Para avaliar a proteína bruta total depositada (PBTD), taxa de deposição de proteína na carcaça (TDPC), gordura total depositada (GTD), taxa de deposição de gordura na carcaça (TDGC), utilizaram-se as seguintes fórmulas (CAMARGO, 1995):

$PBTD_{(g)} = (PFg \times RCF/100 \times \% PBF Mn/100) - (PIg \times RCI/100 \times \% PBI Mn/100)$, em que PFg é peso final (g); RCF é rendimento de carcaça final; %PBF Mn é a % PB na matéria natural final; Pig é o peso inicial (g); RCI é o rendimento da carcaça inicial e % PBI Mn é a %

PB na matéria natural inicial. O rendimento de carcaça foi determinado através do peso total dos peixes menos o peso das vísceras, expresso em percentagem.

$TDPC_{(mg/dia)} = PBTD / D \times 1000$, em que PBTD é a PB total depositada e D é igual aos dias de experimento.

$GTD_{(g)} = (PF \times RCF/100 \times \% EEf Mn/100) - (PI \times RCI/100 \times \% EEI Mn/100)$, sendo PI e PF os pesos médio inicial e final, RCI e RCF os rendimentos da carcaça inicial e final, e % EEf Mn e % EEI Mn as percentagens de Extrato etéreo na matéria natural final e inicial.

$TDGC_{(mg/dia)} = GTD / D \times 1000$, em que GTD é a gordura total depositada, e D é o número de dias de experimento.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 2 (3 fontes x 2 níveis). Para a análise estatística do experimento, os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste F em nível de 5 % de significância, sendo aplicado o teste de Tukey para comparação entre as médias dos tratamentos no mesmo nível de significância, utilizando-se o Pacote Estatístico SAS (SAS, 1993).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros físicos e químicos da água não apresentaram variações significativas entre os tratamentos, apresentando níveis aceitáveis para a criação de peixes. A temperatura da água manteve-se na média de 25 °C, com pH 6,97, O₂ 6,53 mg/L, amônia total 0,32 mg/L, nitrito 0,05 mg/L e alcalinidade em 25 mg/L.

Os resultados para ganho de peso médio nos períodos de 15, 30 e 45 dias em relação às fontes e aos níveis de lipídios são demonstrados na Tabela 2. Não foram observados efeitos para níveis e fontes, nem mesmo interação fonte x nível de lipídios nos períodos ($P > 0,05$). Apesar de os dados de desempenho não apresentarem diferença significativa entre os tratamentos, foi possível observar uma tendência de maior média de peso na fonte óleo de canola e no nível de 10 % em todos os períodos avaliados.

TABELA 2 - Médias de peso dos alevinos de jundiá *Rhamdia quelen* aos 0, 15, 30 e 45 dias experimentais, em gramas

Tratamentos	Períodos (dias)			
	P0	P15	P30	P45
			Efeito da fonte	
Banha suína	8,62	19,28	32,59	46,83
Óleo de soja	8,38	20,23	33,27	44,23
Óleo de canola	8,50	20,71	35,47	48,93
			Efeito de nível	
5 %	8,50	20,07	33,18	45,55
10 %	8,50	20,15	34,36	47,78
			Valores de F	
Fontes	0,64 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,26 ^{ns}
Níveis	0,97 ^{ns}	0,85 ^{ns}	0,39 ^{ns}	0,33 ^{ns}
Fontes x Níveis	0,31 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,92 ^{ns}	0,65 ^{ns}
CV (%)	5,29	4,76	8,40	10,10

(P>0,05) ns: não significativo

GATLIN e STICKNEY (1982) utilizaram como fontes de lipídios a gordura bovina, o óleo de peixe e o óleo de soja, com níveis de 6, 8, 10, 12 e 14% de inclusão, em dietas à base de caseína, amido de milho, celulose, premix vitamínico e mineral, na alimentação de alevinos de “Channel catfish” *Ictalurus punctatus*. Também avaliaram o ganho de peso, durante 20 semanas, não obtendo diferença significativa para peso, embora houvesse uma tendência a um maior peso nos tratamentos nos quais o nível de inclusão foi de 10 %, com ganhos de 16,2, 18,9 e 14,1 gramas, respectivamente, sendo estes resultados inferiores aos encontrados neste trabalho.

TAKII et al. (1995) testaram diferentes níveis (0; 2,5; 5,0; 7,5 e 11,0 %) de óleo de fígado de “pollock” (*Pollachius virens*) em dietas

semipurificadas isoprotéicas e isocalóricas, para alevinos de “Tiger Puffer” *Takifugu rubripes*, com peso inicial de 3,66 a 3,69 g, num período de 20 dias experimentais, e obtiveram peso final inferior ao obtido neste experimento — peso entre 10,8 e 11,7 g, não havendo diferença significativa entre os tratamentos.

O ganho médio diário total e a sobrevivência dos alevinos não foram influenciados pelas fontes e níveis de lipídios testados (Tabela 3). CAMARGO (1995) avaliou diferentes níveis de energia na dieta à base de farinha de peixe, farelo de soja e fubá de milho para alevinos de tambaqui (*Colossoma macropomum*), utilizando como fonte de energia o óleo de soja e obtendo ganho médio diário superior entre 1,32 e 1,61 g/dia.

TABELA 3 - Ganho médio diário (GMD), sobrevivência (SOB), fator de condição (FC) e rendimento de carcaça (RC) dos alevinos de jundiá

Tratamentos	GMD (g)	Parâmetros		
		SOB (%)	FC	RC %
		Efeito da fonte		
Banha suína	0,85	100,00	2,33	82,45
Óleo de soja	0,80	98,33	2,32	82,91
Óleo de canola	0,90	98,33	2,51	83,42
		Efeito de nível		
5 %	0,82	99,40	2,27	83,84 ^a
10 %	0,87	98,30	2,51	82,01 ^b
		Valores de F		
Fontes	0,30 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,44 ^{ns}	0,21 ^{ns}
Níveis	0,35 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,01 ^{ns}
Fontes x Níveis	0,64 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,42 ^{ns}	0,06 ^{ns}
CV (%)	18,98	2,06	12,17	2,20

(P> 0,05) ns: não significativo. Médias seguidas por letras diferentes, na coluna, diferem significativamente (P < 0,05).

Os dados do fator de condição (FC) estão expressos na Tabela 3, não sendo observados efeito de fonte, nível de lipídio, nem interação entre estas

variáveis sobre o FC. Os valores encontrados neste experimento estão próximos aos descritos por STEFFENS (1987), o qual afirma que o fator de

condição encontrado para truta é de 1,1 (1,0-1,2) e para carpa oscila entre 2,0 e 2,5.

Em relação ao rendimento de carcaça do jundiá, não se constatou diferença significativa para fontes testadas, porém, para os níveis, houve diferença significativa (Tabela 3). O nível de 5 % de inclusão das três fontes avaliadas no experimento possibilitaram maior rendimento de carcaça, causado pela menor deposição de gordura. A média de rendimento de carcaça entre as fontes e os níveis foi de 82,93 %.

MELO et al. (1999) testaram diferentes fontes de lipídios (óleo de canola, óleo de fígado de bacalhau e banha suína), com inclusão de 5 % na dieta para

juvenis de jundiá, em ração contendo fígado bovino "in natura" e levedura de cana, e obtiveram resultados semelhantes aos encontrados neste trabalho, com rendimento de carcaça médio inicial igual a 82,42 % e rendimento médio final de 80,03 a 81,56 %. Rendimentos semelhantes (rendimento de carcaça de 83,24 a 90,06%) também foram encontrados por POUHEY et al. (1999), avaliando os componentes corporais do jundiá *Rhamdia sp.*, os quais foram separados em quatro faixas de peso.

Para a variável crescimento, as fontes e os níveis de lipídios testados no experimento não influenciaram significativamente ($P > 0,05$) nos resultados, conforme pode ser observado na Tabela 4.

