

PESQUISA AGROPECUÁRIA GAÚCHA

ISSN 0104-9070

Volume 9

Números 1-2

2003

CONTEÚDO

SEÇÃO: AGRONOMIA

Página

-Evapotranspiração da cultura do milho em função da demanda evaporativa atmosférica e do crescimento das plantas. RADIN, B.; BERGAMASCHI, H.; SANTOS, A.O.; BERGONCI, J.I.; FRANÇA, S.	7
-Influência da aerobiose e da hipoxia na atividade de enzimas em plântulas de arroz. WIELEWICKI, A.P.; BARROS, A.C.S.A.	17
-Atividade enzimática de genótipos de arroz irrigado sob diferentes condições ambientais. WIELEWICKI, A.P.; BARROS, A.C.S.A.	25
-Uso do solo Bom Jesus com condicionadores orgânicos como alternativa de substrato para plantas. FERMINO, M.H.; KÄMPF, A.N.	33
-Probabilidade de ocorrer precipitação pluvial igual ou superior à evapotranspiração máxima do feijoeiro, na região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul. MATZENAUER, R.; CARGNELUTTI FILHO, A.; MALUF, J.R.T.; ANJOS, C.S. dos	43
-Produtividade de cultivares de meloeiro em ambiente protegido. BARNI, V.; BARNI, N.A.; SILVEIRA, J.R.P.	51
-Rendimento de cultivares de meloeiro em diferentes épocas de semeadura sob ambiente protegido. BARNI, V.; BARNI, N.A.; SILVEIRA, J.R.P.; ARGENTA, G.	59
-Comportamento fenológico e produtivo de cinco cultivares e uma seleção de caqui em Veranópolis, Rio Grande do Sul, Brasil. GRELLMANN, E.O.; SIMONETTO, P. R.; FIORAVANÇO, J.C.	71
-Variabilidade genética para absorção de água em grãos de feijão. RIBEIRO, N. D.; MOURA e SILVA, S.; GARCIA, D. C.; HOFFMANN JÚNIOR, L.	77
-Secagem de grãos de milho em secador de leito fixo: danos físicos. EICHELBERGER, L.; PORTELLA, J.A.	85
-Desenvolvimento vegetativo e conteúdo em reservas de porta-enxertos de videira inoculados com fungos micorrízicos arbusculares. AGOSTINI, S.; SOUZA, P. V. de	93
-Efeito de sistemas de produção com pastagens sobre rendimento e fertilidade do solo sob plantio direto. SANTOS, H.P. dos; FONTANELI, R.S.; SPERA, S.T.; TOMM, G. O.	101
-Conversão e balanço energético de sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas. SANTOS, H.P. dos; IGNACZAK, J.C.; LHAMBY, J. B.; CARMO, C. do	113
-Análise econômica de culturas de inverno e verão em sistemas de produção mistos sob plantio direto. SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R.S.; AMBROSI, I.	121
-Fenologia da videira na Serra Gaúcha. MANDELLI, F.; BERLATO, M.A.; TONIETTO, J.; BERGAMASCHI, H.	129

SEÇÃO: VETERINÁRIA

-A unidade de produção familiar de leite no estado do Rio Grande do Sul, observada através de três diferentes tipologias sócio-tecnológicas de produtores: o moderno convencional, o em transição e o tradicional. WAGNER, S.A.; GEHLEN, I.; WIEST, J.M.	145
---	-----

ARTIGO DE REVISÃO

-Indução de poliploidia no melhoramento de plantas. WITTMANN, M. T. S.; DALL'AGNOL, M.	155
---	-----

COMUNICADO TÉCNICO

-Redescrição de Melicharoptera polyneura (Berg, 1883) e novos registros para o Brasil (Hemiptera, Dictyopharidae). PULZ, C.E.; CARVALHO, G.S.	165
--	-----

PESQUISA AGROPECUÁRIA GAÚCHA

ISSN 0104-9070

Volume 9

Números 1-2

2003

CONTENTS

SECTION: AGRONOMY

Page

-Evapotranspiration of corn as function of the atmospheric evaporative demand and plant growth. RADIN, B.; BERGAMASCHI, H.; SANTOS, A. O.; BERGONCI, J. I.; FRANÇA, S.	7
-Influence of aerobiosis and hipoxia in the activity of the enzymes in rice seedlings. WIELEWICKI, A. P.; BARROS, A. C. S. A.	17
-Enzymatic activity of flooded rice genotypes under different environmental conditions. WIELEWICKI, A. P.; BARROS, A. C. S. A.	25
-Use of the Bom Jesus soil with organic conditioners as horticultural substrates of plants. FERMINO, M. H.; KÄMPF, A. N.	33
-Probability to occur equal or superior pluvial precipitation to the maximum evapotranspiration for common bean in Planalto Médio of Rio Grande do Sul State, Brazil. MATZENAUER, R.; CARGNELUTTI FILHO, A.; MALUF, J. R. T.; ANJOS, C. S. dos	43
-Productivity of melon cultivars in polyethylene greenhouse. BARNI, V.; BARNI, N. A.; SILVEIRA, J. R. P.	51
-Yield of melon cultivars in greenhouse in different sowing periods. BARNI, V.; BARNI, N.; SILVEIRA, J. R. P.; ARGENTA, G.	59
-Vegetative and productive behavior of five cultivars and one selection of persimmon in Veranópolis, Rio Grande do Sul, Brazil. GRELLMANN, E. O.; SIMONETTO, P. R.; FIORAVANÇO, J. C.	71
-Genetic variability for water absorption capability in common bean grains. RIBEIRO, N. D.; MOURA e SILVA, S.; GARCIA, D. C.; HOFFMANN JÚNIOR, L.	77
-Drying of corn kernels in a fixed bed drier: physical injuries. EICHELBERGER, L.; PORTELLA, J. A.	85
-Vegetative growth and carbohydrate contents of grapevine rootstocks inoculated with arbuscular mycorrhizal fungi. AGOSTINI, S.; SOUZA, P. V. de	93
-Effect of production systems with forages on yield and soil fertility under no-tillage. SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S.; SPERA, S. T.; TOMM, G. O.	101
-Energy conversion and balance of soil tillage systems and different winter crops. SANTOS, H. P. dos; IGNACZAK, J. C.; LHAMBY, J. B.; CARMO, C. do	113
-Economic analysis of winter and summer crops in mixed production systems under no-tillage. SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S.; AMBROSI, I.	121
-Phenology of wine grapes in the Serra Gaúcha region. MANDELLI, F.; BERLATO, M. A.; BERGAMASCHI, H.	129

SECTION: VETERINARY

-The family dairy production units in Rio Grande do Sul observed through three different socio-technological typologies of producers: modern conventional, transitional and traditional. WAGNER, S. A.; GEHLEN, I.; WIEST, J. M.	145
---	-----

REVIEW

-Polyploidy in plant breeding. WITTMANN, M. T. S.; DALL'AGNOLL, M.	155
---	-----

NOTE

-Redescription of Melicharoptera polyneura (Berg, 1883) and new records to Brazil (Hemiptera, Dictyopharidae). PULZ, C. E.; CARVALHO, G. S.	165
--	-----

SEÇÃO: AGRONOMIA

EVAPOTRANSPIRAÇÃO DA CULTURA DO MILHO EM FUNÇÃO DA DEMANDA EVAPORATIVA ATMOSFÉRICA E DO CRESCIMENTO DAS PLANTAS

BERNADETE RADIN¹, HOMERO BERGAMASCHI², ANTONIO ODAIR SANTOS³, JOÃO ITO BERGONCI² e SOLANGE FRANÇA⁴

RESUMO - A alta sensibilidade da cultura do milho ao déficit hídrico, sobretudo durante o período de floração, exige conhecimento preciso das necessidades de água, para diversos campos de aplicação. Com o objetivo de quantificar a evapotranspiração ao longo do ciclo do milho, em diferentes condições atmosféricas, foi conduzido um trabalho de campo, de 1993/94 a 1996/97, na Estação Experimental Agronômica da UFRGS em Eldorado do Sul, RS, com o híbrido precoce (Pioneer 3230), semeado no final do mês de outubro, utilizando-se uma população de aproximadamente 67 mil plantas ha⁻¹. Foi medida a evapotranspiração máxima da cultura, através de lisímetro de pesagem, obtendo-se média de 656mm de água durante o ciclo da cultura, variando de 575 a 732mm entre os anos. Esta variação é atribuída, principalmente, à demanda evaporativa atmosférica. Houve variações também ao longo do ciclo da cultura, sendo a ET_m baixa no início, aumentando com o crescimento do índice de área foliar, até um máximo próximo ao pendoamento, e diminuindo ao final do ciclo.

Palavras-chave: água, lisímetro, IAF.

EVAPOTRANSPIRATION OF CORN AS FUNCTION OF THE ATMOSPHERIC EVAPORATIVE DEMAND AND PLANT GROWTH

ABSTRACT - The high sensibility of maize crops to water deficits, mainly during the flowering period, makes necessary precise data in terms of water necessity, for several purposes of applications. With the objective to quantify the evapotranspiration throughout the maize crop cycle, at different atmospheric conditions, a field experiment was carried out from 1993/94 to 1996/97, at the Estação Experimental Agronômica of UFRGS, in Eldorado do Sul, Brazil. It was used an early hybrid (Pioneer 3230), sowed at the end of October, in a stand of around 67 thousands plants per hectare. The crop maize maximum evapotranspiration was measured in a weighing lysimeter, located in the center of a 0,54ha homogeneously cropped area. An average ET_m of 656mm for the entire crop cycle was obtained, ranging from 575 to 732mm during the four-years period. This variation was attributed, mainly, to differences in the atmospheric evaporative demand. Variations in ET_m throughout the crop cycle were also observed in a similar pattern, with minimum values at the beginning of the plant growth, increasing according to the leaf area index, up to maximum values during the flowering stages, and decreasing at the end of the crop cycle.

Key words: lysimeter, water, LAI.

¹ Eng^a Agr^a, Doutora, Pesquisadora da FEPAGRO Sede/SCT/RS. Rua Gonçalves Dias, 570. Bairro Menino Deus, Porto Alegre. CEP: 90130-060. radin@fepagro.rs.gov.br

² Eng. Agr., Doutor, Professor do Departamento de Forrageiras e Agrometeorologia da UFRGS. homerobe@ufrgs.br

³ Eng. Agr., Doutor, Pesquisador do IAC. odairsan@iac.br

⁴ Eng^a Agr^a, Doutora, Professora da Universidade de Santa Cruz, Ilhéus, BA.

INTRODUÇÃO

Tanto no Brasil como no Rio Grande do Sul, a cultura do milho ocupa lugar de destaque entre aquelas de maior importância econômica. No Brasil, o milho ocupou mais de 12 milhões de hectares na safra de 2001, sendo que no Estado do Rio Grande do Sul a área cultivada foi de 1,65 milhão de hectares (IBGE, 2002). Esta cultura possui um período de alta sensibilidade ao déficit hídrico, que engloba a floração e o início de enchimento de grãos (MATZENAUER et al., 2002). Este período é relativamente curto e, por este motivo, o milho é uma das culturas mais afetadas pelas restrições hídricas, que normalmente ocorrem nos meses de verão.

A precipitação pluvial anual é, na maioria dos casos, suficiente para grande parte das culturas agrícolas. Entretanto, estas podem estar sujeitas a excesso ou falta de água em seus períodos críticos, o que provoca a variabilidade anual da produção e redução nos índices produtivos de muitas regiões (EPPERSON et al., 1993). Para o Rio Grande do Sul, MATZENAUER et al. (2002) detectaram que, na maioria dos anos, a precipitação pluvial não é suficiente para atender à demanda hídrica do milho, principalmente durante os períodos críticos, podendo-se esperar reduções de rendimento de grãos em quatro de cada dez safras. Por isso, torna-se imprescindível o manejo adequado da água disponível, através de uma melhor definição de práticas culturais ou através de ajustes na quantidade de água a ser aplicada por irrigação.

No planejamento e manejo de sistemas de irrigação é importante conhecer a demanda hídrica da cultura e a época oportuna de irrigar, visto que ocorrem aumentos nos custos de produção e isto exige uso eficiente e racional da água. A necessidade hídrica de uma cultura é tecnicamente denominada de evapotranspiração, a qual considera a evaporação do solo mais a transpiração dos vegetais, também definida como a perda total de vapor d'água numa superfície vegetada, num dado período de tempo. A evapotranspiração máxima (ET_m) é a que se dá em uma cultura específica, com densidade de plantas e fertilidade do solo ótimas, crescendo em solo bem suprido de água, sob adequada bordadura e condições meteorológicas típicas (PERRIER, 1984; BURMAN e POCHOP, 1994).

A evapotranspiração máxima, determinada

em um certo local, é função das condições de umidade do solo, das condições meteorológicas ocorridas, bem como das características de crescimento e desenvolvimento das plantas. Assim, a disponibilidade hídrica às plantas depende da interação entre a demanda evaporativa da atmosfera e da disponibilidade hídrica no solo. Isto foi comprovado por DENMEAD e SHAW (1962), trabalhando com milho em Iowa (EUA), os quais determinaram totais diários de transpiração do milho em função da umidade do solo, para condições atmosféricas diferentes. Eles encontraram resultados bastante variáveis de acordo com a demanda evaporativa da atmosfera. Em dias nublados e com umidade do ar elevada, considerados de baixa demanda atmosférica, a transpiração foi baixa. Numa situação oposta, em dias claros e secos, considerados de alta demanda evaporativa da atmosfera, mesmo com elevada umidade no solo as plantas não conseguiram extraí-la numa taxa compatível com as suas necessidades. Isto pode ser resultado do fechamento temporário dos estômatos, devido a transpiração periestomática, para evitar o secamento das folhas.

A demanda evaporativa do ar é determinada pela radiação solar, velocidade do vento, umidade e temperatura do ar. Destes, a radiação solar é o elemento de maior importância, pois a evapotranspiração depende, fundamentalmente, da energia disponível para a mudança do estado físico da água (MATZENAUER et al., 1992). A temperatura do ar também se correlaciona positivamente com a evapotranspiração. Um aumento na temperatura do ar influi positivamente na densidade do fluxo de evaporação pois torna maior a quantidade de vapor d'água que pode estar presente no mesmo volume de ar, ao ser atingida a saturação (VIANELLO e ALVES, 1991). Portanto, ela tende a aumentar o déficit de saturação do vapor d'água no ar, bem como aumentar o déficit de pressão de vapor d'água entre a folha e o ar, ocasionando aumento da quantidade de água evaporada.

Alguns trabalhos demonstraram que a ET_m do milho, sem restrição hídrica, é baixa no início do desenvolvimento das plantas, atingindo valores máximos no início do pendoamento e diminuindo após a maturação dos grãos (DOSS et al., 1962; MATZENAUER et al., 1983). À medida que a cultura cresce e se desenvolve, aumenta a ET_m

devido ao aumento do IAF e à maior demanda evaporativa da atmosfera. O aumento da evapotranspiração com a área foliar é atribuído à transpiração crescente, haja visto que a evaporação do solo tende a diminuir devido ao sombreamento pelas plantas. Além disso, os maiores valores de ETm próximo ao pendoamento estão relacionados, também, à maior atividade fisiológica da cultura. Ao final do ciclo, ocorre redução da ETm devido ao declínio da atividade fotossintética das folhas, à redução da área foliar e à diminuição da demanda evaporativa da atmosfera (OLIVEIRA et al., 1993; MATZENAUER et al., 2002). No Estado do Rio Grande do Sul, a maior demanda evaporativa ocorre nos meses de dezembro e janeiro e, normalmente, coincide com o período de maior atividade fisiológica da cultura (MATZENAUER et al., 2002; FRANÇA, 1997).

O conhecimento da ETm é indispensável em projetos de irrigação, para o uso racional de fontes de água, para planejamento e monitoramento de culturas, pois ela representa a quantidade de água que deve ser repostada ao solo para manter o crescimento e o desenvolvimento em condições ideais. Além disso, muitos estudos que envolvem aptidão climática (como zoneamentos agrícolas) requerem precisão na determinação das necessidades de água das diversas culturas (SANTOS et al., 1994).

O presente trabalho teve como objetivo quantificar a evapotranspiração máxima da cultura do milho, ao longo do ciclo e sob diferentes condições de demanda atmosférica.

MATERIAL E MÉTODOS

Um experimento de campo foi conduzido nos anos agrícolas de 1993/94 a 1996/97, na Estação Experimental Agrônômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA/UFRGS), em Eldorado do Sul, RS (latitude 30°05'S, longitude 51°39'W e altitude 40m), região climática da Depressão Central. O clima da região é subtropical úmido de verão quente do tipo fundamental "Cfa", conforme a classificação climática de Köppen, sendo a temperatura média mensal do período de crescimento de 23,5°C. A precipitação média anual é de 1440 mm (BERGAMASCHI et al., 2003).