TABELA 4 - Médias de comprimento total e padrão, inicial e final (CTI, CTF, CPI e CPF) dos alevinos de jundiá (cm)

Tratamentos	Parâmetros			
	CTI	CTF	CPI	CPF
Efeito da fonte				
Banha suína	9,98	15,53	8,01	12,73
Óleo de soja	9,98	15,31	8,01	12,49
Óleo de canola	9,98	15,54	8,01	12,65
Efeito de nível				
5 %	9,98	15,50	8,01	12,71
10 %	9,98	15,42	8,01	12,49
Valores de F				
Fontes	-	0,73 ^{ns}	-	0,72 ^{ns}
Níveis	-	0,75 ^{ns}	-	0,29 ^{ns}
Fontes x Níveis	-	0,47 ^{ns}	-	0,38 ^{ns}
CV (%)	-	3,69	-	4,11

($P > 0,05$) ns: não significativo

A composição química inicial da carcaça dos jundiás (*Rhamdia quelen*) usados no presente trabalho expressa, em percentagem, na matéria natural foi: Proteína bruta=12,38; Extrato etéreo=2,68; Cinzas=2,17; e Umidade=71,58.

Os resultados de proteína bruta total

depositada e de taxa de deposição de proteína na carcaça não apresentaram diferenças significativas, havendo interação somente entre as fontes e os níveis para as variáveis de gordura total depositada e taxa de deposição de gordura na carcaça (Tabela 5).

TABELA 5 - Médias de proteína bruta total depositada (PBSD), gordura total depositada (GTD), taxa de deposição de proteína na carcaça (TDPC) e taxa de deposição de gordura na carcaça (TDGC)

Tratamentos	PBTD (g)	Parâmetros		
		TDPC (mg/dia)	GTD (g)	TDGC (mg/dia)
Efeito da fonte				
Banha	4,56 ^a	101,41 ^a	2,99 ^a	66,15 ^a
Soja	4,21 ^a	93,67 ^a	3,39 ^a	75,41 ^a
Canola	4,90 ^a	108,82 ^a	3,15 ^a	69,89 ^a
Efeito de nível				
5 %	4,60 ^a	102,25 ^a	2,52 ^a	55,73 ^a
10 %	4,52 ^a	100,35 ^a	3,84 ^b	85,23 ^b
Valores de F				
Fontes	0,09 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,37 ^{ns}	0,34 ^{ns}
Níveis	0,71 ^{ns}	0,71 ^{ns}	0,01 ^{**}	0,01 ^{**}
Fontes x Níveis	0,05 [*]	0,05 [*]	0,05 [*]	0,05 [*]
CV (%)	10,84	10,84	15,50	15,08

Médias seguidas por letras diferentes, na coluna, diferem significativamente ($P < 0,05$)

* ($P < 0,05$) ** ($P < 0,01$) ns: não significativo.

CAMARGO (1995), testando níveis de energia metabolizável para tambaqui *Colossoma macropomum*, e, tendo como fonte de lipídio na dieta o óleo de soja, num período de 113 dias experimentais, obteve melhor taxa de deposição de proteína na carcaça de 277,35 mg/dia, com um nível de energia de 3.300 Kcal/Kg de dieta e uma taxa de deposição de gordura de 65,15 mg/dia, no mesmo nível de energia. VIDAL JUNIOR (1995), avaliando níveis de proteína para juvenis de tambaqui dos 30 aos 250 g de peso vivo, num período experimental de 4 meses, obteve

resultados superiores nas taxas de deposição de proteína e gordura, que variaram de 231,50 a 311,18 mg/dia de proteína e de 151,61 a 157,10 mg/dia de gordura.

O aumento do nível de lipídios na dieta aumentou significativamente o teor de gordura na carcaça (Tabela 6). Este resultado também foi encontrado por ARGYROPOULOU et al. (1992), ao avaliarem o efeito de dietas artificiais para *Mugil cephalus*, com diferentes fontes de lipídios (óleo de peixe, linhaça, soja e milho), em nível de inclusão de 8 %.

TABELA 6 - Médias da interação da gordura total depositada (GTD) e taxa de deposição de gordura na carcaça (TDGC) dos alevinos de jundiá

Fontes de lipídios	Parâmetros	
	GTD (em gramas aos 45 dias)	
	Níveis (%)	
	5	10
Banha suína	2,57 ^{bc}	3,61 ^{ab}
Óleo de soja	3,09 ^{abc}	3,69 ^a
Óleo de canola	2,08 ^c	4,20 ^a
F= 3,87 (P < 0,050474) CV= 15,05		
Fontes de lipídios	TDGC (em miligramas/dia)	
	Níveis (%)	
	5	10
Banha suína	52,08 ^{bc}	80,22 ^{ab}
Óleo de soja	68,82 ^{abc}	82,0 ^a
Óleo de canola	46,30 ^c	93,48 ^a

F= 3,86 (P < 0,0509) CV=10,08

Os resultados da composição química (proteína e gordura) na carcaça apresentaram efeito significativo (P < 0,05) na interação entre as fontes e os níveis testados (Tabela 7). A fonte banha suína

diminuiu o teor de proteína na carcaça com o seu aumento na dieta de 5 para 10 %; já os óleos de soja e canola não alteraram o índice de proteína nos níveis testados.

TABELA 7 - Médias de interação entre fontes e níveis ocorridos na composição química final, na carcaça do jundiá, em relação à composição inicial (100%) , na matéria natural

Fontes de lipídios	Proteína bruta na carcaça	
	Níveis (%)	
	5	10
Banha suína	121,94 ^a	104,30 ^b
Óleo de soja	111,15 ^{ab}	111,15 ^{ab}
Óleo de canola	112,41 ^{ab}	115,51 ^{ab}
F= 5,78 (P < 0,0174) CV= 5,05		
Fontes de lipídios	Gordura na carcaça	
	Níveis (%)	
	5	10
Banha	242,41 ^b	357,46 ^a
Soja	339,30 ^a	385,70 ^a
Canola	214,93 ^b	387,94 ^a

F= 5,78 (P < 0,0175) CV=10,05

Valores superiores de PB e menores para gordura na carcaça foram encontrados por KIM et al. (1989), quando avaliaram o efeito de diferentes níveis de proteína (44,0 e 31,2 %) e níveis de lipídios (20,6 e 9,2 %), num período de 12 semanas, na dieta para juvenis de truta arco-íris (*Onchorrhynchus mykiss*), os quais obtiveram, na carcaça, níveis de 18,5 a 19,6 % de PB e teores de 5,2 a 5,9 % de gordura. Os autores também observaram um grande aumento do teor de lipídio,

visto que o teor inicial foi de 1,9 %.

CONCLUSÕES

As fontes de lipídios não alteram os parâmetros de desempenho do jundiá, porém o aumento do nível de lipídio na dieta aumenta o teor de gordura na carcaça. Sendo assim, o nível de lipídio mais recomendado na dieta, independentemente da fonte, é de 5%.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARGYROPOULOU, V.; KALOGEROPOULOS, N.; ALEXIS, N. Effect of dietary lipids on growth and tissue fatty acid composition of grey mullet *Mugil cephalus*. **Comparative Biochemistry Physiology**, Washington, v. 101, n. 1. p. 129-135, 1992.
- A. O. A. C. **Official methods of analyses of the association of official agriculture chemists**. Washington, 1965. 937p.
- BORLONGAN, I. G. The essential fatty acid requirement of milkfish *Chanos chanos* Forsskal. **Biochemistry Physiology**, Chichester, v. 9, n. 5, p. 401-407, 1992.
- CAMARGO, A. C. S. Níveis de energia metabolizável para Tambaqui *Colossoma macropomum* (CUVIER, 1818) dos 30 aos 180 gramas de peso vivo. UFV: Viçosa, 1995. 55p. Dissertação (Mestrado) Produção Animal, Curso de Pós graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- FONTINELLI, E. Efeitos do uso do concentrado protéico de soja com e sem suplementação de aminoácidos, sobre o crescimento e sobrevivência de larvas de Jundiá *Rhamdia quelen*. UFSM: Santa Maria, 1997. 39 p. Dissertação (Mestrado) Produção Animal. Curso de Pós graduação em Zootecnia, 1997.
- GATLIN, M. D.; STICKNEY, R. R. Fall-winter growth of young channel catfish in response to quantity and source of dietary lipid. **Transactions of the American Fisheries Society**, v.127, n.10, p. 90-93, 1982.
- KIM, S. D.; KAUSHIK, S. J.; PASCAUD, M. Effects of dietary lipid to protein ration on the fatty acid composition of muscle lipids in rainbow trout. **Nutrition Reports International**, Amsterdam, v. 4, n. 1, p. 9-16, 1989.
- KUBITZA, F. **Nutrição e alimentação de peixes**. Campo Grande: Kubitz, 1998, 108 p.
- MELO, J. F. B.; RADÜNZ NETO, J.; DA SILVA, J. H. S.; TROMBETTA, C. G. Estudos preliminares sobre a utilização de diferentes fontes de lipídios na dieta para o jundiá *Rhamdia quelen* dos 21 aos 45 gramas de peso vivo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., Porto Alegre, 1999. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999. p.317.
- PEZZATO, L. E.; CARRATORE, C. R.; BARROS, M. M.; VEIGA, M. M. Utilização de diferentes fontes de gordura no arraçoamento de alevinos de carpa comum, durante o inverno. **RED Acuicultura**, Bogotá, v. 5, n. 1, p. 3-5, 1991.
- PEZZATO, L. E.; CASTAGNOLLI, N.; BARROS, M. M.; CARRATORE, C. R.; PEZZATO, A. C. Alevinos de pacu *Piaractus mesopotamicus* arraçados com diferentes níveis de gordura animal e vegetal. In: ENCONTRO SUL BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 3., ENCONTRO RIOGRANDENSE DE TÉCNICOS EM AQUICULTURA, 6., 1995, Ibirubá. **Anais...** Ibirubá, 1995, p. 52-59.
- POUEY, J. L. O.; MIOTTO, H. C.; KUNZ, T. L.; CAMARGO, S. G. O. Principais componentes corporais do jundiá *Rhamdia sp* cultivado na densidade de um peixe/m² e dividido em quatro faixas de peso. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999. Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBZ. 1999. p.314.
- RADÜNZ NETO, J. R.; CORRAZE, G.; BERGOT, P.; KAUSHIK, S. J. Estimation of essential fatty acid requirements of common carp larvae using semi-purified artificial diets. **Archives Animal Nutrition**, Paris, v. 49, p. 41-48, 1996.
- SAS. Statistical Analyses System. **User's guide**. Version 6.08, SAS INSTITUTE INC.4. ed. North Caroline, 1993. 846 p.
- STEFFENS, W. **Principios fundamentales de la alimentacion de los peces**. Zaragoza: Acribia, 1987, 285 p.
- TAKEUCHI, T. Essential fatty acid requirements in carp. **Archives Animal Nutrition**, Paris, v. 49, p. 23-32, 1996.
- TAKII, K.; UKAWA, M.; NAKAMURA, M.; KUMAI, H. Suitable lipid level in brown fish meal diet for Tiger puffer. **Fisheries Science**, Oxford, v. 61, n. 5, p. 841-844, 1995.
- TROMBETTA, C. G.; RADÜNZ NETO, J.; SILVA, J. H. S.; MELO, J. F. B.; MEDEIROS, T. S. Efeito de suplementação vitamínica no desenvolvimento de larvas de jundiá (*Rhamdia quelen*). In: REU-

NIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTENIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 1999, p.317.

ULIANA, O. **Influência de diferentes fontes e níveis de lipídios sobre a criação de larvas de jundiá (*Rhamdia quelen*), Pisces, Pimelodidae.** Santa Maria: UFSM, 1997. 66 p. Dissertação (Mestrado)-Produção Animal, Curso de Pós-graduação em Zootecnia. 1997.

VIDAL JUNIOR, M. V. **Níveis de proteína para tambaqui *Colossoma macropomum* (CUVIER, 1918) dos 30 aos 250 g de peso vivo.** Viçosa: UFV, 1995. 46 p. Dissertação (Mestrado) Produção Animal, Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, 1995.

WATANABE, T. Lipids nutrition in fish. **Comparative Biochemistry Physiology**, Washington, v. 1, p. 3-15, 1982.

ARTIGO DE REVISÃO

PLANEJAMENTO ALIMENTAR DE ANIMAIS: PROPOSTA DE GERENCIAMENTO PARA O SISTEMA DE PRODUÇÃO À BASE DE PASTO

CÉSAR HENRIQUE ESPÍRITO CANDAL POLI¹, PAULO CÉSAR DE FACCIO CARVALHO²

RESUMO - A falta de um adequado planejamento alimentar de animais mantidos sob pastejo tem levado o pecuarista a administrar inadequadamente a propriedade. Uma das principais causas dessa má administração provém de ausência de clareza na determinação de objetivos por parte do produtor e de falta de conhecimento de como planejar a exigência animal e ajustá-la à disponibilidade de forragem durante o ano. Sugere-se, nesse artigo, que o planejamento alimentar deva ser realizado a longo, médio e curto prazo. Esses três tipos de planejamento geram diferentes decisões em diferentes períodos do ano. O planejamento a longo prazo determina políticas gerais da propriedade; o planejamento a médio prazo determina decisões específicas de como proceder em situações de falta ou excesso de forragem (ou demandas específicas de forragem para determinado período), e o planejamento a curto prazo envolve decisões instantâneas e está relacionado principalmente com as condições ambientais (clima, solo etc.) em determinado momento. O objetivo desse artigo é discutir esse assunto e auxiliar produtores nas tomadas de decisões em relação ao planejamento da alimentação de animais mantidos sob pastejo. Privilegia-se, neste trabalho, a demonstração dos conceitos através da produção de leite a pasto, assim como exemplos originários da Nova Zelândia.

Palavras-chaves: Herbívoro, ruminante, forragem, pastagem, gerenciamento, tomada de decisão.

ANIMAL FEED PLANNING: A MANAGEMENT PROPOSAL FOR THE PRODUCTION SYSTEM BASED ON PASTURE

ABSTRACT - The lack of an adequate feed-budget planning for grazing animals has driven Brazilian farmers to an inadequate farm management. One of the main causes of this problem is related to the fact that farmers do not have a clear objective for their farm production, and because there is a lack of knowledge in relation to the planning and adjustment of animal requirement and forage availability during the year. This paper suggests that feed planning should be done in long, medium and short terms. These three kinds of planning generate different decisions in different periods of the year. The long term plan determines general farm policies; the medium term plan determines specific decisions on how to adjust the lack and/or excess of forage (or specific requirements of forage for specific period), and the short term plan is associated with decisions taken in specific moments and is mainly related to environmental conditions (weather, soil etc.) in a particular moment. The objective of this paper is to discuss this subject and help farmers to make decisions in relation to feed planning of grazing animals. The milk production from pasture will be highlighted in this review.

Key words: Herbivore, ruminant, forage, pasture, farm management, decision

¹ Eng. Agr., PhD, Pesquisador III, Embrapa Pecuária Sul, BR 153 km 595 s/nº, Caixa Postal 242, 96401-970, Bagé, RS, Brasil, cpoli@cppsul.embrapa.br

² Zoot., Dr., Professor Adjunto Faculdade de Agronomia, UFRGS, Av. Bento Gonçalves 7712, 90001-970, Porto Alegre, RS, Brasil, paulocfc@vortex.ufrgs.br

Recebido para publicação em 19-06-2001.

INTRODUÇÃO

Um dos grandes problemas verificados na produção animal no Brasil é a falta de objetivos claros por parte do produtor. O produtor brasileiro, em geral, toma decisões que são alteradas constantemente, seguindo observações empíricas e conselhos de terceiros. É preciso mudar essa mentalidade; é preciso gerenciar a propriedade com objetivos claros. Somente tendo objetivos, é possível planejar estratégias para alcançá-los.

Se um dos objetivos do produtor é melhorar a eficiência da alimentação do rebanho e, conseqüentemente, aumentar a lucratividade da atividade, então, torna-se fundamental um adequado planejamento alimentar dos animais. Esse planejamento é ainda mais importante quando a disponibilidade de alimento varia fortemente durante o ano, como se verifica em sistemas de produção baseados em pastagem.

O planejamento forrageiro compara a exigência alimentar dos animais com a oferta de forragem (lei da oferta e procura) e deve ser realizado a longo, médio e curto prazos. Esses três tipos de planejamento geram diferentes decisões em diferentes períodos da produção. O planejamento a longo prazo determina políticas gerais da propriedade, como por exemplo: manejo do período de inseminação, época de produção de leite, número de animais no rebanho, etc. O planejamento a médio prazo determina decisões específicas de como proceder em situações de falta ou excesso de forragem, ou demandas específicas de forragem para determinado período. Já o planejamento a curto prazo envolve decisões instantâneas e está relacionado principalmente com as condições do meio ambiente (clima, solo etc.) em determinado momento. Por exemplo: duração do

pastejo num certo piquete, duração do período de descanso, antecipação do processo de secagem das vacas, etc.