Em todos os anos foram utilizadas sementes do híbrido precoce de milho Pioneer 3230, com população de aproximadamente 67.000 plantas por

hectare, utilizando-se espaçamento de 0,20m entre plantas e 0,75m entre linhas. As semeaduras foram realizadas nos dias 28 de outubro de 1993, 04 de novembro de 1994, 25 de outubro de 1995 e 29 de outubro de 1996.

A área ocupada pelo experimento tem 90 x 60m, no centro da qual havia um lisímetro de pesagem composto por uma caçamba metálica de 3,4m de comprimento, 1,5m de largura e 0,9m de profundidade, apoiada sobre uma balança de acionamento mecânico. Este sistema está instalado em um fosso de concreto e contém o mesmo solo do local, nivelado com o terreno. O equipamento permite medir a evapotranspiração com resolução de 0,1mm. Nos anos de 1993/94, 1994/95 e 1995/96 um observador fazia leituras diárias no lisímetro, às 9h local, através de régua de pesagem acoplada à balança. No ano de 1996/97 as pesagens eram registradas continuamente, através de uma célula de carga conectada a um "datalogger" (modelo CR10 – Campbell), conforme foi descrito por BERGAMASCHI et al. (1997). Instalado ao lado do experimento, este novo sistema também monitorava sensores de temperatura do ar, radiação solar global, umidade relativa do ar, velocidade do vento e precipitação pluvial.

Foi utilizado um sistema de irrigação por aspersão, constituído de uma linha de 12 aspersores colocados na direção longitudinal (leste-oeste) a 3m de altura e espaçados em 6m, na linha central do experimento, junto ao lisímetro. As irrigações eram realizadas sempre que necessárias, para manter a umidade do solo próxima à capacidade de campo, dentro e fora do lisímetro, a qual era monitorada através de tensiômetros.

Foi realizada análise de crescimento retirando-se amostras de plantas, semanalmente, desde oito dias após a emergência até a maturação fisiológica. Media-se a altura e a área foliar das plantas (com um integrador de área foliar LI-COR modelo LI 3000), determinando-se o índice de área foliar (IAF):

$$IAF = AF/S \quad (1)$$
 em que AF é a área foliar (m²) e S a superfície do solo ocupado pela amostra (m²).

O cálculo da evapotranspiração máxima da cultura do milho (ETm) foi realizado através do balanço hídrico do solo, em lisímetro de pesagem, pela seguinte fórmula:

$$ETm_i = \frac{(M_i - M_{i+1})}{A} + P + I - D \quad (2)$$

sendo ETm_i (mm) a evapotranspiração da cultura no dia i considerado (em valores positivos), M_i a massa do sistema (solo + água + plantas) no dia i (Kg), M_{i+1} a massa do sistema no dia seguinte (Kg), P a precipitação pluvial (mm), I a irrigação (mm), D a drenagem (mm), e A a área do lisímetro ($5,1m^2$).

A evapotranspiração de referência (ET_o) foi calculada, em base diária, segundo o método de PENMAN, da seguinte forma:

$$ET_o = \frac{\left(\frac{s}{\gamma}\right)\left(\frac{Rn}{59}\right) + Ea}{\left(\frac{s}{\gamma}\right) + 1} \quad (3)$$

sendo s o coeficiente angular da curva que relaciona a pressão de saturação e a temperatura ($mmHg^{\circ}C^{-1}$); γ constante psicrométrica ($mmHg^{\circ}C^{-1}$); Rn o saldo de radiação em superfície gramada ($cal\ cm^{-2}\ dia^{-1}$); Ea o termo aerodinâmico, expresso por:

$$Ea = 0,35(es - e)(0,5 + 0,01U_2) \quad (4)$$

sendo es a tensão de saturação do vapor ($mmHg$); e a tensão real de vapor ($mmHg$); U_2 a velocidade do vento a 2m de altura ($milhas\ dia^{-1}$).

O saldo de radiação (Rn) foi estimado, em base diária, a partir da radiação solar global (Rs) pelo modelo (BERGAMASCHI et al., 2003):

$$Rn = -18,81 + 0,69 Rs \quad (5)$$

sendo Rn e Rs expressos em $cal\ cm^{-2}\ dia^{-1}$, no período das 24 horas.

O coeficiente de cultura (Kc) foi obtido através da seguinte fórmula:

$$Kc = ETm/ET_o \quad (6)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A precipitação pluvial acumulada e a média da radiação solar (Rs) de cada decêndio, durante o ciclo da cultura do milho e nos anos de 1993/94 a 1996/97 estão representadas na Figura 1. Do sexto ao nono decêndio do ciclo de 1993/94, ocorreu estiagem. Nesse período a radiação solar se manteve elevada, diminuindo após. No ano de 1994/95 a precipitação foi distribuída de modo a não caracterizar déficit hídrico prolongado ao longo do ciclo da cultura.

Em 1995/96, durante o período vegetativo da cultura do milho, houve estiagem entre 20 e 50 dias após a emergência (DAE) (terceiro ao quinto decêndio). Consequentemente, a radiação solar foi elevada nesse período. Durante o período experimental de 1996/97, houve estiagem já a partir do crescimento vegetativo, com algumas precipitações intercaladas. Porém, no subperíodo de pendramento a espigamento houve redução na quantidade e frequência de chuvas, o que se caracterizou como deficiência hídrica.

O consumo de água pela cultura sem déficit hídrico, ou seja, a evapotranspiração máxima (ETm) durante o ciclo da cultura e a evapotranspiração de referência (ET_o), dos quatro anos, podem ser observados na Figura 2. Houve variações da ETm ao longo do ciclo do milho entre os diferentes anos. Essas variações podem ser atribuídas, principalmente, a diferenças na demanda evaporativa atmosférica (ET_o), em função de variações de elementos meteorológicos que, além de determinarem a demanda evaporativa, também afetam o crescimento da cultura e a condutância estomática, ou seja, alteram a perda de vapor d'água das folhas para a atmosfera.

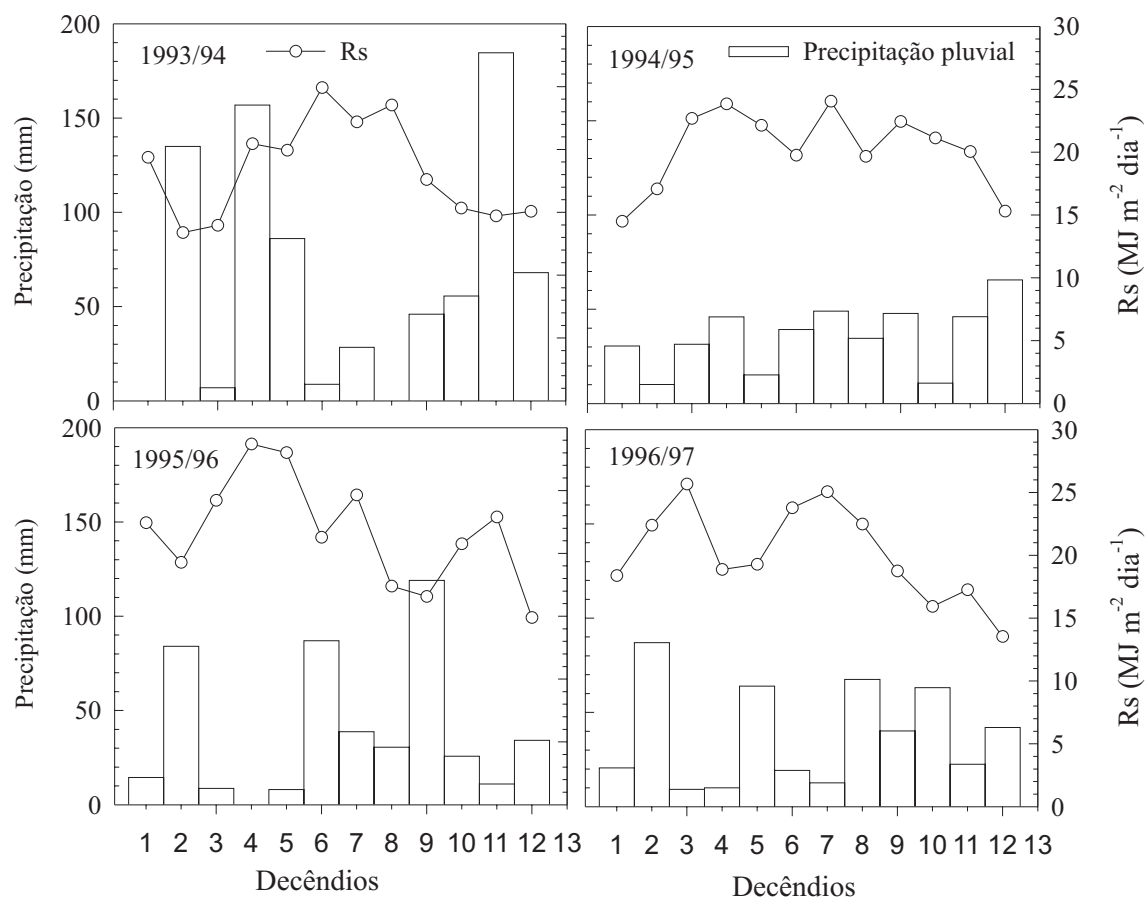
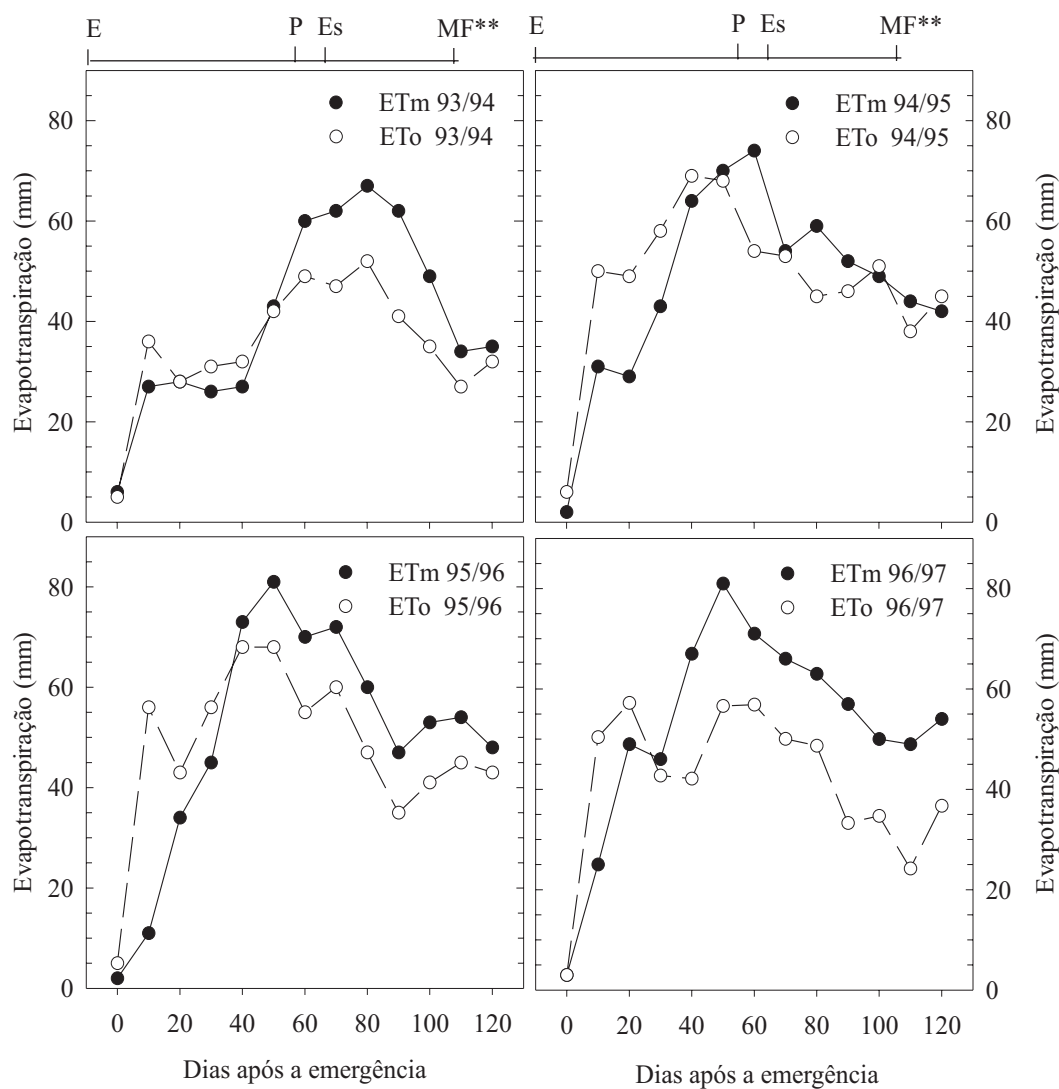


Figura 1. Médias decendiais de radiação solar global (Rs) e totais de precipitação pluvial nos períodos experimentais de 1993/94 a 1996/97. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul/RS.

No ano de 1993/94, até em torno de 50 DAE (próximo ao pendoamento), a ET_m foi mais baixa do que em outros anos (Figura 2). Nesse mesmo período ocorreu maior precipitação (Figura 1). Com isto, o céu permaneceu encoberto por mais tempo e, conseqüentemente, a ET_o foi baixa, provocando diminuição do fluxo transpiratório. Houve, portanto, maior evapotranspiração quando o fluxo de radiação solar foi mais elevado, embora a demanda hídrica da cultura também seja influenciada por outros fatores, além da radiação solar, inclusive características da própria vegetação, que interagem com o ambiente físico.

Através da Figura 3, pode-se observar dois dias (63 e 65 DAE) nos quais a radiação solar apresentou valores semelhantes. Porém, a ET_m foi de 8,3mm aos 63 DAE e 6,3mm aos 65 DAE. A diferença observada entre os dois dias pode ser atribuída a outros elementos meteorológicos que compõem a demanda atmosférica, pois nesses dias, o IAF era o mesmo. Os valores de temperatura e déficit de saturação (DS) aos 63 DAE se mantiveram superiores àqueles encontrados aos 65 DAE, durante todo o período, proporcionando uma maior ET_m aos 63 DAE.



**E= emergência; P= pendoamento; Es= espigamento; MF= maturação fisiológica.

Figura 2. Evapotranspiração máxima (ETm) e evapotranspiração de referência (ETo) ao longo do ciclo da cultura do milho (híbrido Pioneer 3230), em diferentes anos. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul/RS.

EVAPOTRANSPIRAÇÃO DA CULTURA DO MILHO EM FUNÇÃO DA DEMANDA EVAPORATIVA ATMOSFÉRICA E DO CRESCIMENTO DAS PLANTAS

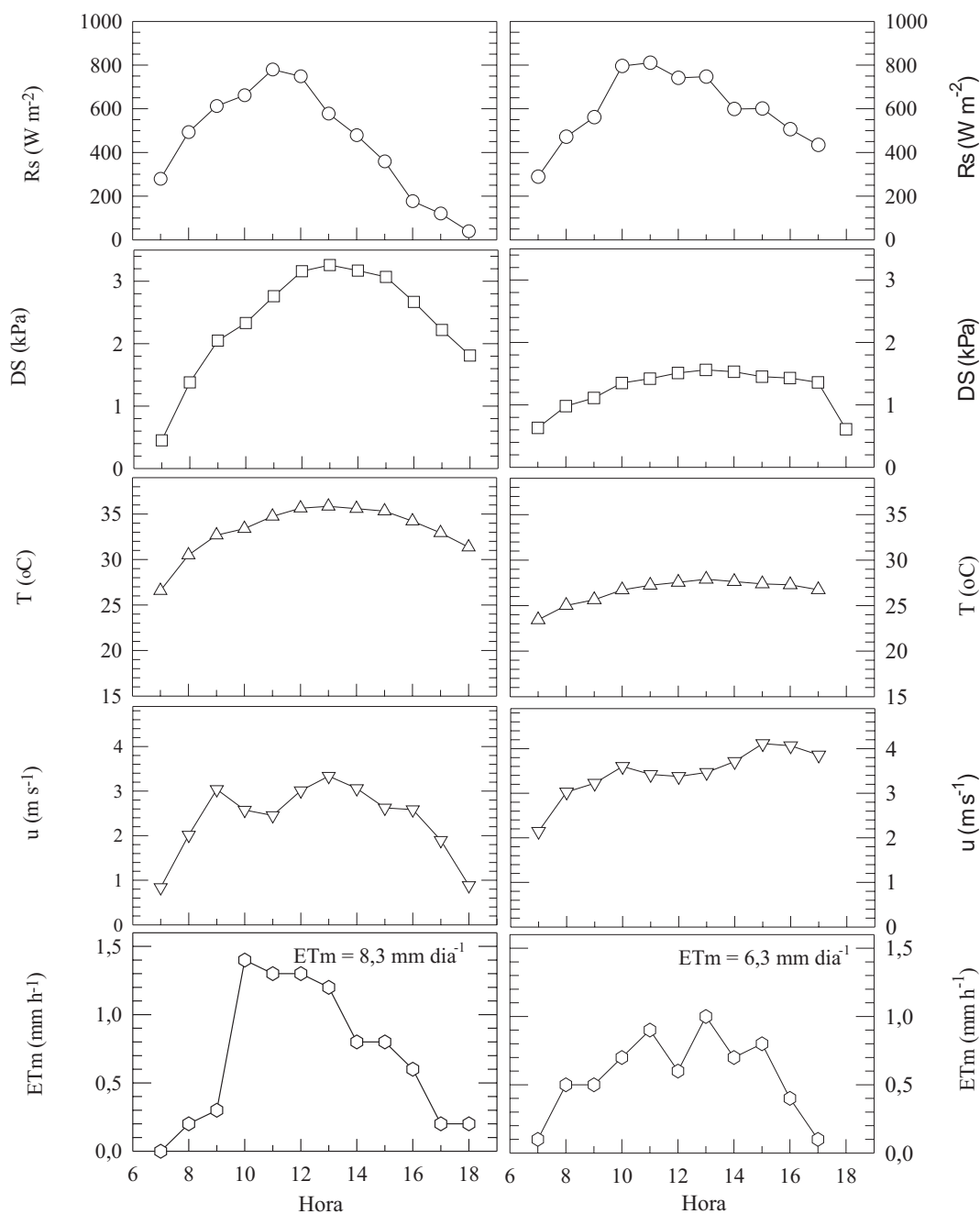


Figura 3. Radiação solar (R_s), déficit de saturação (DS), temperatura (T), velocidade do vento (u) e evapotranspiração máxima (ET_m) aos 63 (primeira coluna) e aos 65 dias após a emergência (segunda coluna). EEA/UFRGS, Eldorado do Sul/RS. 1997.