Ao planejar é fundamental ter em mente que o planejamento deve ser FLEXÍVEL, e que principalmente os planejamentos a médio e longo prazo exigem que o produtor monitore o que está ocorrendo no presente ano e faça modificações pertinentes. É importante que o produtor tenha claro que a produção a pasto tem a vantagem de ter um baixo custo, mas, ao mesmo tempo, é um sistema que está bastante dependente das condições climáticas, muitas vezes pouco previsíveis. O objetivo desse trabalho é discutir a adequação de decisões tomadas por produtores do sul do Brasil em relação ao planejamento alimentar de animais em pastejo.

PLANEJAMENTO A LONGO PRAZO

Taxa de lotação

Entre as decisões de longo prazo, uma das mais importantes está relacionada com o número de animais da propriedade. O número de animais por hectare (lotação) é fundamental para uma utilização eficiente da pastagem, pois determina a oferta de forragem, que indica quanto de alimento está disponível para o animal. Dentro de limites, o aumento da lotação aumenta a quantidade de pastagem consumida por hectare e, conseqüentemente, pode aumentar a produção por hectare. Ao mesmo tempo, a diminuição da lotação aumenta a quantidade de pastagem disponível por animal e pode aumentar a produção por cabeça. Essas respostas são demonstradas na tabela 1 e resultam de uma análise de 3 anos em uma propriedade neozelandesa.

TABELA 1 - Efeito de diferentes lotações em um rebanho Jersey na Nova Zelândia (experimento de A.M. Bryant, 1982-1985, citado por HOLMES, 1997)

	Número de vacas/ha			
	2,75	3,26	3,75	4,28
Consumo de pastagem (t MS/ano)				
Por vaca	3,9	3,7	3,5	3,2
Por ha	10,8	11,9	13,0	13,9
Período de lactação (dias)	284	265	260	247
Quantidade de gordura e proteína produzidos				
Kg/vaca	359	328	300	269
Kg/ha	991	1069	1128	1152
Peso vivo na secagem	392	397	368	356
Cálculo de eficiência				
Eficiência de pastejo (t MS consumida/t MS produzida)	0,68	0,77	0,81	0,87
Eficiência na conversão alimentar				
Kg de gordura e proteína produzida/t MS consumida	92	88	86	84
Kg de gordura e proteína produzida/t MS produzida	62	67	71	72

Os benefícios de uma elevada lotação em um sistema de produção a pasto estão relacionados principalmente à redução das perdas da pastagem (matéria seca não consumida pelos animais). Há uma faixa de resposta da produção animal a ofertas de forragem na qual uma pequena redução da produção por animal é “compensada” por um aumento da produção por área. Entretanto, a lotação não deve ser aumentada acima desta faixa, pois a redução na produção por animal é tão forte que mesmo a produção por área sofre forte redução.

À medida que a lotação aumenta (Tabela 1), a oferta de forragem diminui e os níveis de consumo de matéria seca, seleção da dieta e, conseqüentemente, produção de leite por vaca diminuem. Isso é também demonstrado por uma redução do resíduo de matéria seca deixada pelas vacas após o pastejo. Entretanto, a produção por área é maximizada em lotações relativamente elevadas.

Existem poucos trabalhos nas condições do Sul do Brasil relacionando oferta de forragem e produção de leite em sistemas de alimentação predominantemente a pasto. Entretanto, sabe-se, conforme mencionado acima, que é importante adequarmos uma lotação que consiga colher eficientemente a pastagem, mas que, ao mesmo tempo, não tenha problemas de redução exagerada de produção por animal de forma a reduzir a produção total da propriedade. Trabalhos neozelandeses (HOLMES, 1997) têm mostrado que, em condições de produção de leite exclusivamente a pasto, o máximo lucro é obtido quando a lotação utilizada se aproxima mais da máxima produção por hectare que da máxima produção por animal. (Para compreender as relações entre lotação e ganho por animal e por hectare, vide MARASCHIN, 1998.) No entanto, cabe considerar que elevada qualidade de forragem nestes sistemas ameniza a amplitude desta diferença.

Época de inseminação e produção de leite

Uma outra decisão importante a longo prazo está relacionada com a época de inseminação e, conseqüentemente, período de produção de leite. Várias propriedades no Brasil têm parições o ano inteiro, porém, sem muito controle do rebanho e

sem preocupação de concentrar as parições em determinados períodos do ano. Esse manejo prejudica todo planejamento alimentar e melhoramento genético dos animais, dificultando todo o controle, o manejo e a secagem dos mesmos.

Em um sistema de produção de leite predominantemente a pasto é fundamental termos o controle rígido em relação aos componentes da fertilidade das vacas, principalmente em relação ao período de inseminação e partos. O fato da vaca reproduzir está intimamente ligado com a produção de leite e o uso de animais geneticamente superiores. A fertilidade é o componente chave de um rebanho leiteiro (HOLMES, 1997). Nesse sentido, é recomendável que o produtor concentre as épocas de inseminação e parição dos seus animais, por exemplo, no outono e na primavera. Em propriedades cujo sistema esteja baseado predominantemente em pastagens, essa preocupação está também relacionada com a variação da produção de forragem (principal nutriente) durante o ano, que deve preferencialmente coincidir com o período de maior exigência animal.

Taxa de lotação e período de parição são importantes fatores que, juntos, irão determinar a falta ou a sobra de forragem em uma propriedade. HOLMES (1997) descreve alguns contrastes entre sistemas de produção de leite. O sistema com baixa taxa de lotação e parição no início da primavera gera uma sobra de forragem relativamente elevada, enquanto que sistemas com vacas parindo no outono e na primavera com mais elevada lotação geram déficit de forragem em diferentes períodos do ano.

Tipo de animal

Decisões a longo prazo também devem ser feitas em relação a que tipo de animal melhor se adapta ao sistema de produção a pasto. Uma das decisões mais importantes relacionadas ao melhoramento genético animal nesse sistema é o tamanho da vaca. Existe uma relação entre exigência energética de manutenção e tamanho metabólico das vacas leiteiras. Essa relação afeta diretamente a eficiência dos sistemas de produção de leite (LABORDE, 1998). O consumo de energia para manutenção representa em torno de 56 % das

exigências totais de uma vaca desde o primeiro parto até a quarta lactação (Korver, 1988). Essa porcentagem aumenta à medida que os níveis de produção individual se tornam mais baixos (STAKELUM E CONNOLLY, 1987).

Em trabalho realizado pela Massey University (LABORDE et al., 1998), comparando vacas pesadas e leves (482 ± 14.4 vs 407 ± 15.2 kg PV), verificou-se que, apesar de as vacas pesadas apresentarem um maior consumo e produção de leite por animal e terem semelhantes eficiências de conversão, as vacas mais pesadas necessitavam $0,65$ kg de matéria seca (MS)/dia a mais que as vacas mais leves para a manutenção ($0.6 * \text{Peso}^{0.75}$). Isso significa que as vacas pesadas utilizam uma parte importante do seu consumo para satisfazer as exigências de manutenção (LABORDE, 2000).

Nesse mesmo trabalho, as vacas mais pesadas mostraram uma menor taxa de concepção ao primeiro serviço. A menor fertilidade ao primeiro serviço levou a uma dispersão maior nos partos. Essa maior dispersão é de significativa importância em sistemas de produção de leite com base em pastagem, uma vez que é fundamental a adequação do período de produção de leite em relação à produção de forragem. Uma das possíveis causas da menor fertilidade está relacionada com a presença da “genética americana” nas vacas de grande porte. Na “genética americana”, a pressão de seleção para a fertilidade das vacas é baixa (Lamming et al., 1998 citado por LABORDE, 2000). Além disso, é possível que a maior produção de leite, associada às maiores exigências de manutenção, faça com que as vacas mais pesadas tenham mais dificuldade para satisfazer suas exigências à base de pasto durante o período de serviço.

Fica clara, então, a relação do tipo de animal com a disponibilidade e qualidade de alimento durante o ano. Nas situações em que a disponibilidade de alimento com qualidade é elevada durante o ano inteiro, devem-se procurar animais de melhor conversão alimentar e com elevadas repostas em produção de leite. Entretanto, considerando a realidade brasileira, na qual existe uma grande variação na qualidade e quantidade de forragem durante o ano, torna-se necessário incluir, em um sistema de produção de leite a pasto, o peso dos animais como um fator negativo nos índices

de seleção. Neste caso, estaríamos levando em conta a maior eficiência biológica e econômica das vacas mais leves sobre as mais pesadas, considerando níveis de produção semelhantes. Dentro da realidade do Sul do Brasil é interessante selecionarmos aqueles touros de mais alto valor genético, para produção de leiteiras com valor genético baixo para peso ou com outras características de tamanho.