No início do ciclo da cultura do milho a ET_o foi superior à ET_m (Figura 2 e Tabela 1). Os métodos de estimativa da evapotranspiração de referência tendem a apresentar valores superiores aos de evapotranspiração máxima nas etapas iniciais do crescimento vegetativo e menores após a cultura atingir seu completo desenvolvimento. A superes-

timativa se deve à baixa transpiração, causada pela pequena área foliar, já que o cálculo da ET_o pressupõe uma superfície vegetada cobrindo totalmente o solo. Segundo MATZENAUER et al. (2002), para que se possa estimar a evapotranspiração máxima das culturas em diferentes anos, locais e épocas de semeadura, deve-se estabelecer rela-

ções entre a evapotranspiração máxima com algum valor de referência. Neste trabalho, calculou-se a relação entre a evapotranspiração máxima e a evapotranspiração de referência calculada pelo método de Penman. Essa relação se denomina coeficiente de cultura (K_c). Os menores valores de K_c foram no início do ciclo da cultura, desde a emergência até 30 dias após (terceiro decêndio). Desse subperíodo até 50% do pendoamento (sexto decêndio) ocorre aumento nos valores de K_c , pois com o aumento da área foliar (Figura 4A) aumenta também a ET_m , que se torna superior à ET_o quando o IAF for elevado (RADIN, 1998). LARCHER (2000) afirmou que a necessidade de água é aproximadamente proporcional à quantidade de fitomassa. Portanto, o maior consumo de água, quando as plantas encontravam-se com IAF elevado, pode ser atribuído à maior área transpirante, uma vez que a evaporação do solo tendeu a diminuir devido ao sombreamento das folhas. No subperíodo pendoamento-maturação leitosa (até nono decêndio), além do alto índice de área foliar e intensa atividade fisiológica, há também coincidência com o período de maior demanda evaporativa,

que no Estado do Rio Grande do Sul ocorre nos meses de dezembro e janeiro.

Os maiores valores de ET_m e IAF foram encontrados próximo às fases de pendoamento e espigamento. Após este período, o IAF decresceu devido à senescência das folhas, causando diminuição da ET_m (Figura 4B). Entretanto, é importante observar que, por exemplo, com um IAF de 3, no início do ciclo, a ET_m foi aproximadamente o dobro daquela encontrada ao final do ciclo, com o mesmo IAF. Isto pode ser atribuído a que, no início, todas as folhas estavam transpirando e causavam pouco auto-sombreamento. Já no final do ciclo, também com IAF de 3, existem muitas folhas senescentes que, além de não mais transpirem, também provocavam redução da radiação solar, do vento e aumento da umidade do ar nas folhas fotossinteticamente ativas do interior do dossel, reduzindo-lhes a transpiração. JENSEN (1973) afirmou que, quando a cultura atinge a maturação fisiológica, a taxa de evapotranspiração decresce rapidamente, devido ao secamento dos órgãos das plantas.

Tabela 1. Evapotranspiração máxima (ET_m) e evapotranspiração de referência (ET_o), em mm dia^{-1} , e coeficiente de cultura (K_c) em decêndios após a emergência da cultura do milho (híbrido Pioneer 3230), média dos anos de 1993/94 a 1996/97. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS.

Decêndios	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ET_m	2,58	3,50	4,00	5,78	6,88	6,88	6,18	6,23	5,45	5,03	4,53	4,48
ET_o	5,08	4,45	4,48	5,18	5,55	5,40	4,83	4,93	3,98	3,78	3,67	4,00
K_c	0,5	0,8	0,9	1,1	1,2	1,3	1,3	1,3	1,4	1,3	1,2	1,1

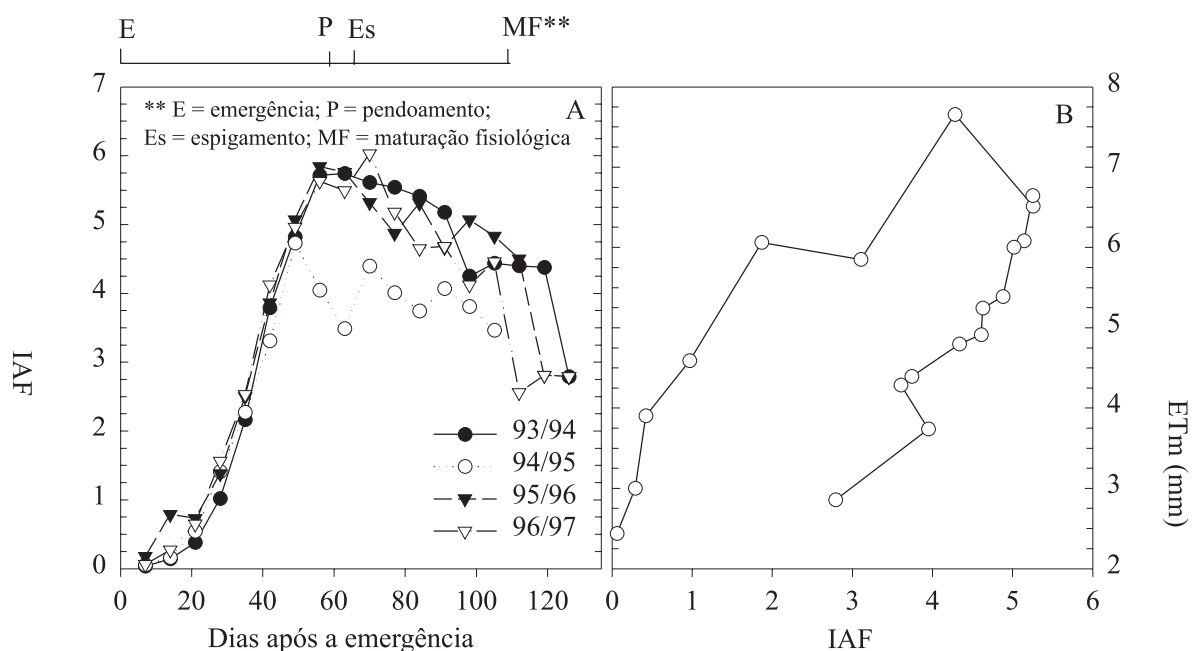


Figura 4. Índice de área foliar (IAF) em função de dias após a emergência (A) e evapotranspiração máxima (ETm) (B) da cultura do milho (híbrido Pioneer 3230) média dos anos de 1993/94 a 1996/97, em função do IAF. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul/RS.

A evapotranspiração média dos quatro anos foi menor no início do ciclo, com média de 2,58mm dia⁻¹, nos primeiros dez dias após a emergência, aumentando com o desenvolvimento da cultura e atingindo um valor médio máximo de 6,88mm dia⁻¹ próximo ao pendoamento e decrescendo na maturação (Tabela 1), devido à redução progressiva da transpiração no final do ciclo da cultura. Este valor máximo ficou próximo ao encontrado por

MATZENAUER et al. (1980), que foi de 7,0mm dia⁻¹, na média de quatro anos e na mesma região climática, mas com 50 mil plantas por hectare.

Da semeadura ao final do ciclo, o total de evapotranspiração da cultura do milho foi de 575, 622, 697 e 732mm e a evapotranspiração de referência foi de 567, 644, 689 e 620mm nos anos de 1993/94, 1994/95, 1995/96 e 1996/97, respectivamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERGAMASCHI, H.; GUADAGNIN, M.R.; CARDOSO, L.S.; SILVA, M.I.G da. **Clima da Estação Experimental da UFRGS (e região de abrangência)**. Porto Alegre: Gráfica da UFRGS, 2003. 77p.

BERGAMASCHI, H.; ROSA, L.M.G.; SANTOS, A.O. Automação de um lisímetro de pesagem através de estação meteorológica, a campo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10, Piracicaba, 1997. **Anais...** Piracicaba:ESALQ, 1997. p.222-224.

BURMAN, R.; POCHOP, L.O. **Evaporation, evapotranspiration and climatic data**. Amsterdam: Elsevier, 1994. 278p.

DENMEAD, O.T.; SHAW, R.H. Availability of soil water to plants as affected by soil moisture and meteorological conditions. **Agronomy Journal**, Madison, v. 54. p. 385-90, 1962.

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

EPPERSON, J.E.; HOOK, J.E.; MUSTAFA, Y. Dinamic programming for improving irrigation scheduling strategies of maize. **Agricultural Systems**, Oxford, v.42, p.85-101, 1993.

FRANÇA, S. Modelagem do crescimento de milho em função da radiação solar e da temperatura do ar, com e sem irrigação. Porto Alegre: UFRGS, 1997. 75f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Programa de Pós-graduação em Agronomia, UFRGS. 1997.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. Disponível em: <http://www.ibge.net> Acesso em setembro de 2002.

JENSEN, M.E. **Consumptive use of water and irrigation**

- water requirements.** New York: American Society of Civil Engineers, 1973. 215p.
- LARCHER, W. *Ecofisiologia vegetal*. Rima: São Carlos, 2000. 531p.
- MATZENAUER, R. Evapotranspiração de plantas cultivadas e coeficientes de cultura. In: BERGAMASCHI, H. (Coord.). **Agrometeorologia aplicada à irrigação**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 1992. p. 33-49.
- MATZENAUER, R. **Evapotranspiração do milho (*Zea mays* L.) e suas relações com fórmulas e parâmetros meteorológicos**. Porto Alegre, 1980. 128f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Programa de Pós-graduação em Agronomia, UFRGS, 1980.
- MATZENAUER, R.; BERGAMASCHI, H.; BERLATO, M.A. et al. **Consumo de água e disponibilidade hídrica para milho e soja no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Fepagro, 2002. 105p. Boletim Técnico, n.10.
- MATZENAUER, R.; WESTPHALEN, S.L.; BERGAMASCHI, H. Relações entre a evapotranspiração do milho e as fórmulas de Penman e Thornthwaite. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 11, p. 1207-1214, 1983.
- OLIVEIRA, F.A.; SILVA, J.J.S.; CAMPOS, T.G.S. Evapotranspiração e desenvolvimento radicular do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, n.12, p.1407-1415, 1993.
- PERRIER, A. Updated evapotranspirations and crop water requirements definitions. In: INRA. **Les besoins en eau des cultures: crop water requirements**. Paris, 1984. 927p.
- RADIN, B. **Evapotranspiração máxima do milho medida em lisímetro e estimada pelo modelo de Penman-Monteith modificado**. Porto Alegre: UFRGS, 1998. 96f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Programa de Pós-graduação em Agronomia, UFRGS. 1998.
- SANTOS, A.O.; BERGAMASCHI, H.; CUNHA, G.R. Avaliação de métodos para a estimativa da evapotranspiração máxima de alfafa. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.2, p.37-42, 1994.
- VIANELLO, R.L.; ALVES, A.R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1991. 449p.

INFLUÊNCIA DA AEROBIOSE E DA HIPOXIA NA ATIVIDADE DE ENZIMAS EM PLÂNTULAS DE ARROZ¹

ANGÉLICA POLENZ WIELEWICKI² e ANTONIO CARLOS SOUZA ALBUQUERQUE BARROS³

RESUMO - A simulação de condições ambientais adversas e o acompanhamento de algumas enzimas-chave durante o desenvolvimento das plântulas podem orientar os trabalhos de melhoramento genético de arroz. Assim, os objetivos deste trabalho foram detectar a presença da enzima álcool desidrogenase (ADH) na parte aérea das plântulas de arroz desenvolvidas em condições de aerobiose e de hipoxia, relacionar as atividades das enzimas glutamato oxaloacetato transaminase (GOT) e malato desidrogenase (MDH) com a disponibilidade de oxigênio e comparar o crescimento da parte aérea das plântulas com as atividades das enzimas estudadas. Os tratamentos constituíram-se das temperaturas de 20, 25 e 30°C em condições de aerobiose e de hipoxia, aplicadas durante a germinação e crescimento inicial das plântulas de seis cultivares de arroz irrigado. Constatou-se que o comprimento das plântulas desenvolvidas sob aerobiose nas temperaturas de 25 e 30°C é maior do que em todos os outros tratamentos. A enzima álcool desidrogenase só é detectada em plântulas desenvolvidas em hipoxia e em temperaturas superiores a 20°C. A atividade das enzimas glutamato oxaloacetato transaminase e malato desidrogenase em plântulas desenvolvidas em aerobiose e em hipoxia varia em função da temperatura. Há maior atividade da enzima glutamato oxaloacetato transaminase em plântulas de IRGA 417 e da enzima malato desidrogenase em plântulas de IRGA 416, IRGA 417 e Bluebelle desenvolvidas em aerobiose do que em hipoxia.

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., arroz irrigado, crescimento de plântulas.

INFLUENCE OF AEROBIOSIS AND HIPOXY IN THE ACTIVITY OF THE ENZYMES IN RICE SEEDLINGS

ABSTRACT - The simulation of adverse environmental conditions and the monitoring of some key enzymes during the development of seedlings are able to orient the work of genetic improvement. Hence, this paper aims at: (a) detecting the presence of the enzyme alcohol dehydrogenase (ADH) in the seedling shoots developed under conditions of aerobiosis and of hipoxia; (b) relating the activities of the enzymes glutamate oxaloacetate transaminase (GOT) and malate dehydrogenase (MDH) to the availability of oxygen; and (c) comparing the growth of the seedling shoots with the activities of the enzymes studied. The treatments consisted of the temperatures of 20, 25 and 30°C under conditions of aerobiosis and of hipoxia, used during the germination and initial growth of seedlings of six genotypes of flooded rice. It was observed that the length of the seedling developed under aerobiosis at the temperatures of 25 and 30°C is superior than that of all other treatments. The enzyme ADH was only detected in seedlings developed under hipoxia and at temperatures higher than 20°C. The activity of the enzymes MDH and GOT in seedlings developed under either aerobiosis or hipoxia varies across temperatures. There is a higher level of activity of the enzyme GOT in seedlings of IRGA 417 and of the enzyme MDH in seedlings of IRGA 416, IRGA 417 and Bluebelle developed under aerobiosis than under hipoxia.

Key words: *Oryza sativa* L., flooded rice, seedling growth

¹ Parte da Tese de Doutorado apresentada pelo primeiro autor à Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Pelotas, RS.

² Eng. Agr., Dr. Pesquisador IV da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO), Centro de Pesquisa de Sementes, Bairro Cerrito, Júlio de Castilhos, RS, CEP 98130-000. E-mail: angelica-wielewicki@fepagro.rs.gov.br

³ Eng. Agr.; Dr. Professor Adjunto da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Dep. de Fitotecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM), Caixa Postal 354, CEP 96010-900. Pelotas, RS. E-mail: acbarros@ufpel.tche.br

Recebido para publicação em 05-06-2003

INTRODUÇÃO

A qualidade das sementes é fundamental em programas de produção agrícola, visto que é por meio delas que as características agronômicas das cultivares obtidas pela pesquisa chegam aos agricultores. A análise de enzimas é importante no acompanhamento da transmissão de genes durante o melhoramento vegetal quanto à detecção do gene introduzido (FEDERIZZI, 1998), assim como na identificação de genótipos que possuam capacidade de adaptação diferenciada frente a um determinado estresse.

O efeito do ambiente e a interação entre genótipo e ambiente modificam a manifestação do potencial genético de um indivíduo, causando uma situação confusa no que se refere à identificação das plantas superiores (BARBOSA NETO, 1998). Porém, a simulação de condições ambientais adversas e o monitoramento de algumas enzimas-chave em diversos processos durante o desenvolvimento das plântulas pode orientar os trabalhos de melhoramento genético através da introdução de genes em plantas. Assim, a análise de enzimas a partir de plântulas possibilita a avaliação da expressão dos genes por meio das enzimas, já com as adaptações às condições ambientais que cada genótipo tem possibilidade de realizar (WIELEWICKI, 2001).

Segundo RICARD et al. (1994), o metabolismo celular em ambiente anaeróbico é alto o suficiente para permitir a síntese de DNA, RNA e de proteínas. Os autores mostram que muitas enzimas glicolíticas e fermentativas têm sua atividade aumentada em anaerobiose e afirmam que o metabolismo fermentativo faz com que plântulas de arroz sejam capazes de sobreviver e manter o metabolismo em níveis altos por longos períodos, o que contribui para a sobrevivência das plântulas de arroz sob hipoxia.

Na fermentação alcoólica, duas enzimas, a piruvato descarboxilase (PDC) e a álcool desidrogenase (ADH) atuam sobre o piruvato, produzindo etanol e CO₂ e oxidando NADH no processo. Dessa forma, as plantas adaptadas à hipoxia ou à anaerobiose, como o arroz, podem manter-se via metabolismo fermentativo (TAIZ e ZEIGER, 1991).

Conforme BEWLEY e BLACK (1994), o desenvolvimento da mitocôndria em plântulas de arroz sob anoxia não é muito diferente daquele em plântulas

aeradas. Há um aumento elevado de muitas enzimas do ciclo do ácido cítrico sob anoxia. No entanto, a fosforilação oxidativa obviamente não ocorre na ausência de oxigênio, mas quando as plântulas são transferidas de um ambiente sem oxigênio para outro com oxigênio abundante, a fosforilação oxidativa inicia quase que imediatamente.

A malato desidrogenase (MDH) atua na conversão do malato em oxaloacetato no ciclo do ácido cítrico, no ciclo do glioxilato, na gliconeogênese e também é precursor de aminoácidos, como o aspartato, asparagina, treonina, metionina, lisina e isoleucina (STRYER, 1996; DEY e HARBORNE, 1997). A remoção dos grupos α -amino, o primeiro passo no metabolismo da maioria dos aminoácidos, é promovida no processo de transaminação. Uma das mais importantes enzimas envolvidas nesse processo, segundo BEWLEY e BLACK (1994) é a glutamato oxaloacetato transaminase (GOT).

Como no Estado do Rio Grande do Sul (RS) apenas seis ancestrais contribuem com 86% dos genes dos genótipos mais semeados (RANGEL et al., 1996), seria possível especular que, como consequência dessa estreita base genética, os genótipos apresentam um alto grau de parentesco. No entanto, BONOW (1999) detectou diferenças entre genótipos por meio da análise de isoenzimas de *Oryza sativa* L, o que pode indicar que o comportamento dos genótipos de arroz semeados no RS também pode variar em função do ambiente.

Os objetivos deste trabalho foram detectar a presença da enzima álcool desidrogenase na parte aérea das plântulas de arroz desenvolvidas em condições de aerobiose e de hipoxia, relacionar as atividades das enzimas glutamato oxaloacetato transaminase e malato desidrogenase com a disponibilidade de oxigênio e comparar o crescimento da parte aérea das plântulas com as atividades das enzimas estudadas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado nos Laboratórios de Análise de Sementes e de Bio-Sementes da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel na Universidade Federal de Pelotas, RS, durante o ano de 1998.

Sementes de arroz das cultivares El Paso 144, BR IRGA 409, BR IRGA 410, IRGA 416, IRGA 417 e Bluebelle pertencentes à classe de sementes básicas, produzidas, colhidas e beneficiadas na Es-

tação Experimental do Instituto Riograndense do Arroz (IRGA), em Cachoeirinha, RS na safra 1997/98, foram avaliadas quanto ao crescimento de plântulas. Da parte aérea das plântulas originárias dessas sementes foram avaliadas as atividades das enzimas álcool desidrogenase, glutamato oxaloacetato transaminase e malato desidrogenase.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias de tratamentos comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises foram realizadas com o programa SANEST (ZONTA e MACHADO, 1984). Na análise estatística dos géis de eletroforese foi utilizado o teste de Newman-Keuls ao nível de 5% de probabilidade realizado com o programa STATISTICA (STATSOFT, 1996).

No teste de crescimento de plântulas, vinte sementes foram distribuídas em rolos de papel, em linha a 4 cm da borda superior do papel, cobertas com outra folha e enroladas conforme método descrito por VIEIRA e CARVALHO (1994), com algumas adaptações. Assim, nos tratamentos de hipoxia, as sementes foram distribuídas em rolos de papel que foram colocados dentro de recipientes plásticos com água destilada suficiente para cobri-los por 24 horas, a seguir foram drenados e mantidos em ambiente aeróbico por 24 horas. Após este período foram novamente submersos, por mais 12 dias. A água de embebição e de submersão foi mantida nas temperaturas de 20, 25 e 30°C até o momento da avaliação. Na condição aeróbica, as sementes foram distribuídas em rolos segundo o método descrito anteriormente, porém o papel foi embebido com 2,5 vezes o seu peso com água destilada e submetidos às mesmas temperaturas. A avaliação das plântulas foi realizada aos sete dias após a implantação do teste, com base no comprimento da sua parte aérea.

Foi utilizada eletroforese horizontal em gel de poliacrilamida na análise da álcool desidrogenase, glutamato oxaloacetato transaminase e malato desidrogenase na parte aérea de plântulas que foram obtidas após 14 dias de crescimento sob condições controladas dos tratamentos de aerobiose e hipoxia, nas temperaturas de 20, 25 e 30°C, conforme descrito para o teste de crescimento de plântulas.

Os extratos foram obtidos pela maceração das plântulas em tampão usado no gel, na proporção de

5 de volume para 1 de peso de amostra, em placas de porcelana mantidas sobre cubos de gelo. O sistema de tampão utilizado foi descrito por SCANDALIOS (1969) e os géis de poliacrilamida a 7 %. Os géis foram colocados em cubas eletroforéticas mantidas em câmara fria com temperatura entre 4 e 6°C. As migrações eletroforéticas foram feitas com uma diferença de potencial de 10 v/cm a 25 mA. Foram utilizados sistemas de coloração citados por ALFENAS (1998) para as enzimas estudadas. Os géis foram fotografados e digitalizados utilizando o "Kodak Electrophoresis Documentation and Analysis System" (EDAS 120) e as bandas foram identificadas pelo programa Gel-Pro Analyzer^(TM) (MEDIA CYBERNETICS, 1997), com o qual também calculou-se as densidades relativas das bandas utilizando como padrão, uma banda da canaleta dez de cada gel, cuja densidade relativa era de 100%. Esta banda foi escolhida como padrão pela sua posição central no gel, oferecendo a melhor base de comparação possível entre as demais bandas no mesmo gel. Dessa forma, a avaliação da quantidade de proteína em cada banda foi comparada entre os diferentes tratamentos testados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra que a temperatura de 20°C limita o crescimento das plântulas de arroz de todos os genótipos estudados, tanto em aerobiose como em hipoxia, mostrando que dos genótipos testados, todos podem ter seu crescimento afetado quando a semeadura é realizada no início da primavera e/ou em regiões onde a temperatura média nos meses de setembro e outubro são inferiores a 25°C. A limitação da temperatura para o crescimento das plântulas de arroz irrigado se mostra importante não só para o sistema pré-germinado, como também para os demais sistemas de cultivo desta cultura.

Por outro lado, quando a temperatura de crescimento das plântulas foi elevada a 25 e 30°C, a medida da parte aérea das plântulas foi maior quando elas cresceram em ambiente aeróbico. Se pode observar na Tabela 1 que os genótipos El Paso 144 e IRGA 417 mostraram maior crescimento na temperatura de 30°C do que na temperatura de 25°C em aerobiose.

Para o sistema pré-germinado o crescimento inicial rápido é importante para o estabelecimento

da lavoura, uma vez que, após a parte aérea da planta crescer mais que altura da lâmina d'água, inicia-se a fotossíntese e, só então, o sistema radicular dessas plantas irá se desenvolver. A Tabela 1 mostra que as plântulas dos genótipos El Paso 144, BR IRGA 410 e Bluebelle cresceram mais na temperatura de 25°C do que na de 30°C, quando em hipoxia. Estas informações indicam que as plântulas desses genótipos podem ser mais capazes de transformar as reservas nutricionais de suas sementes em metabólitos e novas células para o crescimento das plântulas em temperaturas mais amenas, do que os demais genótipos.

Na ausência de oxigênio, o ciclo do ácido cítrico e a cadeia de transporte de elétrons, que

são as principais formas de produção de energia nas células, não podem atuar, mas a expressão de genes envolvidos na glicólise e na fermentação alcoólica, como por exemplo gliceraldeído-3-fosfato desidrogenase, enolase, álcool desidrogenase e piruvato descarboxilase, é fortemente induzida (UMEDA e UCHIMIYA, 1994). Essa indução é essencial quanto à tolerância de plantas à anaerobiose (NAKAZONO et al., 2000). Na opinião de ZENG et al. (1998), a chave para a regulação de alguns genes responsivos ao açúcar em anaerobiose é o fluxo de carbono através das primeiras enzimas da glicólise e isso só é possível quando a enzima álcool desidrogenase está ativa.

Tabela 1. Comprimento médio (cm) da parte aérea de plântulas de genótipos de arroz em razão da temperatura e das condições de aerobiose e hipoxia. Pelotas, 1998.

Disponibilidade de oxigênio	Temperatura (°C)	El Paso 144	BR IRGA 409	BR IRGA 410	IRGA 416	IRGA 417	Bluebelle
Hipoxia	20	1,54 de*	1,91 c	2,22 cd	2,28 cd	2,61 d	1,24 d
Hipoxia	25	3,15 c	3,90 b	3,90 b	2,28 b	3,86 c	2,88 c
Hipoxia	30	2,08 d	3,26 b	2,68 c	2,78 bc	3,22 cd	1,27 d
Aerobiose	20	1,11 e	1,31 c	1,62 d	1,31 d	1,43 e	1,12 d
Aerobiose	25	5,36 b	6,09 a	5,89 a	6,13 a	6,63 b	4,62 b
Aerobiose	30	6,29 a	6,75 a	6,52 a	6,63 a	7,37 a	6,65 a
CV %		8,5	10,6	12,8	16,5	8,1	16,6

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

A técnica utilizada não detectou a enzima ADH na parte aérea das plântulas do tratamento de hipoxia na temperatura de 20°C nem nos tratamentos aeróbicos, tendo sido detectada, somente, na parte aérea das plântulas desenvolvidas em hipoxia com temperaturas de 25°C e 30 °C. A influência da temperatura na atividade enzimática foi discutida por TAIZ e ZEIGER, 1991; LEHNINGER et al., 1995; STRYER, 1996, os quais constataram que a atividade enzimática é reduzida com o decréscimo na temperatura. No presente trabalho, as plântulas apresentaram pequeno crescimento da

parte aérea na temperatura de 20°C (Tabela 1) e pode-se supor que, nessa temperatura, a enzima não apresentou condições para expressar sua atividade ou que não foi sintetizada, ou ainda que, pode não ter havido ausência total de oxigênio e, considerando que em temperaturas menores o consumo de oxigênio é menor, a pequena quantidade de oxigênio disponível na água tenha sido suficiente para a manutenção da respiração celular. Houve uma indução diferenciada da ADH entre os genótipos testados nas temperaturas de 25 e 30°C, como pode ser observado nas Figuras 1 e 2.

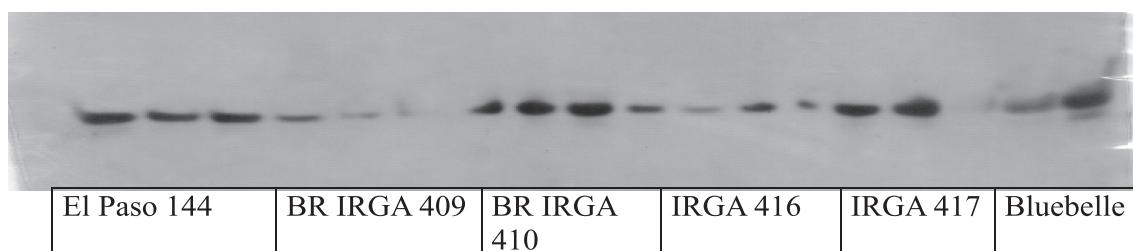


Figura 1. Zimograma de álcool desidrogenase obtido a partir da parte aérea de plântulas desenvolvidas em hipoxia na temperatura de 25°C. Pelotas, 1998.

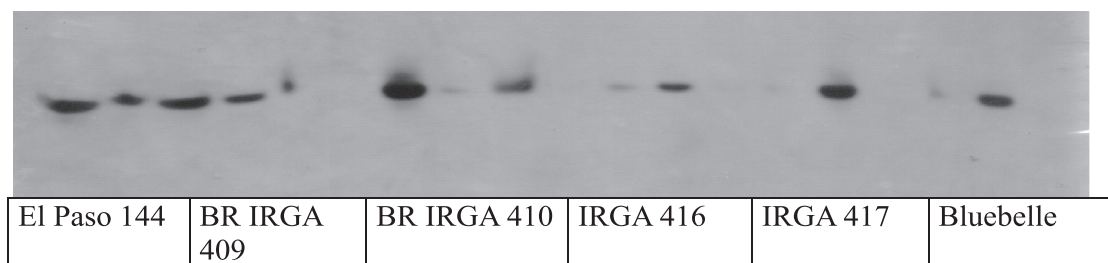


Figura 2. Zimograma de álcool desidrogenase obtido a partir da parte aérea de plântulas desenvolvidas em hipoxia na temperatura de 30°C. Pelotas, 1998.

Os géis da ADH mostram uma atividade intensa dessa enzima nas plântulas de El Paso 144, BR IRGA 410 e IRGA 417 nas temperaturas de 25°C e 30°C. Se esta enzima é responsável pela principal forma de produção de energia em anaerobiose (NAKAZONO et al., 2000; BEWLEY e BLACK, 1994; RICARD et al., 1994; COUÉE et al., 1992; TAIZ e ZIEGER, 1991), pode-se questionar porque as plântulas destes genótipos não cresceram mais que, ou tanto quanto, as plântulas dos outros genótipos na condição de 30°C e hipoxia.

Alguns autores sugerem rotas bioquímicas alternativas ao processo fermentativo: NAKAZONO et al. (2000) asseguram que em plantas de arroz, durante a anaerobiose, o piruvato pode ser convertido a acetil-CoA pela sequência de ações da piruvato descarboxilase (PDC), aldeído desidrogenase (ALDH) e acetil-CoA sintetase (ACS). TADEGE e KUHLEMEIER (1997), citados por NAKAZONO et al. (2000) propuseram que acetil-CoA produzido através da sequência PDC/ALDH/ACS pode ser utilizado como um substrato no ciclo do ácido cítrico, síntese de lipídios e ciclo do glioxilato. Em razão destes estudos, NAKAZONO et al. (2000) propõem a hipótese de uma rota similar ocorrer em arroz sob condições de hipoxia, e que o acetil-CoA produzido via PDC/ALDH/ACS pode ser importante na síntese de uma série de intermediários no pro-

cesso de adaptação do arroz à anaerobiose ou à hipoxia. É possível que as plântulas que apresentaram menor atividade da ADH do que as originárias das sementes das cultivares El Paso 144, BR IRGA 410 e IRGA 417 e que cresceram mais, tenham utilizado vias alternativas na produção de energia, ou na biossíntese de moléculas no crescimento celular em hipoxia. USHIMARU et al. (1997) afirmam que o oxigênio molecular produz espécies de oxigênio ativo por várias reações bioquímicas e que este fenômeno pode representar a adaptação ao estresse provocado por baixos níveis de oxigênio. ARIKAWA et al. (1999) sugerem também rotas alternativas ao ciclo do ácido cítrico em anaerobiose.

A enzima glutamato oxaloacetato transaminase esteve mais ativa em aerobiose sendo que a temperatura influenciou de forma diferenciada os tratamentos aeróbicos (Tabela 2). As plântulas de El Paso 144 desenvolvidas em aerobiose na temperatura de 25°C não apresentaram atividade em relação a uma isoenzima que se fez presente nos outros tratamentos. Esse fato refletiu na densidade relativa total da GOT neste genótipo (Tabela 2). A temperatura da água de submersão das plântulas de arroz parece atuar sobre o mecanismo de ação enzimática aumentando a atividade da GOT nas plântulas da maioria dos genótipos nas temperaturas mais altas. Com poucas exceções, a atividade

de GOT foi maior em aerobiose do que em hipoxia (Tabela 2). Se essa enzima está relacionada com a transaminação e rearranjo de aminoácidos, pode-se deduzir que sua maior atividade em aerobiose

leva a uma maior produção de aminoácidos, maior possibilidade de síntese de proteínas e crescimento de plântulas (Tabela 2).