LABORDE (2000) expressa a necessidade premente de mudança no melhoramento genético para as nossas condições: “É fundamental que em nossas condições o melhoramento genético comece a ser considerado como uma ciência e não como uma arte reduzida à leitura de catálogos oferecidos pelas companhias que vendem sêmen”. É importante termos claros os nossos objetivos e o tipo de animal que é melhor adaptado às nossas condições. Não podemos escolher touros somente por serem mais produtivos.

PLANEJAMENTO A MÉDIO PRAZO

O planejamento a médio prazo é muitas vezes feito, em países como Nova Zelândia e Austrália, em relação à oferta de energia metabolizável da pastagem e demanda do animal. Dessa forma, consegue-se estimar diferenças estacionais de qualidade de forragem e seleção da dieta. Entretanto, na situação brasileira, na qual as informações são escassas em termos de energia metabolizável, consegue-se somente fazer um adequado planejamento em relação à demanda animal e à oferta de matéria seca (MS) da forragem. É importante ter claro que o primeiro ano de planejamento pode não se adequar exatamente à realidade do produtor, mas isto deve ser visto como um ponto de partida para o melhoramento da sua propriedade para os anos seguintes.

Demanda animal

No procedimento, recomendado por MILLIGAN et al. (1987), de um planejamento alimentar a médio prazo para rebanhos alimentados a pasto, deve-se considerar a demanda animal em kg MS/animal/dia. Para convertê-la para demanda por hectare, deve-se simplesmente multiplicá-la pela lotação,

dividindo-se o resultado pela área disponível. A demanda de forragem em determinado período do ano pode ser dada para cada categoria animal, conforme Tabelas 2,3,4 e 5.

As Tabelas 2 a 4 abaixo mostram a exigência animal na Nova Zelândia, conforme a sua categoria. Esses são dados de um sistema de produção de leite exclusivamente a pasto, com uma pastagem

predominantemente composta por azevém perene e trevo branco, com aproximadamente 11 MJ de energia metabolizável /kg MS. Apesar das diferenças, esses ainda são provavelmente um dos melhores parâmetros que se pode usar para estimar a exigência animal em um sistema de produção de leite a pasto. É imprescindível a pesquisa nessa área para estimarmos a exigência animal em condições brasileiras.

TABELA 2 - Exigências de vacas prenhes secas em condição corporal adequada (sem aumento da condição corporal), em kg MS/animal/dia (FLEMING et al. 1991)

Peso inicial da vaca ¹	Meses antes de parir		
	3 meses	2 meses	Último mês
350 kg (jersey)	3,5 – 4,0	no mínimo 4,0	5,5 – 6,0
450 kg (holandês-frísio)	4,5 – 5,0	no mínimo 5,0	7,0 – 8,0

¹ nível de alimentação corresponde a um aumento normal em peso vivo devido à gestação.

TABELA 3 - Exigências de vacas em lactação de acordo com o nível de produção (dados em kg MS/animal/dia) (FLEMING et al. 1991)

Peso da vaca	Níveis de produção de leite por dia (litros/dia)			
	18-25 (1kg de gordura)	15-20 (0,8 kg de gordura)	11-15 (0,6 kg de gordura)	7-10 (0,4 kg de gordura)
350 kg (jersey)	14,5	12-13	10-11	8-9
450 kg (holandês-frísio)	16,5	14-15	12-13	10-11

Um adicional de 2,5 a 3,0 kg de MS/dia é necessário quando se almeja um ganho de um ponto na condição corporal dos animais (em torno de 30 kg peso vivo durante um período de 50 a 70 dias).

Esse ganho representa um nível alimentar elevado. Vacas jovens, no processo de crescimento, irão necessitar mais alimentação que vacas adultas, para aumentar a condição corporal.

TABELA 4 - Exigências de novilhas em kg MS/animal/dia (FLEMING et al. 1991)

	Kg de MS /animal/dia ¹	
	Jersey	Holandês-Frisio
primeiro verão/outono (5-8 meses de idade)	2,5-3,5	3,0-4,0
inverno/início da primavera	3,0-4,0	4,0-5,0
final da primavera/verão (15-17 meses de idade)	4,0-5,0	5,0-6,0
segundo outono/inverno	4,5-6,0	6,0-7,0

¹Cálculo de exigência alimentar para jersey, crescendo 0,3 a 0,5 kg de ganho de peso vivo por dia, e Holandês-Friesian, crescendo em torno de 0,35 a 0,65 kg/dia.

Para um sistema de produção de leite como o americano, com uso maior de concentrado, o NRC (1989) apresenta as exigências de matéria seca conforme Tabela 5. A tabela foi estimada a partir de uma vaca de 600 kg produzindo leite com 4% de

gordura. Os outros pesos que constam na tabela correspondem a vacas de 400 kg produzindo leite com 5% de gordura, vacas de 500 Kg produzindo leite com 4,5% de gordura, vacas de 700 e 800 kg produzindo leite com 3,5% de gordura.

TABELA 5 - Exigências de matéria seca para manutenção, produção de leite e ganho de peso normal durante a metade e o final da lactação (dados em % de peso vivo)

Kg de leite diários (4% de gordura)	Peso vivo (kg)				
	400	500	600	700	800
Mantença*	1,4	1,4	1,3	1,2	1,2
Mantença + 2 últimos meses de gestação	1,9	1,8	1,7	1,6	1,6
10	2,7	2,4	2,2	2,0	1,9
15	3,2	2,8	2,6	2,3	2,2
20	3,6	3,2	2,9	2,6	2,4
25	4,0	3,5	3,2	2,9	2,7
30	4,4	3,9	3,5	3,2	2,9
35	5,0	4,2	3,7	3,4	3,1
40	5,5	4,6	4,0	3,6	3,3
45	—	5,0	4,3	3,8	3,5
50	—	5,4	4,7	4,1	3,7
55	—	—	5,0	4,4	4,0
60	—	—	5,4	4,8	4,3

*Dados calculados da Tabela 6-3 do NRC, a partir da necessidade de energia líquida, considerando uma concentração do alimento de 5,23 MJ (1,25 Mcal) de energia líquida/kg de MS.

Comparando superficialmente esses dois sistemas de produção, americano e neozelandês, verifica-se que há uma certa concordância em termos de exigências de matéria seca para os animais. Essa necessidade apresenta uma importante variação conforme o estágio fisiológico e peso dos animais. Essa variação ocorre predominantemente na faixa de 1,5 a 4% do peso vivo. Para cálculo do planejamento forrageiro da propriedade em sistemas nos quais se utilizam animais menores e com a predominância da produção a pasto, recomenda-se utilizar as Tabelas 2 a 4. No caso de utilização de sistemas com produção de vacas de alta produção, com uso de concentrado, deve-se utilizar a Tabela 5.

Oferta de forragem

A oferta de forragem é calculada a partir de uma determinada cobertura de forragem (kg de MS/ha), estimando-se também a taxa de crescimento da pastagem (kg de MS/ha/dia). Com isso, consegue-se estimar a quantidade de forragem disponível necessária para os animais/ha/período.

Dentro do planejamento é, então, fundamental estimar o crescimento da pastagem durante os diferentes períodos do ano. Um dos grandes problemas que temos na hora de realizar o planejamento forrageiro da propriedade é justamente estimar a taxa de crescimento das diferentes espécies durante os diferentes períodos do ano. Esses valores devem ser primeiramente procurados em entidades

de pesquisas, cooperativas e universidades que tenham trabalhado em condições semelhantes ao da propriedade em questão. Mesmo não encontrando dados que sejam exatamente da região da propriedade, é fundamental que se estime, a partir de outras regiões, ou mesmo através de experiências empíricas, a taxa de crescimento da pastagem. Essa primeira estimativa pode não coincidir exatamente com o que realmente acontecerá. Entretanto, é importante modificar esse planejamento conforme as condições que ocorrerem durante o ano. Com o planejamento, iremos aprender sobre o comportamento na pastagem da propriedade ao longo dos anos e ajustá-lo cada vez melhor.