Tabela 2. Densidade relativa total da enzima glutamato oxaloacetato transaminase (GOT) na parte aérea de plântulas e genótipos de arroz em razão dos tratamentos. Pelotas, 1998.

Disponibilidade de oxigênio	Temperatura (°C)	El Paso 144	BR IRGA 409	BR IRGA 410	IRGA 416	IRGA 417	Bluebelle
Hipoxia	20	183,33 b*	96,00 ab	133,67 a	478,67 b	31,75 c	52,47 b
Hipoxia	25	213,67 b	62,47 b	113,23 a	308,00 b	53,57 c	75,67 ab
Hipoxia	30	209,67 b	91,37 ab	126,00 a	599,00 b	62,07 c	66,97 ab
Aerobiose	20	262,00 a	126,63 a	187,67 a	722,33 ab	147,00 b	121,43 ab
Aerobiose	25	125,00 c	234,33 a	239,67 a	844,67 a	134,70 b	152,00 a
Aerobiose	30	281,67 a	230,00 a	193,67 a	940,00 a	179,67 a	118,77 ab
CV (%)		28,9	22,3	17,4	18,6	21,6	19,3

*Em cada coluna, médias seguidas por mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Newman-Keuls.

Quando plântulas de arroz se desenvolvem em submersão, o metabolismo celular se adapta às condições de estresse por deficiência de oxigênio. Para que essa adaptação ocorra, isoenzimas precisam ser sintetizadas e para tal, são necessários aminoácidos que dependem da ação da GOT para serem produzidos (BEWLEY e BLACK, 1994). Em função do envolvimento da GOT com a síntese de aminoácidos, é possível que condições ambientais que desfavoreçam sua síntese e atividade, prejudiquem também a síntese de aminoácidos e, assim, todo o desenvolvimento da plântula.

No presente trabalho, a atividade da GOT foi diferente em cada genótipo nos tratamentos aos quais as plântulas foram submetidas. Nesse sentido, pode-se afirmar que a capacidade de adaptação dos genótipos aos estresses ambientais como temperaturas baixas e deficiência de oxigênio, varia em função do metabolismo das plântulas.

A enzima MDH foi mais ativa em aerobiose do que em hipoxia nas duas bandas detectadas, e, conseqüentemente na atividade total da enzima (Tabela 3).

Tabela 3. Densidade relativa total da enzima malato desidrogenase (MDH) na parte aérea de plântulas de genótipos de arroz irrigado em razão dos tratamentos. Pelotas, 1998.

Disponibilidade de oxigênio	Temperatura (°C)	El Paso 144	BR IRGA 409	BR IRGA 410	IRGA 416	IRGA 417	Bluebelle
Hipoxia	20	217,50 ab	147,00 b	156,50 b	29,35 c	33,40 c	13,50 c
Hipoxia	25	172,33 ab	162,00 b	179,67 b	26,57 c	27,50 c	23,67 c
Hipoxia	30	228,67 ab	148,33 b	117,77 b	59,27 c	70,87 c	149,67 c
Aerobiose	20	363,33 a	226,67 ab	285,33 ab	329,67 a	470,33 b	467,33 b
Aerobiose	25	410,67 a	255,67 ab	299,20 ab	214,47 ab	698,33 b	567,00 ab
Aerobiose	30	368,00 a	432,00 a	446,47 ab	116,40 b	920,00 a	717,33 a
CV (%)		25,2	24,1	27,9	31,4	30,1	28,8

⁽¹⁾Em cada coluna, médias seguidas por mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Newman-Keuls.

A atividade de MDH foi detectada tanto em aerobiose como em hipoxia. Em hipoxia, a primeira banda tem pouca densidade, podendo indicar que essa isoenzima tem baixa atividade na ausência de oxigênio. Resultados semelhantes foram constatados por USHIMARU et al.(1997) com as enzimas ascorbato peroxidase (APX), monohidroascorbato redutase (MDAR) e dehidroascorbato redutase

(DHAR) e por RIVOAL et al.(1997) com piruvato descarboxilase (PDC), com uma isoenzima apresentando pouca ou nenhuma atividade na ausência de oxigênio.

Os genótipos testados mostraram comportamentos diferenciados quanto a atividade da MDH. Os genótipos El Paso 144, BR IRGA 409 e BR IRGA 410 apresentaram uma variação da atividade

de enzimática entre os ambientes aeróbico e de hipoxia menor do que os genótipos IRGA 416, IRGA 417 e Blubelle. Esta observação permite afirmar que os estudos enzimáticos devem ser continuados, buscando o conhecimento detalhado do comportamento de cada genótipo, com vistas a auxiliar os programas de melhoramento genético de arroz irrigado.

A constatação da atividade de MDH e GOT tanto em aerobiose quanto em hipoxia vai ao encontro das afirmações feitas por MERTENS et al.(1990), RIVOAL et al.(1997) e USHIMARU et al.(1997) e sugere a possibilidade de que a planta de arroz, sob anaerobiose, busca outros métodos para obter energia e manter a atividade metabólica em anaerobiose, não somente por meio da fermentação alcoólica.

CONCLUSÕES

O comprimento das plântulas desenvolvidas

sob aerobiose nas temperaturas de 25 e 30°C é maior do que em todos os outros tratamentos.

A enzima álcool desidrogenase só é detectada em plântulas desenvolvidas em hipoxia e em temperaturas superiores a 20°C.

A atividade das enzimas glutamato oxaloacetato transaminase e malato desidrogenase em plântulas desenvolvidas em aerobiose e em hipoxia varia em função da temperatura.

Há maior atividade da enzima glutamato oxaloacetato transaminase em plântulas de IRGA 417 e da enzima malato desidrogenase em plântulas de IRGA 416, IRGA 417 e Bluebelle desenvolvidas em aerobiose do que em hipoxia.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Riograndense do Arroz (IRGA) pela doação das sementes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFENAS, A.C. **Eletroforese de Isoenzimas e Proteínas Afins**. Viçosa: UFV, 1998. 574p.
- ARIKAWA, Y.; KUROYANAGI, T.; SHIMOSAKA, M.; MURATSUBAKI, H.; ENOMOT, K.; KODAIRA, R.; OKAZAKI, M. Effect of gene disruptions of the TCA Cycle on production of succinic acid in *saccharomyces cerevisiae*. **Journal of Bioscience and Bioengineering, Japan**, v.87, p.28-36, 1999.
- BARBOSA NETO, J. F. Seleção assistida por marcadores moleculares. In: MILACH, S. C. K. (Ed.) **Marcadores Moleculares em Plantas**. Porto Alegre: UFRGS, 1998. p.75-88.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: Physiology of Development and Germination**. 2. ed. New York: Plenum Press, 1994. 445 p.
- BONOW, S. **Caracterização e análise de pureza varietal em genótipos de *Oryza sativa* L. através de isoenzimas**. Pelotas: UFPel, 1999. 44 p. (Dissertação de mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes.
- COUÉE, I.; DEFONTAINE, S.; CARDE, J.P.; PRADET, A. Effect of anoxia on mitochondrial biogenesis in rice shoots. Modification of *in organello* transients. **Plant Physiology**, Rockville, v. 98, p. 411-421, 1992.
- DEY, P. M.; HARBORNNE, J. P. **Plant Biochemistry**. San Diego: Academic Press, 1997. 554 p.
- FEDERIZZI, L. C. Estrutura de um programa de melhoramento de plantas e possíveis aplicações de marcadores moleculares: Visão do melhorista. In: MILACH, S. C. K. (Ed.) **Marcadores Moleculares em Plantas**. Porto Alegre: UFRGS, 1998. p.3-15.
- LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de Bioquímica**. 2. ed. São Paulo: SARVIER, 1995. 839 p.
- MEDIA CYBERNETICS. Gel – Pro Analyser Version 3.0 for Windows User's Guide. Media Cybernetics, L. P. Silver Spring, 1997.
- MERTENS, E.; LARONDELLE, Y.; HERS, H. Induction of pyrophosphate: fructose 6-phosphate 1-phosphotransferase by anoxia in rice seedlings. **Plant Physiology**, Rockville, v. 93, p. 584-587, 1990.
- NAKAZONO, M.; TSUJI, H.; LI, Y.; SAISHO, D.; ARIMURA, S.; TSUTSUMI, N.; HIRAI, A. Expression of a gene encoding mitochondrial aldehyde dehydrogenase in rice increases under submerged conditions. **Plant Physiology**, Rockville, v. 124, p. 587-598.
- RANGEL, P. H. N.; GIMARÃES, E. P.; NEVES, P. C. F. Base genética das cultivares de arroz (*oryza sativa* L.) irrigado do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.1, n.5, p.349-57, 1996.
- RICARD, B.; COUÉE, I.; RAYMOND, P.; SAGLIO, P.H.; SAINTGES, V.; PRADET, A. Plant metabolism under hypoxia and anoxia. **Plant Physiol Biochem**, Rockville, v. 32, p. 1-10, 1994.
- RIVOAL, J.; THIND, S.; PRADET, A.; RICARD, B. Differential induction of pyruvate decarboxylase subunits and transcripts in anoxic rice seedlings. **Plant Physiology**, Rockville, v.114, p.1021-1029, 1997.
- SCANDALIOS, J. G. Genetic control of multiple molecular forms of enzymes in plants: a review. **Biochemical Genetics**, New York, v.3, p. 37-39, 1969.
- STATSOFT, Inc. **STATISTICA FOR WINDOWS** (Computer Program manual). Tulsa, OK, 1996.

- STRYER, L. **Bioquímica**. 4. ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 1995. 1000p.
- TAIZ, L.; ZIEGER, E. **Plant Physiology**. 2. ed. Redwood City: The Benjamin/Cummings Publishing Company, 1991. 565 p.
- UMEDA, M.; UCHIMIYA, H. Differential transcript levels of genes associated with glycolysis and alcohol fermentation in rice plants (*Oryza sativa* L.) under submergence stress. **Plant Physiology**, Rockville, v. 106; p. 1015-1022. 1994.
- USHIMARU, T.; MAKI, Y.; SANO, S.; KOSHIBA, K.; ASADA, K.; TSUJI, H. Induction of enzymes involved in the ascorbate-dependent antioxidative system, namely, ascorbate peroxidase, monodehydroascorbate reductase and dehydroascorbate reductase, after exposure to air of rice (*Oryza sativa*) seedlings germinated under water. **Plant Cell Physiology**, 38 n. 5, p. 541-549, 1997.
- VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. de. **Testes de Vigor em Sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164p.
- WIELEWICKI, A.P. **Efeito da aerobiose e anaerobiose sobre a atividade enzimática e desenvolvimento inicial de plântulas de *Oryza sativa* L.** Pelotas: UFPel, 2001. 61 p. (Tese de Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes.
- ZENG, Y.; WU, Y.; AVIGNE, W.T.; KOCH, K.E. **Differential regulation of sugar-sensitive sucrose synthases by hypoxia and anoxia indicate complementary transcriptional and posttranscriptional responses**. **Plant Physiology**, Rockville, v. 116, p. 1573-1583, 1998.
- ZONTA, E. P.; MACHADO, A. A. Sistema de Análise Estatística para Microcomputadores – SANEST. Pelotas, 1984.

ATIVIDADE ENZIMÁTICA DE GENÓTIPOS DE ARROZ IRRIGADO SOB DIFERENTES CONDIÇÕES AMBIENTAIS¹

ANGÉLICA POLENZ WIELEWICKI² e ANTONIO CARLOS SOUZA ALBUQUERQUE BARROS³

RESUMO - O sistema de cultivo de arroz pré-germinado demanda genótipos com maior capacidade de desenvolvimento inicial em ambiente anaeróbico. Com o intuito de contribuir para o conhecimento das características dos genótipos El Paso 144, BR IRGA 409, BR IRGA 410, IRGA 416, IRGA 417 e Bluebelle, foi realizado um estudo comparativo das enzimas glutamato oxaloacetato transaminase (GOT), esterase (EST), e malato desidrogenase (MDH) na parte aérea de plântulas de arroz através de eletroforese. Os tratamentos consistiram de germinação e desenvolvimento das plântulas durante 14 dias sob as temperaturas de 20, 25 e 30°C, em condições de aerobiose e de anaerobiose. A análise dos géis permitiu concluir que as plântulas de IRGA 417 destacam-se das demais por apresentarem maior atividade das enzimas estudadas no tratamento anaeróbico com temperatura de 20 °C; e que a grande variabilidade das isoenzimas específicas em diferentes genótipos permite recomendar que os estudos de interação genótipo x ambiente utilizem sistemas bioquímicos para auxiliar na identificação de genótipos capazes de superar estresses ambientais.

Palavras-chave: eletroforese, aerobiose, anaerobiose, temperatura.

ENZYMATIC ACTIVITY OF FLOODED RICE GENOTYPES UNDER DIFFERENT ENVIRONMENTAL CONDITIONS

ABSTRACT - The pre-germinated rice growing system demands genotypes with a higher capacity of initial development in an anaerobic environment. Having in mind the need for better knowing the characteristics of the cultivars El Paso 144, BR IRGA 409, BR IRGA 410, IRGA 416, IRGA 417 and Bluebelle, this paper reports a comparative study of the enzymatic activity of glutamate oxaloacetate transaminase (GOT), esterase (EST), and malate dehydrogenase (MDH), in the rice seedling shoots through electrophoresis. The treatments consisted in germination and development of the seedlings during 14 days at the temperatures of 20, 25 and 30°C under both aerobic and anaerobic conditions. The analysis of the electrophoresis gels leads to conclude that: a) The IRGA 417 seedlings stands out against the other cultivars because of its higher level of activity of the enzymes studied under the anaerobic treatment at the temperature of 20° C; and b) The great variability found in the enzymatic systems studied for the different genotypes and treatments used allow to recommend that studies of genotype x environment interaction use biochemical systems, in order to assist in the search for genotypes that are able to overcome environmental stress.

Key words: electrophoresis, aerobiosis, anaerobiosis, temperature.

¹ Parte da Tese de Doutorado apresentada pelo primeiro autor à Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Pelotas, RS

² Eng. Agr., Dr. Pesquisador IV da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO), Centro de Pesquisa de Sementes, Bairro Cerrito, Júlio de Castilhos, RS, CEP 98130-000. e-mail: angélica-wielewicki@fepagro.rs.gov.br

³ Eng. Agr.; Dr. Professor Adjunto da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Dep. de Fitotecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM), Caixa Postal 354, CEP 96010-900. Pelotas, RS. e-mail: acbarros@ufpel.tche.br

Recebido para publicação em 05-06-2003

INTRODUÇÃO

A produção de arroz irrigado no RS é responsável por 29 % da safra de grãos no estado, sendo cultivado em aproximadamente 950 mil ha, sob os sistemas convencional, de semeadura direta e mais recentemente, sob o sistema pré-germinado. O sistema pré-germinado traz uma série de vantagens sobre os demais, entre elas a possibilidade de semeadura na época recomendada independentemente das condições de precipitação pluviométrica, diminuição dos custos de produção e um melhor controle do arroz daninho que os demais sistemas (IRGA, 2000). Em função do crescimento da área cultivada com esse sistema no Rio Grande do Sul, pesquisadores têm buscado os melhores genótipos para utilização nesse sistema que, entre outras exigências, demanda genótipos com maior capacidade de desenvolvimento inicial em ambiente anaeróbico.

O desempenho das plântulas de arroz sob anaerobiose depende em parte do vigor das sementes utilizadas mas, por outro lado, depende da capacidade das plântulas degradarem as substâncias de reserva das sementes e transformá-las em novas biomoléculas para o crescimento da plântula até que essa atinja a superfície da água. Bastante já se conhece do metabolismo de açúcares em anaerobiose e da principal forma de obtenção de energia nessa condição ambiental, que é através da fermentação (XIE e WU, 1989; TAIZ e ZIEGER, 1991; COUÉE et al., 1992; PERATA e ALPI, 1993; RICARD, et al., 1994; GUGLIELMINETTI et al., 1995; HOSSAIN et al., 1996; RIVOAL et al., 1997; NAKAZONO et al., 2000).

Porém, outros processos são importantes além da produção de energia em anaerobiose, como disponibilizar aminoácidos para a síntese de proteínas e carbono e/ou precursores para o crescimento da plântula.

A enzima glutamato oxaloacetato transaminase (GOT) é uma transaminase e segundo STRYER (1996), transfere grupamentos amina entre aminoácidos e alfacetoácidos para garantir a síntese de proteínas. Em função disso, sua atividade é de suma importância, pois se pode supor que, genótipos que tenham essa enzima com maior atividade em ambientes desfavoráveis podem ter maior possibilidade de se adaptarem aos estresses.

A enzima esterase (EST) está relacionada com o catabolismo de lipídios, a principal fonte de carbono para a síntese de novas moléculas em plântulas (BEWLEY e BLACK, 1994), uma vez que essas não realizam fotossíntese para fixação de carbono.

A malato desidrogenase (MDH) ocorre tanto na matriz mitocondrial como no citoplasma das células. Nas mitocôndrias atua no ciclo dos ácidos tricarboxílicos convertendo o malato em oxaloacetato com a produção de $\text{NADH} + \text{H}^+$. Este e outros $\text{NADH} + \text{H}^+$ produzidos durante o ciclo dos ácidos tricarboxílicos serão oxidados na fosforilação oxidativa para síntese de ATP, na presença de oxigênio (BEWLEY e BLACK, 1994; LENHINGER et al., 1995; STRYER, 1996). No citoplasma, a MDH catalisa a reação inversa de oxaloacetato (derivado do fosfoenolpiruvato) para malato produzindo NAD^+ que são necessários para a glicólise (CONTREIRAS, 1992). Outra observação importante foi feita por FOX et al. (1991), que as enzimas do Ciclo de Krebs estão presentes durante a germinação, indicando que, embora a fermentação alcoólica seja estimulada pela anoxia, essa via metabólica continua funcional durante a anaerobiose.

É necessário que se conheça mais sobre o metabolismo das plântulas de arroz em anaerobiose, para poder escolher genótipos com potencial de melhor adaptação às condições de cultivo pré-germinado no RS, que, além da anaerobiose, esbarra nas temperaturas baixas na época de semeadura do arroz. Comparando genótipos de arroz, CRUZ e MILACH (1999) observaram que houve variabilidade em relação à tolerância ao frio na germinação, sendo que alguns genótipos apresentaram bom nível de tolerância. MACKILL e LEI (1997) afirmam que temperaturas baixas são o principal estresse ambiental para o cultivo de arroz nos EUA quando esse é semeado cedo, mesmo que essa semeadura aconteça dentro da época normalmente recomendada. Aquele estudo também apontou diferenças significativas para tolerância ao frio entre genótipos Japônicos e Índicos.

Em função disso, o presente trabalho tem como objetivo comparar as enzimas glutamato oxaloacetato transaminase (GOT), esterase (EST) e malato desidrogenase (MDH) em plântulas de arroz desenvolvidas sob condições de aerobiose e anaerobiose em temperaturas de 20, 25 e 30°C em alguns genótipos utilizados na lavoura arrozeira do Rio Grande do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram analisadas isoenzimas dos genótipos de arroz irrigado El Paso 144, BR IRGA 409, BR IRGA 410, IRGA 416, IRGA 417 e Bluebelle, oriundas do Instituto Riograndense do Arroz. Foi utilizada eletroforese horizontal em gel de poliacrilamida para análise de glutamato oxaloacetato transaminase (GOT), esterase (EST) e malato desidrogenase (MDH) na parte aérea de plântulas.

As plântulas foram obtidas após 14 dias de crescimento sob as condições controladas dos tratamentos de aerobiose e anaerobiose nas temperaturas de 20, 25 e 30°C. Nos tratamentos de aerobiose as sementes foram dispostas sobre 2 folhas de papel para germinação umedecidos com 2,5 vezes o peso do papel com água destilada. Os rolos com 20 sementes cada foram colocados em germinadores nas temperaturas citadas. Para os tratamentos de anaerobiose, as 20 sementes foram colocadas em rolos de papel e estes acondicionados dentro de um recipiente plástico transparente, onde ficaram submersos em água destilada durante 24 horas. A água foi retirada e os rolos permaneceram fora das embalagens plásticas durante 24 horas e depois retornaram à submersão nos recipientes, que então foram colocados nos germinadores com as temperaturas de 20, 25 e 30°C.

Os extratos foram obtidos pela maceração de toda a parte aérea das plântulas em tampão utilizado no gel, na proporção de 5 de volume para 1 de peso de amostra, em placas de porcelana mantidas sobre cubos de gelo. Foram utilizados sistema de tampão descrito por SCANDALIOS (1969) e géis de poliacrilamida a 7 %. As migra-

ções eletroforéticas efetuaram-se em câmara fria mantida em temperatura entre 4 e 6 °C. A diferença de potencial foi de 10 V.cm⁻¹ e usou-se 25 mA, fazendo-se migrar até o fronte marcado pelo azul de bromofenol. Foram usados sistemas de coloração citados por SCANDALIOS (1969) para a enzima EST e ALFENAS (1998) para as enzimas MDH e GOT.

Os géis foram fotografados e digitalizados utilizando o “Kodak Electrophoresis Documentation and Analysis System” (EDAS 120) e as bandas foram identificadas pelo programa “Gel-Pro AnalyzerTM” (MEDIA CYBERNETICS, 1997), com o qual também calculou-se as densidades relativas das bandas utilizando como padrão, a banda número 2 da canaleta 10 de cada gel, considerando esta banda com densidade relativa 100%. Essa banda foi escolhida como padrão por estar numa posição central no gel, oferecendo a melhor base de comparação possível entre as demais bandas no mesmo gel. Dessa forma, a avaliação da quantidade de proteína em cada banda foi comparativa entre os diferentes tratamentos testados no experimento. Para a análise estatística dos géis de eletroforese foi utilizado o teste de Análise de variância e Newman-Keuls em nível de 5% de probabilidade de erro através do programa STATISTICA (STATSOFT, 1996).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As densidades relativas apresentadas nas tabelas foram obtidas através da soma das densidades relativas das bandas quando presentes em número maior do que uma nos zimogramas.

Tabela 1. Densidade relativa da enzima glutamato oxaloacetato transaminase (GOT) na parte aérea de plântulas de diferentes genótipos de arroz irrigado submetidos a condições específicas de temperatura em aerobiose e em anaerobiose. Pelotas, 2000.

Genótipos	20°C		25°C		30°C	
	Aeróbico	Anaeróbico	Aeróbico	Anaeróbico	Aeróbico	Anaeróbico
El paso 144	250 ab	17,8 cd	290,3 a	122,4 a	169,4 a	150,3 a
BR IRGA 409	201 b	20,9 c	203,2 a	76,7 a	246,2 a	116,4 ab
BR IRGA 410	204 b	86,8 ab	387 a	63,6 a	168 a	112 ab
IRGA 416	301,2 ab	110,1 a	184 a	155,6 a	168,5 a	140 a
IRGA 417	345,7 a	70,5 abc	397,2 a	156,6 a	166,3 a	75,2 b
Bluebelle	291,3 ab	45,1 bcd	591 a	150,3 a	212,6 a	91,2 ab
CV (%)	26,87	27,96	23,99	27,29	28,43	27,5

*Médias não seguidas pela mesma letra na vertical diferem estatisticamente em nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Newman-Keuls.

A enzima GOT esteve presente em condições de aerobiose e de anaerobiose. Na temperatura de 25°C, tanto em aerobiose como em anaerobiose, bem como a 30°C em aerobiose, não foram observadas diferenças significativas entre os genótipos estudados, possivelmente porque estes sejam os tratamentos que ofereceram menores níveis de estresse para as plântulas (Tabela 1). Se destacam nessa análise os genótipos BR IRGA 410, IRGA 416 e IRGA 417 por apresentarem maior atividade que os demais em condição de temperatura baixa (20°C) e deficiência de oxigênio. Nestas condições, a atividade enzimática é reduzida para a maioria dos sistemas enzimáticos e o fato de GOT estar mais ativa nos genótipos BR IRGA 410, IRGA 416 e IRGA 417 pode indicar que estes se adaptam melhor aos estresses a que foram submetidos.

Independente do genótipo testado, foram observadas duas bandas para a isoenzima GOT, o

que coincide com os resultados dos zimogramas analisados por ROMERO *et al.* (1993), por outro lado, não concorda com os obtidos por BONOW (1999) que detectou 3 bandas de GOT nos genótipos por ele estudados.

Quanto a isoenzima EST, na temperatura de 20°C os genótipos reagiram de forma diferente à condição de anaerobiose, na qual as plântulas de El Paso 144, BR IRGA 409 e IRGA 417 apresentaram maior atividade que os demais genótipos em todos os tratamentos aplicados, e as plântulas de Bluebelle menor atividade (Tabela 2). Na temperatura de 30°C verificou-se diferença significativa entre genótipos na presença de oxigênio, na qual as plântulas de Bluebelle, IRGA 417 e BR IRGA 409 apresentaram maior atividade, diferindo do El Paso 144 e do BR IRGA 410. Essa diferença não foi observada nas temperaturas mais baixas, de 20 e 25°C em aerobiose (Tabela 2).

Tabela 2. Densidade relativa da enzima esterase (EST) na parte aérea de plântulas de diferentes genótipos de arroz irrigado submetidos a condições específicas de temperatura em aerobiose e em anaerobiose. Pelotas, 2000.

Genótipos	20°C		25°C		30°C	
	Aeróbico	Anaeróbico	Aeróbico	Anaeróbico	Aeróbico	Anaeróbico
El paso 144	163,1 a	401,7 a	82,27 a	219,23 ab	99,23 b	275,77 b
BR IRGA 409	230,23 a	375 a	74,03 a	360,23 a	216 a	276,23 b
BR IRGA 410	112,13 a	217,7 b	91,7 a	207,13 ab	61,1 b	170,23 b
IRGA 416	99,6 a	249 b	82,13 a	97,07 b	160,07 ab	221,23 b
IRGA 417	194,23 a	335,3 a	132,23 a	275,23 ab	295,23 a	561 a
Bluebelle	197,43 a	10,8 c	92,03 a	292 ab	250,03 a	598 a
CV (%)	27,79	23,12	27,68	28,98	25,94	25,91

*Médias não seguidas pela mesma letra na vertical diferem estatisticamente em nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Newman-Keuls.

Destacam-se nessa avaliação os genótipos El Paso 144, BR IRGA 409 e IRGA 417, com uma zona de atividade mais intensa (composta pelas bandas 2 e 3) em condições de anaerobiose à temperatura de 20°C, que é maior que nos demais genótipos. O que pode indicar que essas plântulas tenham maior capacidade para hidrolisar ésteres em condição de estresse por frio e anaerobiose.

Nos tratamentos de 20°C foram observadas 6 bandas na ausência de oxigênio e 4 bandas na presença de oxigênio (Figuras 1 e 2). Quando a temperatura de crescimento das plântulas foi de 25°C em aerobiose e em anaerobiose foram observadas quatro bandas da EST nas plântulas de todos os

genótipos. ROMERO *et al.* (1993), observaram duas zonas de atividade nos zimogramas de EST, com algumas variações de mobilidade das bandas entre os genótipos. BONOW (1999) detectou 3 padrões diferentes de bandas nos genótipos estudados e cinco bandas nos genótipos El Paso 144, BR IRGA 409, BR IRGA 410, IRGA 416 e IRGA 417 em folhas de plântulas desenvolvidas em aerobiose na temperatura de 25°C. Essas diferenças talvez possam ser em parte explicadas pelas diferentes regiões da planta que foram analisadas. Neste trabalho foi utilizada toda a parte aérea para a extração das proteínas. BONOW (1999), por sua vez, utilizou o terço médio das folhas para as análises.

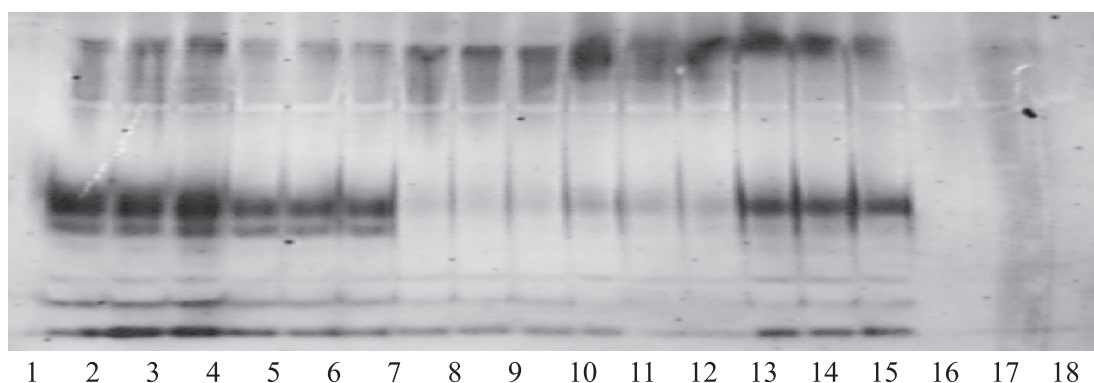


Figura 1. Zimograma de esterase obtido a partir da parte aérea de plântulas de arroz irrigado desenvolvidas em anaerobiose com temperatura de 20°C. Amostras 1 a 3 correspondem ao genótipo El Paso 144; 4 a 6 ao BR IRGA 409; 7 a 9 ao BR IRGA 410; 10 a 12 ao IRGA 416; 13 a 15 ao IRGA 417 e 16 a 18 ao Bluebelle.

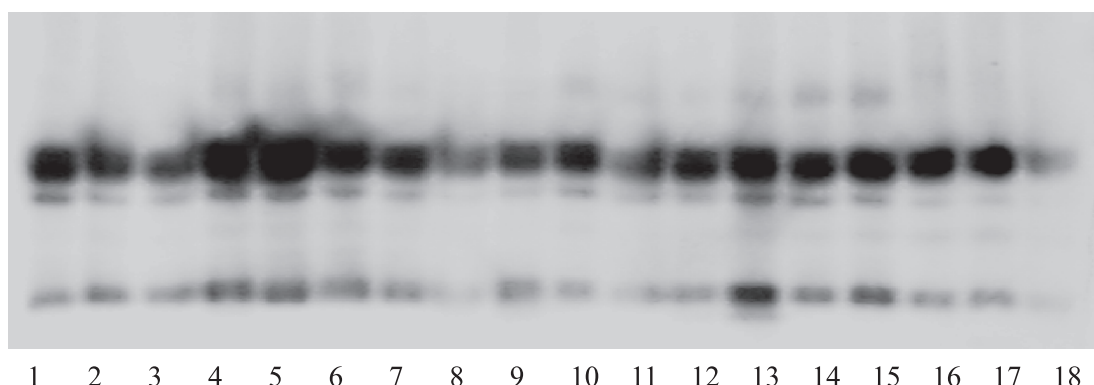


Figura 2. Zimograma de esterase obtido a partir da parte aérea de plântulas de arroz irrigado desenvolvidas em aerobiose com temperatura de 20°C. Amostras 1 a 3 correspondem ao genótipo El Paso 144; 4 a 6 ao BR IRGA 409; 7 a 9 ao BR IRGA 410; 10 a 12 ao IRGA 416; 13 a 15 ao IRGA 417 e 16 a 18 ao Bluebelle.

A expressão da enzima EST parece estar bastante relacionada com a região da planta que é analisada e com as condições ambientais de desenvolvimento das plantas, pois há informações diferentes no que se refere ao número de bandas desta enzima (ROMERO *et al.*, 1993; BONOW, 1999). Na Tabela 2 se observa que a expressão da enzima EST é maior na condição anaeróbica se comparada à condição aeróbica de desenvolvimento das plântulas do mesmo genótipo, indicando que as plantas de arroz têm condições de expressar novos gens da enzima dependendo da condição ambiental, como resposta a um estresse. Se esta hipótese é verdadeira, a planta busca com a expressão de novos gens de EST aumentar sua capacidade de metabolizar lipídios em condições de redução da disponibilidade de oxigênio, ao contrário da enzima GOT que tem sua expressão diminuída em anaerobiose (Tabela 1).

ida em anaerobiose (Tabela 1).

Com relação às zonas de atividade no zimograma de MDH, todos os genótipos em todos os tratamentos apresentaram 2 bandas, diferente do que foi observado por ROMERO *et al.* (1993), que encontrou 3 zonas de atividade para essa enzima o que, segundo esses autores, reflete a divergência dos genomas estudados para esse sistema de enzimas.

A tabela 3 mostra a maior atividade da enzima malato desidrogenase em plântulas de BR IRGA 417 quando crescidas em ambiente com temperatura de 20°C e em anaerobiose. Esta é uma característica desejável quando se busca genótipos para semeadura no sistema pré-germinado em períodos de temperaturas em torno de 20° C como ocorre em grande parte da região orizícola do Estado do Rio Grande do Sul.

Tabela 3. Densidade relativa da enzima malato desidrogenase (MDH) na parte aérea de plântulas de diferentes genótipos de arroz irrigado submetidos a condições específicas de temperatura em aerobiose e em anaerobiose. Pelotas, 2000.

Genótipos	20°C		25°C		30°C	
	Aeróbico	Anaeróbico	Aeróbico	Anaeróbico	Aeróbico	Anaeróbico
El paso 144	128,13 a	306,23 b	259,13 b	2240 bc	216,1 a	682,1 ab
BR IRGA 409	136,27 a	410 b	508 b	3833,1 a	228 a	1007,1 a
BR IRGA 410	139,1 a	561,77 b	410,1 b	638,23 c	195,1 a	475 b
IRGA 416	151,77 a	479,1 b	331 b	416,1 c	239 a	317,23 b
IRGA 417	137,1 a	864,1 a	500,1 b	2233,1 b	190,1 a	820,23 a
Bluebelle	218 a	24,9 c	1575,53 a	1774 bc	87,03 b	1463,23 a
CV (%)	34,83	16,43	21,92	24,42	15,19	28,94

*Médias não seguidas pela mesma letra na vertical diferem estatisticamente em nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Newman-Keuls.