Na estimativa de crescimento da pastagem, devemos considerar que o crescimento da pastagem modifica-se com clima, fertilidade do solo, tipo de pastagem, tipo de potreiro e manejo utilizado. O pastejo severo, por exemplo, pode reduzir a rebrota, enquanto o pastejo leve pode gerar um aumento na massa de forragem e, conseqüentemente, um aumento de perdas por senescência. Algumas decisões devem ser tomadas a curto prazo, principalmente em relação às modificações do clima. Essas decisões serão comentadas no item Planejamento a Curto Prazo.

Exemplos do potencial de produção de forragem de diferentes espécies, oriundos de trabalhos desenvolvidos pela Cotrijui na região do Planalto-Missões do Rio Grande do Sul, são apresentados na Tabela 6. Esta região é de grande importância no contexto da integração lavoura-pecuária.

TABELA 6 - Produção acumulada de matéria seca (MS/ha) de diferentes espécies forrageiras (POLI, 1995)

FORRAGEIRAS DE INVERNO		FORRAGEIRAS DE VERÃO	
Gramíneas Anuais	Produção kg MS/ano/ha	Gramíneas Anuais	Produção kg MS/ano/ha
Azevém	4.400	Milheto	9.000
Aveia Preta	3.400	Sorgo Forrageiro	9.000
Centeio	3.500	Capim-sudão	6.800
Leguminosas		Gramíneas Perenes	
Trevo vesiculoso	4.500	Capim-elefante	6.000 – 36.000
Trevo subterrâneo	3.000	Bermuda cv.	8.400
		Coastcrosss nº 1	17.745*
Ervilhaca	2.800	Panicum	15.800
Trevo branco	4.000	Pangola	7.000 – 10.000
Cornichão	2.500	Pensacola	5.000 – 7.000
Consortiações			
Centeio+Aveia+Ervilhaca	3.500		
Aveia+Azevém+Trevo Vesiculoso	5.000		
Azevém+Trevo Vesiculoso	5.000		

*Dado publicado por Carnevali e Silva (1998) (citado por CORSI & MARTA JÚNIOR, 1998), obtido em Piracicaba, com aplicação de 350 Kg de N/ha/ano nos anos 1995/96.

Estima-se que no Sul do Brasil a produção das principais forrageiras distribua-se da forma apresentada na Tabela 7.

Tabela 7 - Estimativa da distribuição da produção de forragem de diferentes espécies forrageiras durante o ano (FONTINELLI, 2000)*

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Gramíneas de Inverno												
Azevém**												
Aveia Preta**												
Centeio												
Leguminosas de Inverno												
Trevo vesiculoso												
Ervilhaca												
Trevo branco***												
Cornichão***												
Gramíneas de Verão												
Milheto												
Sorgo Forrageiro												
Capim-elefante												
Bermuda Coast crosss nº 1												
Panicum												
Pangola												

*Essas são estimativas de distribuição de forragem que ocorre principalmente em algumas regiões do Planalto e da Depressão Central do Rio Grande do Sul. Essa distribuição deverá ser adaptada conforme características da propriedade e região de cada propriedade.

** A linha tracejada, adaptada pelos autores desse artigo, representa o fato das gramíneas de inverno poderem fornecer forragem mais cedo do que normalmente ocorre devido a uma aplicação nitrogenada estratégica no período de afilhamento.

*** Há regiões, como os campos de cima da serra, onde o verão com temperaturas mais amenas e com chuvas regulares permite o crescimento de leguminosas perenes de inverno o ano inteiro.

Há de se considerar que vários fatores — dentre os quais se destacam a época do ano, o clima e a adubação nitrogenada —, podem afetar a distribuição sazonal da produção das diferentes espécies. Por exemplo, pastagens de azevém adequadamente adubadas podem dar pastejo em

maio, podendo se estender até novembro, quando temos um manejo adequado.

Com as estimativas de produção de forragem e de demanda animal apresentadas acima, consegue-se, então, fazer o planejamento forrageiro da propriedade.

Prática de planejamento forrageiro da propriedade

O planejamento parte da estimativa da cobertura forrageira da propriedade ou da área pastoril designada para utilização durante o ano. Para determinar a variação da cobertura durante o ano é importante fazer a programação do estoque de animais por categoria. Com o número de animais, estima-se o consumo por categoria e, conseqüentemente, o consumo total em determinado período. Esse consumo, então, é subtraído da cobertura de forragem inicial, e o crescimento de forragem no período é acrescentado. Dessa forma, obtém-se a variação da cobertura de forragem durante o ano. Pode-se, com isso, determinar faltas ou excessos de forragem e estimar

a necessidade de fazer adubações estratégicas, plantar novas pastagens, usar feno, silagem ou concentrado.

Exemplo:

- Uma propriedade de 40 ha com 50 vacas a em lactação;
- 20% de reposição de fêmeas todos os anos.
- As novilhas são inseminadas pela primeira vez aos 15 meses. Venda das novilhas que não serão usadas para reposição aos 15 meses;
- Peso médio das vacas adultas é 450 kg. Elas são alimentadas exclusivamente a pasto;
- 20 ha de pastagem perene de Bermuda Coast Cross-1.

TABELA 8 - Planejamento Forrageiro da Propriedade

	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S
Características da pastagem (Kg MS/ha)												
Cobertura Inicial	1500	1888	2375	2205	2034	2020	1679	1462	880	438	-361	-1267
Crescimento da Pastagem	60	60	40	40	40	30	30	10	5	0	5	40
Cobertura Final	1888	2375	2205	2034	2020	1679	1462	880	438	-361	-1267	-1492
Estoque animal (número de animais) – consumo diário de forragem (kg MS/animal)												
Vacas em lactação	50	50	50	50	50	50	50	30			20	50
Consumo/animal	16,5	16,5	15,0	15,0	13,0	13,0	11,0	11,0			16,5	16,5
Vacas secas								10				
Cons./anim.								5,0	5,0	8,0	8,0	
Novilhas	25	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
Cons./anim.	5,0	5,0	6,0	6,0	6,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	
Bezerros			25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Cons./anim.			4,0	4,0	4,0	4,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Consumo de forragem total (kg MS/ha)												
Consumo/dia	47,5	43,8	45,5	45,5	40,5	41,0	37,3	28,8	19,8	25,8	34,3	47,5
Consumo/mês	1472,5	1314	1410,5	1410,5	1134,0	1271,0	1119,0	892,8	594,0	799,8	1063,3	1425,0

Pelo exemplo acima, nota-se um déficit de forragem principalmente nos meses de inverno. Conforme dados neozelandeses, em áreas de azevém perene e trevo branco, pastagens com rendimentos menores de 1.500 kg MS/ha de cobertura restringem o consumo. Essa cobertura somente pode ser mais baixa durante o período em que a vaca está seca no início/meio da gestação, momento em que o animal pode até sofrer uma pequena restrição alimentar.

Infelizmente, nas condições brasileiras, não temos muitas informações sobre o efeito da cobertura de forragem na restrição de consumo dos animais. Considerando que a grama bermuda é uma espécie prostrada (estolonífera), podemos dizer

que, empiricamente, uma cobertura limite fica em torno de 1500 Kg de MS/ha; abaixo dela pode começar a haver restrição mais elevada de consumo.

O que fazer para reduzir o déficit de forragem?

Existem diversas alternativas que podem ser planejadas para reduzir o déficit de forragem durante o inverno. Entre as alternativas mais usadas está a formação de pastagem de inverno, fornecimento de silagem, feno ou concentrado para os animais. Pode-se, também, pensar em arrendar campo, vender animais, aplicar nitrogênio em

gramíneas (principalmente se o déficit ocorrer na primavera/verão), secar as vacas mais cedo, etc.

Em relação ao exemplo acima, como o déficit está nos meses de inverno, uma solução seria fazer pastagens de inverno e suplementar os animais com silagem. Entre as espécies de inverno disponíveis, deveríamos, no caso em questão, plantar uma pastagem que forneça forragem no final de outono e início de inverno para superar a

falta de forragem nesse período. Provavelmente, uma das melhores opções seja uma consorciação de Centeio + Aveia + Ervilhaca, por ser precoce. Essa consorciação pode ser sobressemeada sobre a pastagem de verão. Com o plantio dessa mistura em início de março, ela já poderá ser utilizada em meados de abril. Nesse caso, estima-se que a produção dessa consorciação pode distribuir-se conforme a Tabela 9.

TABELA 9 - Estimativa da distribuição da produção de matéria seca (% da produção total do ano) de pastagens de inverno para o Sul do Brasil

PASTAGEM	A	M	J	J	A	S	O	N
Aveia		20	30	20	20	10		
Centeio	10	30	20	20	20			
Azevém			5	10	20	30	30	5
Aveia + Azevém + Trevo vesiculoso		5	10	15	20	30	15	5
Azevém + Trevo vesiculoso			5	10	20	30	30	5
Centeio + Aveia + Ervilhaca	5	25	30	20	20			

No exemplo acima, o plantio de 10 ha da consorciação Centeio + Aveia + Ervilhaca pode, em parte, suprir a falta de forragem nesse período. Estimando que, conforme Tabela 6, a produção de matéria seca seja em torno de 3.500 kg MS/ha, e que essa produção seja distribuída conforme as Tabelas 7 e 9, verifica-se que ainda será necessária a complementação alimentar das vacas e novilhas com silagem, no período de maio a setembro, da seguinte forma:

Maio — 2,5 kg MS/animal/dia — somente para as vacas em lactação (30 vacas);

Junho — 1,5 kg MS/animal/dia — para vacas secas e novilhas prenhes (50 animais);

Julho — 3,0 kg/animal/dia — para vacas secas e novilhas prenhes (50 animais);

Agosto — 10 kg/animal/dia — para vacas que pariram (20 vacas);

— 5 kg/animal/dia — para vacas no final da gestação (20 vacas);

— 3 kg/animal/dia — para novilhas no final da gestação (10 novilhas);

Setembro — 4 kg/animal/dia — para vacas em lactação (50 animais).

Adicionando a quantidade de matéria seca da pastagem e da silagem dada pela Tabela 10, estima-se a variação da cobertura da pastagem Inicial e Final a cada mês (Tabela 11).

TABELA 10 - Quantidade total de matéria seca (kg) de uma consorciação e silagem de milho que servirão de alimento para o rebanho

	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Total
Aveia+Centeio+Ervilhaca	1.750	8.750	10.500	7.000	7.000		35.000
Silagem de milho		2.325	2.250	4.650	10.230	6.000	25.455

TABELA 11 - Cobertura de forragem (kg MS/ha) inicial e final a cada mês, depois de adicionada a quantidade de matéria seca, dada pela Tabela 10, na dieta dos animais, conforme exemplo acima

	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S
Cob. Inicial	1500	1888	2375	2205	2034	2020	1679	1549	1522	1717	1501	1456
Cob. Final	1888	2375	2205	2034	2020	1679	1549	1522	1717	1501	1456	1531

Conclusão: É necessário, então, prever para o inverno uma área de Aveia+Centeio+Ervilhaca de 10 ha. Além disso, estimando uma produção de silagem em torno de 10 t de MS/ha e em torno de 10% de perdas, deve-se prever plantar uma área de milho para silagem de 3 ha.

Neste exemplo, uma série de simplificações foram feitas, assim como uma série de inter-relações foram desconsideradas, porque o intuito é o de apresentar a lógica e a estrutura do planejamento alimentar em uma propriedade rural.

PLANEJAMENTO A CURTO PRAZO

O fato de a produção de forragem e de o planejamento da propriedade poderem variar de forma expressiva durante o ano faz com que as decisões de curto prazo sejam importantes. Dentre as várias decisões de curto prazo que o produtor tem que tomar, as mais importantes são em relação à adubação nitrogenada, ao método de utilização da pastagem e à secagem das vacas.

Adubação nitrogenada

Dentro do planejamento forrageiro, a adubação nitrogenada pode servir como um regulador no crescimento da gramínea. Aplicações em momentos estratégicos podem fazer com que

haja um acúmulo de forragem necessário para suprir certas deficiências em uma época desejada. Entretanto, é fundamental que nessa decisão o produtor cuide para que as condições do ambiente permitam que a planta possa responder a essa aplicação. Aplicações em períodos secos ou em períodos de temperatura baixa apresentam baixa resposta.

A resposta à adubação nitrogenada também diferencia-se conforme a espécie. Gramíneas de crescimento hibernal (C3) respondem menos que as gramíneas de crescimento estival (C4), principalmente em épocas mais quentes. As respostas podem chegar a mais de 25 kg MS/kg de N aplicado, variando conforme as condições ambientais e da espécie. Alguns exemplos são dados nas Tabelas 12 e 13.

TABELA 12 - Resposta de gramíneas (aveia e azevém) temperadas a doses de nitrogênio (MAZZANTI et al. 1997)

Dose kg MS/ha/dia	kg N/ha Azevém	Aveia Kg MS/ha/dia
0	28,9	41,7
50	68,5	93,6
100	73,5	111,8
150	107,7	126,2
200	104,8	125,0
250	118,2	127,3

TABELA 13 - Resposta de gramíneas tropicais à aplicação nitrogenada (GOMIDE, 1989)

	kg MS/kg N	kg Leite/kg N	kg Eficiência Peso vivo/kg N
Eficiência	25	11,8	1,55

Método de utilização da pastagem

Os métodos de utilização da pastagem conhecidos como sistema rotativo e contínuo têm um papel importante como estratégia de curto prazo de uso da pastagem. Os métodos podem ser utilizados em uma propriedade para permitir um bom uso da pastagem. Um exemplo é dado pelos neozelandeses que utilizam o método rotativo lento durante o inverno para controlar o consumo dos animais nesse período. O animal permanece mais tempo no mesmo piquete, reduzindo, com isso, a cobertura da pastagem e, conseqüentemente, o consumo. Com isso, o fazendeiro consegue administrar e economizar pastagem em um período de baixo crescimento. Em períodos de elevado crescimento, os animais entram em um sistema de rotação mais rápido, permitindo que o animal tenha sempre forragem nova a cada dia e favorecendo

um consumo de forragem à vontade. O pastejo contínuo é muitas vezes considerado como um sistema rotativo rápido no qual o animal não apresenta restrição de consumo. A velocidade de rotação e o método de utilização devem ser uma decisão de curto prazo, a fim de que o sistema se adapte conforme o crescimento da pastagem e a exigência animal.

Secagem dos animais

A secagem antecipada dos animais é uma estratégia muito utilizada com rebanhos que produzem leite na primavera/verão/outono, como acontece nos sistemas de produção de leite da Nova Zelândia. Em anos de baixa produção de forragem no outono, secam-se os animais, antecipadamente, para reduzir as suas exigências. Esse é um sistema no qual se utilizam os animais como poder tampão

da variação de forragem. Essa é uma estratégia utilizada com frequência, em consequência, principalmente, do elevado custo da suplementação e da baixa resposta animal no final da lactação. O produtor deve sempre pensar, a cada decisão a ser tomada, no custo/benefício de cada estratégia do planejamento.

Por último, planejar é um passo extremamente importante para otimizar os recursos disponíveis em qualquer propriedade rural. A