CONCLUSÕES

As plântulas de IRGA 417 destacam-se das demais por apresentarem maior atividade das enzimas estudadas no tratamento anaeróbico com temperatura de 20 °C.

A grande variabilidade das isoenzimas específicas em diferentes genótipos permite recomendar que os estudos de interação genótipo x ambiente utilizem sistemas bioquímicos para auxiliar na identificação de genótipos capazes de superar estresses ambientais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFENAS, A.C. **Eletroforese de isoenzimas e proteínas afins**. Viçosa: UFV, 1998. 574p.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: Physiology of development and germination**. 2. ed. New York: Plenum, 1994. 445 p.
- BONOW, S. **Caracterização e análise de pureza varietal em genótipos de *Oryza sativa* L. através de isoenzimas**. Pelotas, 1999. 44 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Curso de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas, 1999.
- CONTREIRAS, J. **Fisiologia e bioquímica da respiração das plantas superiores**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1992. 312 p.
- COUÉE, I.; DEFONTAINE, S.; CARDE, J.P.; *et al.* Effect of anoxia on mitochondrial biogenesis in rice shoots. Modification of *in organello* translation characteristics. *Plant Physiology*, 98, p. 411-421. 1992.
- CRUZ, R.P. da; MILACH, S.C.K. Avaliação de genótipos de arroz quanto à tolerância ao frio na germinação. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 23., 1999, Pelotas, RS. **Anais...** Pelotas: UFPel, 1999. p.42-43.
- FOX, T.C.; KENNEDY, R.A.; RUMPHO, M.E. Energetics of plant growth under anoxia: metabolic adaptations of *Oryza sativa* and *Echinochloa phyllopogon*. **Annals of Botany**, n. 74, p. 445-455, 1991.
- GUGLIELMINETTI, L.; PERATA, P.; ALPI, A. Effect of anoxia on carbohydrate metabolism in rice seedlings. **Plant Physiology**, n. 108, p.735-741, 1995.
- HOSSAIN M. A.; HUQ, E.; GROVER, A. *et al.* Characterization of pyruvate decarboxylase genes from rice. **Plant Molecular Biology**, n. 31, p. 761-770, 1996.
- IRGA. Instituto Riograndense do Arroz. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v.51, p.14-15, 2000.
- LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica**. 2. ed. São Paulo: SARVIER, 1995. 839 p.
- MACKILL, D.J.; LEI, X. Genetic variation for traits related to temperature adaptation of rice cultivars. **Crop Science**, v.37, p.1340-1346. 1997.
- MEDIA CYBERNETICS. Gel – Pro Analyser Version 3.0 for Windows User's Guide. Silver Spring, Media Cybernetics, L. P., 1997.
- NAKAZONO, M.; TSUJI, H.; LI, Y.; SAISHO, D.; *et al.* A. Expression of a gene encoding mitochondrial aldehyde dehydrogenase in rice increases under submerged conditions. **Plant Physiology**, n. 124, p. 587-598, 2000.
- PERATA, P.; ALPI, A. Plant responses to anaerobiosis. **Plant Science**, n. 93, p.1-17, 1993.
- RICARD, B.; COUÉE, I.; RAYMOND, P.; *et al.* Plant metabolism under hypoxia and anoxia. *Plant Physiol Biochem*. n. 32, p. 1-10, 1994.
- RIVOAL, J.; THIND, S.; PRADET, A., *et al.* Differential induction of pyruvate decarboxylase subunits and transcripts in anoxic rice seedlings. **Plant Physiology**, n. 114, p.1021-1029, 1997.
- ROMERO, G.O.; AMANTE-BORDEOS, A.D.; DALMACIO, R.D.; *et al.* Comparative studies of isozymes

in *Oryza sativa*, *O. minuta*, and their interespecific derivatives: evidence for homoeology and recombination. **Theoretical and Applied Genetics**, n. 87, p.609-615, 1993.

SCANDALIOS, J.G. Genetic control of multiple molecular forms of enzymes in plants: a review. **Biochemical Genetics**, New York, v.3, p.37-39, 1969.

STATSOFT, Inc. Statistica for windows (Computer Program manual). Tulsa, OK: StatSoft, 1996.

STRYER, L. Bioquímica. 4. ed. New York: Guanabara Koogan, 1996. 1000p.

TAIZ, L.; ZIEGER, E. Plant physiology. 2. ed. Redwood City: The Benjamin/Cummings, 1991. 565 p.

XIE, Y; WU, R. Rice alcohol dehydrogenase genes: anaerobic induction, organ specific expression and characterization of cDNA clones. **Plant Molecular Biology**, n. 13, p. 53-68, 1989.

USO DO SOLO BOM JESUS COM CONDICIONADORES ORGÂNICOS COMO ALTERNATIVA DE SUBSTRATO PARA PLANTAS

MARIA HELENA FERMINO¹ e ATELENE NORMANN KÄMPF²

RESUMO - Considerando a crescente demanda por substratos para plantas e o fato de muitos produtores ainda utilizarem solo em suas composições, foi realizado estudo da viabilidade de uso do solo da Unidade Bom Jesus, cujas características incluem alta porosidade total, alto teor de matéria orgânica e baixa aptidão agrícola, em misturas com condicionadores orgânicos. O estudo baseou-se em misturas, na proporção volumétrica de 1:1, com aguapé [*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms], bagaço de cana, serragem de pinus e casca de arroz carbonizada, submetidas à caracterização física (densidade úmida e seca, porosidade total, espaço de aeração e disponibilidade de água) e química (valor de pH e teor total de sais solúveis). À exceção da composição com serragem, as misturas melhoraram as características físicas, proporcionando menor densidade, maior espaço de aeração e maior disponibilidade de água. À exceção do aguapé, as demais misturas elevaram o valor de pH e todas aumentaram o teor total de sais solúveis.

Palavras-chave: caracterização física, caracterização química, aguapé, casca de arroz, serragem de pinus, bagaço de cana.

USE OF THE BOM JESUS SOIL WITH ORGANIC CONDITIONERS AS HORTICULTURAL SUBSTRATES FOR PLANTS

ABSTRACT - Considering the increasing application of horticultural substrates and the fact that soil is still used by producers in their mixes, it was conducted an experiment aiming to verify the viability of a Haplumbrept soil as a component of horticultural substrate mixes, along with organic conditioners. The soil was chosen due to their high total porosity, high level of organic matter and low capacity to agricultural use. In the experiment, the soil was mixed, in volumetric proportion 1:1, with water hyacinth [*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms], rest of sugar cane, sawdust of *Pinus* sp and carbonized rice hulls. The mixes were submitted to physical (bulk density, total porosity, water availability and aeration) and chemical characterization (pH and total soluble salt concentration). Except to the mix with sawdust, all mixes improved physical characteristics, providing lower bulk density, higher porosity and more water availability. All conditioners, but water hyacinth, increased the mixes pH, and all of them increased soluble salts contents.

Key words: physical characteristics, chemical characteristics, water hyacinth, rest of sugar cane, sawdust, carbonized rice hulls.

¹ Eng. Agr., Dra., Pesquisadora da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária - FEPAGRO, Rua Gonçalves Dias/570, Porto Alegre/RS, CEP 90130-060, maria-fermino@fepagro.rs.gov.br, 51-3288.8087.

² Bióloga, Dra., Bolsista CNPq no Jardim Botânico / Fundação Zoobotânica, nkampf@cpovo.net.
Recebido para publicação em 08-08-2003

INTRODUÇÃO

A utilização de substratos para o cultivo de plantas hortícolas é uma técnica antiga. O mercado europeu sofreu um primeiro impulso na comercialização de substratos hortícolas entre as duas guerras mundiais. Na Alemanha, por exemplo, a partir da Segunda Guerra, misturas de substratos foram preparadas e ofertadas pela indústria química, além de adubos especiais para a horticultura (HARGITAI, 1975).

BOERTJE e BIK (1975) afirmam que a primeira mistura comercial foi ofertada em 1942. Os produtores de hortaliças começaram a usá-la por volta de 1945, e os produtores de ornamentais 15 anos mais tarde. Até esta data, os floricultores usavam exclusivamente misturas produzidas na propriedade, com base em turfa, areia e esterco. SCHMILEWSKI (1991) cita também como componentes básicos, originalmente utilizados, solo de jardim, solo de floresta e folhas.

Devido às características da turfa, esta tornou-se o principal componente para elaboração de substratos hortícolas, sendo utilizada como padrão de comparação no estudo de novos materiais. Mesmo países que não possuem reservas naturais de turfa passaram a utilizar substratos a base deste material, incrementando a demanda internacional e elevando o seu preço (SCHMILEWSKI, 1983).

No entanto, a partir da década de 70, observava-se a busca de materiais substitutos para a turfa. Isto se deve à preocupação dos países exportadores com a exaustão de suas fontes, já que a turfa é um recurso natural não renovável (COLE e NEWELL, 1996). Situações como estas foram vistas em países como o Canadá (MAAS e ADAMSON, 1975), Itália (LAMANNA et al., 1991) e Austrália (WORRAL, 1978; HANDRECK e BLACK, 1999) onde se verificou um incremento na utilização de resíduos de madeira, como serragem e casca.

BURÉS (1997) afirma que tem aumentado na Espanha a introdução de subprodutos de processos agroindustriais (fibra de coco e casca de pinus), procedentes de outros países, embora o país possua produtos autóctones que, seguindo processos de tratamento para adequação, podem ser utilizados como substratos.

A Alemanha supre suas necessidades de substratos à base de turfa e mantém um grande

volume de exportação, explorando suas reservas naturais, ao mesmo tempo em que precisa protegê-las da exaustão. Por outro lado, sendo um país densamente povoado e altamente industrializado, precisa manejar adequadamente grandes quantidades de resíduos industriais e urbanos e a escassez de locais para depósito. Estas variáveis têm despertado o interesse por novos materiais substitutos da turfa além de reduzirem o acúmulo de resíduos no ambiente (SCHMILEWSKI, 1991).

A busca de alternativas, em países em desenvolvimento, também se deve ao interesse por materiais de baixo custo, disponíveis em grandes volumes e próximos dos centros produtores, que lhes possibilitem viabilizar a expansão da atividade hortícola em suas comunidades. RAJA HARUN et al. (1991) expõem a situação da Malásia, onde processos mais modernos como o cultivo fechado, técnicas de solução nutriente circulante e de filme nutriente (NFT) são difíceis de serem aplicadas em larga escala devido ao alto investimento de capital requerido e à falta de conhecimento técnico. Ali prevalecem os sistemas abertos e a busca de substratos alternativos mais baratos e/ou disponíveis no local necessita ser considerada.

Para MINER (1994), o crescente aumento da demanda por substratos tem levado ao esgotamento de recursos não renováveis e conseqüentemente ao deterioramento do ambiente. Isto favorece o aproveitamento de materiais muito diversos que até recentemente eram considerados como resíduos não desejáveis. No entanto, é necessário um bom conhecimento de suas propriedades para, a partir destas, saber o tipo de elaboração que requer, suas aplicações e estabelecer as técnicas de manejo pertinentes (MARTÍNEZ, 2002).

Para PENNINGSFELD (1978) bons substratos são elaborados tendo-se como base conhecimentos científicos de solos e de fisiologia de plantas, de forma a combinar as propriedades necessárias para um ótimo desenvolvimento da planta.

Embora exercendo funções semelhantes com relação às plantas, substrato e solo se diferenciam em aspectos básicos. O solo tem gênese e perfil peculiares, com processos de formação envolvendo milênios, estando intimamente relacionado com a paisagem e as condições ambientais circundantes (KÄMPF, 1992). Geralmente, o solo apresenta elevado custo de esterilização, maior densidade de volume, menor espaço poroso e por

consequência drenagem dificultada (WILSON, 1984).

Por sua vez, o substrato é resultante da manipulação de materiais com um determinado objetivo (KÄMPF, 1992); possibilita a repetição da mistura, com a mesma composição; deve estar livre de ervas daninhas e de doenças; e apresentar baixa densidade (WILSON, 1984).

A utilização de substratos mais específicos, com características mais adequadas a determinada cultura, promove melhorias no desenvolvimento da planta, redução do tempo de cultivo e do custo final do produto, favorecendo um melhor aproveitamento de outros fatores de produção, tais como água, luz, temperatura, fertilizantes, defensivos e mão-de-obra.

A qualidade de um substrato é resultante de suas propriedades físicas e químicas. Dificilmente, encontra-se um material que, sozinho, atenda a todas as exigências consideradas para um substrato ideal. Desta forma, para melhorar as características físicas e/ou químicas dos substratos adicionam-se materiais melhoradores denominados condicionadores (KÄMPF, 2000).

Atualmente, no Brasil, verifica-se um incremento no cultivo em recipientes usando substratos devido à praticidade de manejo, economia de biocidas, melhoria da qualidade e padronização das plantas produzidas. Quando industrializado, verifica-se que as matérias-primas mais utilizadas na composição de substratos são compostos orgânicos, turfas, cascas, resíduos da agroindústria, fibra de coco, vermiculita, perlita e cinasita (KÄMPF, 2002).

No entanto, ainda é grande o número de produtores que produzem seu próprio substrato utilizando em suas misturas solo mineral como componente principal, embora o volume requerido para atender a demanda seja cada vez maior e incalculável o prejuízo à paisagem. Verificam-se assim, muitas vezes, a retirada do local *in situ* de solos com aptidão agrícola, gerando perdas para a agricultura.

Considerando este fato, realizou-se este estudo com o objetivo de verificar a adequação do solo da unidade Bom Jesus, presente nos Campos de Cima da Serra (Rio Grande do Sul - Brasil), cujas principais características são a alta porosidade, alto teor de matéria orgânica e, principalmente, baixa aptidão agrícola, como componente de substratos em misturas com condicionadores orgânicos.

MATERIAL E MÉTODOS

As análises foram efetuadas no Laboratório de Análises de Substratos para Plantas do Dep. de Horticultura e Silvicultura da Faculdade de Agronomia, UFRGS, em Porto Alegre-RS.

As misturas, na proporção volumétrica 1:1, tiveram como material básico o solo mineral Bom Jesus (SBJ). Os condicionadores selecionados, a partir dos trabalhos de FERMINO et al., 2000a e FERMINO et al., 2000b, foram: aguapé (Ag), bagaço de cana (Bag), casca de arroz carbonizada (CAC) e serragem de pinus (Se).

a) Solo Mineral Bom Jesus: Solo da unidade de mapeamento Bom Jesus, coletado no município de São Francisco de Paula-RS. A amostra foi peneirada em malha de 0,4 cm. Este solo é classificado como Cambissolo Húmico Alumínico (EMBRAPA, 1999), profundo, moderadamente drenado, com textura argilosa, de cores bruno escura a bruno avermelhada, friável e desenvolvido a partir de rochas eruptivas ácidas (riolito-dacito). É um solo fortemente ácido, com baixa saturação e soma de bases e altos teores de alumínio trocável e de matéria orgânica. Apresenta baixa aptidão agrícola (BRASIL, 1973; IBGE, 1986).

Aguapé: Plantas da espécie *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms foram coletadas nos lagos do Parque Saint Hilaire, na cidade de Viamão-RS. A amostra, composta de plantas inteiras, foi triturada ainda verde, e posta a secar ao ar livre. Após, foi peneirada em malha de 0,4 cm. A caracterização foi realizada sobre a amostra de partículas maiores do que 0,4 cm.

Bagaço de cana: Material obtido em engenho de açúcar, de propriedade particular, localizado no município de Três Forquilhas-RS. O material resultante da compostagem por um período de dois anos (depositado ao ar livre), foi peneirado em malha de 1 cm para eliminação de partículas mais grosseiras.

Casca de Arroz Carbonizada: Resíduo do beneficiamento do arroz. Considera-se como carbonização o processo de queima onde a casca mantém sua estrutura intacta, com pequeno percentual de cinzas, diferentemente daquela obtida por combustão.

e) Serragem: Amostra de serragem de pinus “in natura” (sem decomposição) coletada na Serraria

Maquiné, localizada no município de Maquiné-RS.

Métodos para a caracterização física

a) Densidade de Volume:

O método utilizado no Laboratório de Análises de Substratos para Plantas do DHS/UFRGS consiste em preencher uma proveta plástica transparente e graduada, de 300 ml, com o substrato. Após, esta proveta é deixada cair sob a ação do seu próprio peso, de uma altura de 10 cm por dez vezes consecutivas. Com auxílio de uma espátula nivela-se a superfície levemente, e lê-se o volume (em ml) obtido. Em seguida pesa-se o material úmido (em g) e leva-se à estufa para secagem a 105°C (material mineral) ou 65°C (material orgânico), até peso constante.