pastagem, como qualquer alimento, disponibiliza uma série de nutrientes que têm de ser interpretados à luz das necessidades dos animais, tal como o princípio de qualquer cálculo de ração para animais estabulados. A pastagem — e a natureza de sua variação quanti-qualitativa — é um sério desafio a esta proposição. Contudo, uma vez que, invariavelmente, ela é a forma menos dispendiosa de produção, este é o caminho a ser trilhado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CORSI, M.; MARTHA JUNIOR, G.B. Manejo de pastagens para produção de carne e leite. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM: MANEJO DE PASTAGEM DE TIFTON, COSTCROSS E ESTRELA, 15., 1998, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: FEALQ, 1998. p.55-83.
- FLEMING, P.H.; BURTT, E.S. *Farm technical manual*. Canterbury: Lincoln University, 1991. 352p.
- FONTANELLI, R.S.; FONTANELLI, R.S. Subsídios ao planejamento forrageiro para produção de leite em pastagens durante o ano todo. In: FONTANELLI, R.S.; DÜRR, J.W.; FONTANELLI, R.S. (Ed.) *Sistemas de produção de leite*. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2000. p.59-84.
- GOMIDE, J. A. Aspectos biológicos e econômicos da adubação de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMA DE PASTAGENS, 1989, Jaboticabal. *Anais...* Jaboticabal: FUNEP, 1989. p. 237-270.
- HOLMES, C.W. *Low cost production of milk from grazed pastures: an outline of dairy production in New Zealand*. Palmerston North: Massey University, 1997. 32p.
- KORVER, S. Genetic aspects of feed intake and feed efficiency in dairy cattle: a review. *Livestock Production Science*, v.20, p.1-13, 1988.
- LABORDE, D. Comentarios sobre las estrategias de mejoramiento genético del ganado lechero en Uruguay y Argentina. *Revista de FUCREA*. n. 214 p. 26-28.
- LABORDE, D.; GARCIA, J.; HOLMES, C. Herbage intake, grazing behaviour, and feed conversion efficiency of lactating Holstein-Friesian cows that differ genetically for live weight. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*. Palmerston North, v.58, p.128-131, 1998.
- MARASCHIN, G. E. Manejo de pastagens nativas, produtividade animal e dinâmica da vegetação em pastagens nativas do Rio Grande do Sul. In: REUNIÃO DO GRUPO TÉCNICO EM FORRAGEIRAS DO CONE SUL, ZONA CAMPOS, 17., 1998, Lages. *Anais...* Lages, NUEREMBERG, N.J. E GOMES, I.P. (Ed). 1998, p. 47-54.
- MAZZANTI, A. Adaptación de especies forrajeras a la defoliación. In: SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, 1997, Maringá. *Anais...* Maringá: UEM, 1997. p.75-84.
- MILLIGAN, K.E.; BROOKES, I.M.; THOMPSON, K.F. Feed planning on pasture. In: NICOL, A.M.(Ed.) *Livestock feeding on pasture*. New Zealand Society of Animal. 1987. p. 75-88 (Production, Occasional Publication n. 10).
- N.R.C. (National Research Council). *Nutrient requirements of dairy cattle*. 6.ed., Washington, D.C.: National Academy Press, 1989. 157p.
- POLI, C.H.E.C. Cadeia forrageira para o Planalto - Missões. In: FEDERACITE. *Cadeias forrageiras regionais*. Porto Alegre: Gráfica e Editora Caramuru, 1995. p.160 - 178.
- STAKELUM, G. AND CONNOLLY, J. Effect of body size and milk yield on intake of fresh herbage by lactating dairy cows indoors. *Irish Journal of Agricultural Research*, v.26, p.9-22, 1987.

INSTRUÇÕES GERAIS AOS AUTORES

A revista **PESQUISA AGROPECUÁRIA GAÚCHA** aceita, para publicação, trabalhos científicos com o limite de 15 páginas e trabalhos de revisão com até 20 páginas. Os relatos de caso de interesse agropecuário, inéditos, ainda não encaminhados à outra revista para o mesmo fim poderão ter até 10 páginas. 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, 11**, 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 Draw.

Para cada artigo publicado serão enviadas, gratuitamente, 20 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 *italico*. Adotar a nomenclatura binomial completa, tanto no resumo, como no *abstract*, ou a primeira vez que for citado no texto. Os nomes de cultivares agrônômicos e hortícolas serão escritos entre aspas simples quando não estiverem precedidos da palavra cultivar. Escrever em **negrito** ou sublinhar o que se deseja destacar.
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. Ex.: 35 kg; usar a barra diagonal em lugar de expoentes negativos. Ex.: 25 kg/ha; 25 kg/m²/s.
4. Os números devem ser em algarismos arábicos para medidas exatas, séries de quantidades e em apresentações estatísticas, porém, quando a fluência do texto exigir, terão de ser escritos por extenso. Escrever números de quatro algarismos sem espaço ou ponto. Ex.: 2000. Em números de cinco ou mais algarismos, usar espaço. Ex.: 20 000; para os elementos e compostos químicos, quando apropriados, especialmente se houver muita repetição, utilizar símbolos.
5. 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, deve-se salientar que a Fepagro e os autores não estão recomendando o produto.
6. O termo **cultivar** deverá ser substantivo masculino consoante a norma gramatical.
7. Não há necessidade de enviar o arquivo armazenado em disquete ou CD; em caso de necessidade, o arquivo será solicitado.

FORMATO DO TEXTO

TÍTULOS: Devem ser claros, breves e concisos, informando o conteúdo do trabalho. Apresentá-los em MAIÚSCULAS e **negrito**, sem ponto final e centrados. Poderão ser seguidos de números (exemplo: ¹) para identificação de nota de rodapé.

AUTORES: Iniciando na margem esquerda, com espaço duplo, 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 objetivo do trabalho. Não deverá ultrapassar 150 palavras e deverá ser escrito num só parágrafo, iniciando, após um espaço duplo, logo abaixo do nome dos autores.

Palavras-chave: Logo após o resumo, com espaço duplo, indicar palavras adicionais para indexação, mas 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: A versão do título em inglês deve estar centrada antes do *abstract*. O *abstract* deve ser escrito por pessoa que tenha domínio do idioma; não deve ser apenas traduzido por programas de computador. Deve haver equivalência de conteúdo entre o *abstract* e o resumo.

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 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS. Os agradecimentos, quando necessários, serão apresentados no final, devendo ser sucintos. Os títulos: RESUMO e ABSTRACT deverão ser justificados à esquerda e os demais, 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 se 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, a 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, **escrito em negrito**, sem ponto final e apresentado de forma concisa e explicativa, acima das tabelas: **TABELA 1 - ...** Usar **Fonte Sas Monospace, tamanho 9, tanto no título como nos dados da tabela**. Ao pé das Tabelas poderão constar notas explicativas em **Fonte 8**.

FIGURAS: Incluem gráficos, mapas, fotos e desenhos e terão o título abaixo das mesmas, escrito em negrito, sem ponto final: **FIGURA 1 - ...** Usar **Fonte 9**. Ao pé das Figuras, acima do título, poderão constar notas explicativas (**Fonte Sas Monospace, tamanho 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.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS: Os trabalhos citados no texto serão ordenados, alfabeticamente, pelo sobrenome do primeiro autor, seguido da inicial do(s) prenome(s), exceto para nomes de origem espanhola, onde entram os dois últimos sobrenomes. Devem seguir as normas da ABNT (Norma NB-66 de 1989).

Para distinguir trabalhos diferentes de mesma autoria, será levada em conta a ordem cronológica, segundo o ano da publicação. Se num mesmo ano houver mais de um trabalho do(s) mesmo(s) autor(es), acrescentar uma letra ao ano (ex. 1996a ; 1996b). Separam-se os diferentes autores por ponto e vírgula (;). Na referência, a segunda e demais linhas subseqüentes iniciarão sob a terceira letra.

Exemplos quanto ao tipo de material a ser referenciado:

Periódicos:

RUBIN, S. de A.L.; SANTOS, O.S. dos. Progresso do melhoramento genético da soja no estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.2, n.2, p.139-147, 1990.

(Para evitar desuniformidade nas abreviaturas de periódicos, recomenda-se escrevê-los por extenso).

Livros:

SOARES, F.; BURLAMAQUI, C.K. **Pesquisa científica**: uma introdução, técnicas e exemplos. 2.ed., São Paulo: Formar, 1972. 352p.

Capítulo de livro:

FOY, C.D. Effects of aluminum on plant growth. In: CLARSON, E.W. (Ed.) **The plant root and its environment**. Charlottesville: University Free of Virginia, 1977. p.601-642.

VENDRAMIN, J.D. A resistência de plantas e o manejo de pragas. In: CROCOMO, W.B. (Ed.) **Manejo integrado de pragas**. Botucatu: UNESP, 1990. Cap.9, p.177-197.

Teses, dissertações:

1. Dissertação ou tese, publicada:

SILVA FILHO, G.N. **Flutuação populacional de microorganismos em solos submetidos a diferentes sistemas de manejo**. Porto Alegre: UFRGS, 1984. 153p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Microbiologia do Solo, Faculdade de Agronomia, UFRGS. 1984.

2. Dissertação ou tese ainda não publicada:

BANGEL, E.V. **Caracterização de estirpes semia de *Bradyrhizobium* spp. Recomendadas para a cultura da soja no Mercosul.** Porto Alegre; UFRGS, 2000. 114p. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola e do Ambiente) – Programa de pós-graduação em microbiologia . Faculdade de Agronomia, 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, devendo incluir comentários críticos e uma conclusão. 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 Referências Bibliográficas. 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 Referências Bibliográficas. Os diferentes tópicos também seguem as mesmas normas descritas anteriormente.