Os valores das densidades são obtidos aplicando-se as seguintes fórmulas:

D. úmida = (kg m^{-3}) = 1000 (Peso úmido em g / Volume em ml)

D. seca = (kg m^{-3}) = (D. úmida em kg m^{-3} / 100) x Matéria seca (%)

Matéria Seca (%) = 100 (Peso úmido – Peso seco) / Peso úmido

b) Porosidade Total, Espaço de Aeração e Disponibilidade de Água:

A determinação destas características foi realizada através de curvas de retenção de água nas tensões de 0, 10 e 50 cm de altura de coluna, correspondendo às pressões de 0, 10 e 50 hPa. Os valores de retenção de água foram determinados pelo método da mesa de tensão, através dos seguintes procedimentos: 1) vedação do fundo dos anéis com tecido de nylon preso por um atilho de borracha e pesagem destes anéis; 2) preenchimento dos anéis metálicos, de 150 ml de capacidade, com os substratos; a quantidade foi calculada através da densidade dos mesmos, para garantir a uniformidade de volume; 3) colocação dos anéis em bandejas plásticas com água até 1/3 de sua altura, para saturação, por 24 horas; 4) retirada dos anéis da água e pesagem. O volume de água contida na amostra neste momento corresponde ao ponto zero de tensão (0 hPa), correspondendo à porosidade total; 5) trans-

ferência dos anéis para a mesa de tensão, previamente ajustada para tensão de 10 cm de coluna de água (10 hPa); 6) permanência na mesa até atingir equilíbrio (cerca de 48 horas); 7) pesagem; 8) retorno dos anéis à mesa de tensão ajustada para tensão de 50 cm (50 hPa); 9) aguardar equilíbrio; pesagem; 10) secagem das amostras em estufa a 105°C ou 65°C, até peso constante, para determinação dos teores de umidade e peso da matéria seca.

De posse destes dados, foram obtidas as seguintes características: b.1) Porosidade Total (PT): corresponde à umidade volumétrica presente nas amostras saturadas (tensão 0); b.2) Espaço de Aeração (EA): representado pela diferença obtida entre a porosidade total e a umidade volumétrica na tensão de 10 cm (10 hPa); b.3) Água Facilmente Disponível (AFD): volume de água encontrado entre os pontos 10 e 50 cm de tensão (entre 10 e 50 hPa); b.4) Água Remanescente a 50 cm (50 hPa)(AR-50): refere-se à umidade que permanece no substrato após ter sido submetido à pressão de sucção de 50 cm (50 hPa).

Métodos para a caracterização química

a) Teor Total de Sais Solúveis (TTSS):

A condutividade do extrato, expressa como teor de KCl, determina o Teor Total de Sais Solúveis de uma suspensão de substrato:água deionizada, na proporção 1:10 (peso:volume), através dos seguintes passos: 1) colocar em frasco “snap-cap”, 20 g de substrato e 200 ml de água deionizada; 2) agitar por 3 horas em agitador mecânico; 3) deixar em repouso até decantação das partículas; 4) havendo necessidade, proceder a filtração das suspensões com papel de filtro ou centrifugação; 5) fazer leitura da condutividade elétrica do material filtrado averiguando-se ao mesmo tempo a temperatura do extrato com uso de termômetro com 0,1°C de precisão; 6) realizar uma prova em branco para ajustes devido ao uso do papel filtro para a filtragem; 7) expressar os resultados, através dos seguintes cálculos:

$$\text{TTSS (g L}^{-1}\text{)} = \frac{X \times C \times 56,312 \times \text{D.úmida (kg m}^{-3}\text{)}}{100.000}$$

sendo:

X = leitura do condutivímetro em Siemens x 10^{-4}

C = constante da célula do condutivímetro = 1 para aparelhos com correção automática de temperatura
56,312 = fator de correção para expressar a condutividade em mg de KCl/100 g de substrato, à temperatura de 25°C.

100.000 = fator de conversão das unidades para kg m^{-3} ($= \text{g L}^{-1}$)

b) Valor de pH:

As leituras foram feitas em suspensões de substrato:água deionizada na proporção de 1:2,5 (v:v), através de potenciômetro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização física

a) Densidade de volume

Todos os materiais adicionados ao solo provocaram, de maneira significativa, a redução da densidade úmida (DU) e seca (DS) do solo Bom Jesus (807 e 539 kg m^{-3} , respectivamente) (Tabela 1). A mistura com bagaço de cana (333 kg m^{-3}) reduziu a densidade seca em 38 % e a serragem (342 kg m^{-3}) em 36 %. Estas duas misturas apresentaram os menores valores de densidade, inclu-

sive inferiores à mistura com casca de arroz carbonizada (384 kg m^{-3}), que reduziu a densidade seca do Solo Bom Jesus em 29 %. O aguapé puro que apresentou o menor valor de densidade é o que menos influência teve sobre a redução da densidade do solo (483 kg m^{-3}), tornando-a apenas 10 % menor. Todos os valores de densidade seca das misturas ficaram dentro ou abaixo da faixa limite recomendada por BUNT (1973), 400 - 500 kg m^{-3} . Estes substratos são recomendados para uso em recipientes de 20 a 30 cm de altura, segundo Kämpf (2000).

Tabela 1. Densidade úmida (DU) e seca (DS) dos materiais puros e das misturas com solo Bom Jesus ($n = 3$).

Materiais e misturas	DU (kg m^{-3})		DS (kg m^{-3})	
Ag	101		64	
Bag	476		108	
CAC	230		148	
Se	343		154	
SBJ	807	a	539	a
SBJ:Ag	720	b	483	b
SBJ:Bag	634	c	333	e
SBJ:CAC	594	d	384	c
SBJ:Se	522	e	342	d

Ag = Aguapé; Bag = Bagaço de cana; CAC = Casca de Arroz Carbonizada; Se = Serragem de pinus; SBJ = Solo unidade de mapeamento Bom Jesus.

Médias seguidas da mesma letra (coluna) não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p > 0,05$).

b) Porosidade total, espaço de aeração e disponibilidade de água

A caracterização de cada uma das misturas quanto à porosidade total (PT), espaço de aeração (EA), água facilmente disponível (AFD) e água remanescente a 50 cm (AR-50) está na Tabela 2 e, a relação destes parâmetros (EA, AFD e AR-50) com o volume de sólidos encontra-se na Figura 1.

O valor da porosidade do solo mineral Bom Jesus (0,85 $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$) é aquele recomendado internacionalmente para substratos hortícolas (DE BOODT e VERDONCK, 1972; GOH e HAYNES, 1977; BOERTJE, 1984; VERDONCK e GABRIELS, 1988). No presente estudo, a casca de arroz carbonizada (0,81 $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$), o bagaço de cana (0,76 $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$) e o aguapé (0,76 $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$) não modificaram significativamente a PT do solo Bom Jesus (0,85 $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$).

A serragem (0,43 $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$) causou uma drástica redução da PT da mistura. Isto é decorrente da dificuldade de manipulação quando da aplicação do método. A adição da serragem, com partículas grandes, ao solo mineral aumentou a macroporosidade. Quando da retirada das amostras da saturação para a pesagem (a porosidade é determinada em base gravimétrica), geralmente, ocorre perda de água, o que em última análise vai se refletir em um menor valor de porosidade.

As misturas com bagaço de cana (0,14 $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$), aguapé (0,13 $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$), e casca de arroz carbonizada (0,13 $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$), aumentaram significativamente o espaço de aeração do Solo Bom Jesus, ainda que tenha ficado em níveis inferiores àqueles desejados para um bom substrato (0,25 $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$) segundo DE BOODT e VERDONCK (1972) e GOH e HAYNES (1977). A adição da serragem

(0,09 m³ m⁻³) não modificou o EA, sendo que este valor está abaixo dos menores valores sugeridos na literatura internacional (0,10 - 0,15 m³ m⁻³) segundo BUNT (1973) e VERDONCK e GABRIELS (1988).

As misturas com casca de arroz carbonizada (0,21 m³ m⁻³) e bagaço de cana (0,2 m³ m⁻³) elevaram significativamente o teor de água facilmente disponível do solo Bom Jesus (0,08 m³ m⁻³) para valores próximos à referência sugerida por DE BOODT e VERDONCK (1972) (0,25 m³ m⁻³). A mistura com aguapé (0,14 m³ m⁻³) também aumentou significativamente o valor da AFD porém em quantidade muito abaixo do desejável e, a adição da serragem (0,07 m³ m⁻³) reduziu ainda mais o teor de AFD do solo.

Todas as misturas apresentam significativa redução da água residual em comparação ao valor

original apresentado pelo solo: o aguapé (0,49 m³ m⁻³), a casca de arroz carbonizada (0,46 m³ m⁻³), e o bagaço de cana (0,43 m³ m⁻³). A mistura com serragem (0,28 m³ m⁻³), apresentou o menor valor.

À exceção da serragem, para valores semelhantes de PT, todos os condicionadores aumentaram o EA e a AFD do solo Bom Jesus. Mais importante do que a porosidade total, a relação entre espaço de aeração e água disponível ou facilmente disponível é que determinará a melhor adequação de um substrato ao cultivo de uma espécie sob um manejo específico. Na análise, deve-se considerar, principalmente, a espécie que nele irá ser cultivada, suas características e necessidades, assim como, observar seu comportamento frente ao tipo e frequência de irrigação, temperatura do ambiente, características de altura, formato, cor e material de que é feito o recipiente que o conterá.

Tabela 2. Porosidade total (PT), espaço de aeração (EA), água facilmente disponível (AFD) e água remanescente a 50 cm (AR-50) dos materiais puros e das misturas (m³ m⁻³) (n=3).

Materiais	PT		EA		AFD		AR-50	
Ag	0,76		0,39		0,06		0,31	
Bag	0,96		0,18		0,14		0,65	
CAC	0,72		0,42		0,10		0,20	
Se	0,92		0,22		0,13		0,57	
SBJ	0,85	a	0,09	bc	0,08	cd	0,67	a
SBJ:Ag	0,76	a	0,13	ab	0,14	bc	0,49	b
SBJ:Bag	0,76	a	0,14	a	0,19	ab	0,43	b
SBJ:CAC	0,81	a	0,13	ab	0,21	a	0,46	b
SBJ:Se	0,43	b	0,09	c	0,07	d	0,28	c

Ag = Aguapé; Bag = Bagaço de cana; CAC = Casca de Arroz Carbonizada; Se = Serragem de pinus; SBJ = Solo unidade de mapeamento Bom Jesus.

Médias seguidas da mesma letra (coluna) não diferem significativamente pelo teste Tukey (p > 0,05).

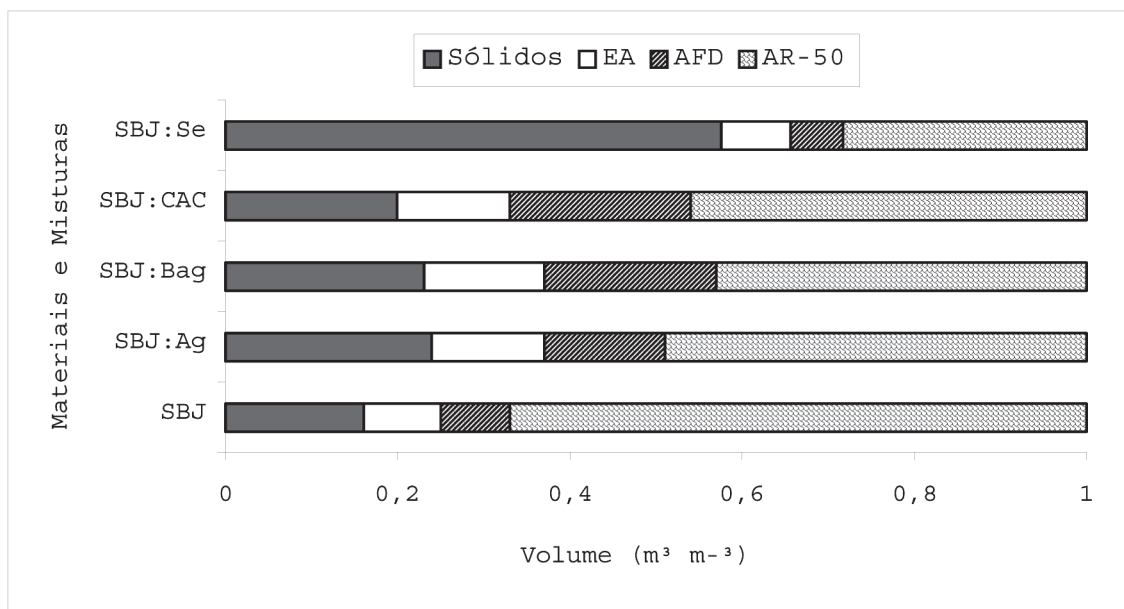


Figura 1. Caracterização do solo Bom Jesus (SBJ) e das misturas com aguapé (SBJ:Ag), bagaço de cana (SBJ:Bag), casca de arroz carbonizada (SBJ:CAC) e serragem de pinus (SBJ:Se), quanto ao conteúdo de sólidos, espaço de aeração (EA), água facilmente disponível (AFD) e água remanescente a 50 cm (AR-50) ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)($n=3$).

Caracterização química

Os valores das características químicas dos materiais puros e das misturas encontram-se na Tabela 3.

A adição de bagaço de cana (4,6) não modificou o valor de pH original do solo Bom Jesus (4,6). A mistura com bagaço de cana (4,7), serragem (4,8) e casca de arroz (5,1) elevaram significativamente o pH original do solo. No entanto, estes aumentos são pouco expressivos, demonstrando o alto poder tampão do solo. A utilização destes substratos depende de se realizar uma correção e/ou utilizá-los em cultivo de espécies que exijam pH ácido como azaléias, bromélias, samambaias e coníferas (4,5). É necessário ressaltar que a faixa recomendada para substratos à base de solo mineral situa-se entre 6,0 e 6,5 (KÄMPF, 2000; MARTÍNEZ, 2002).

Todas as misturas apresentam baixos valores de salinidade. A adição de bagaço de cana ($0,09 \text{ g L}^{-1}$) não modificou significativamente o valor da

salinidade do solo Bom Jesus ($0,04 \text{ g L}^{-1}$). As misturas com serragem ($0,27 \text{ g L}^{-1}$) e com casca de arroz carbonizada ($0,37 \text{ g L}^{-1}$), elevaram significativamente o TTSS do meio, porém não de forma limitante, sendo possível sua utilização em cultivos de espécies vegetais com baixa tolerância à salinidade. No entanto, deve-se acompanhar cuidadosamente o desenvolvimento das plantas quando da utilização de aguapé, haja visto que o valor da salinidade da mistura solo:aguapé ($1,03 \text{ g L}^{-1}$) encontra-se no limite superior da classe 1 de PENNINGSFELD, sendo o seu uso limitante para espécies sensíveis (KÄMPF, 2000).

As características químicas não são consideradas, geralmente, como excludentes na análise de um substrato, haja visto que podem ser facilmente modificadas no preparo e durante o cultivo. No entanto, o excesso de salinidade, quando em cultivo de espécies sensíveis, pode levar a perdas em sementeiras ou produção de mudas.

Tabela 3. Características químicas dos materiais puros e das misturas: valor de pH e teor total de sais solúveis (TTSS) (n = 3).

Materiais e misturas	pH	TTSS (g L ⁻¹)
Ag	7,7	0,92
Bag	5,4	0,29
CAC	6,6	0,25
Se	5,0	0,10
SBJ	4,6	c 0,04 c
SBJ:Ag	4,6	c 1,03 a
SBJ:Bag	4,7	b 0,09 c
SBJ:CAC	5,1	a 0,37 b
SBJ:Se	4,8	b 0,27 b

Ag = Aguapé; Bag = Bagaço de cana; CAC = Casca de Arroz Carbonizada; Se = Serragem de pinus; SBJ = Solo unidade de mapeamento Bom Jesus.

Médias seguidas da mesma letra (coluna) não diferem significativamente pelo teste Tukey (p > 0,05).

CONCLUSÕES

Todos os condicionadores orgânicos (aguapé, bagaço de cana, casca de arroz carbonizada e serragem de pinus) adicionados ao solo Bom Jesus reduziram a densidade úmida e seca. A adição do aguapé, bagaço de cana e casca de arroz carbonizada propiciou aumento no valor do espaço de aeração e da água facilmente disponível, para a mesma porosidade total. Inversamente, a adição da serragem de pinus reduziu a porosidade total,

não interferindo, no entanto, no espaço de aeração e na água facilmente disponível. As misturas apresentaram baixo valor de pH e baixa salinidade. O uso do solo Bom Jesus em misturas com os condicionadores orgânicos estudados pode se configurar em uma alternativa de substrato com características físicas e químicas adequadas. Sua utilização pode se constituir em alternativa útil em uma fase de transição para a utilização de substratos totalmente sem solos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOERTJE, G. A.; BIK, R. A. Potting substrates in the Netherlands. *Acta Horticulturae*, Wageningen, n.50, p. 135-142, 1975.
- BOERTJE, G. A. Physical laboratory analyses of potting composts. *Acta Horticulturae*, Wageningen, n. 150, p. 47-50, 1984.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisa Pedológica. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Recife, 1973. 413 p. (Boletim Técnico, 30).
- BUNT, A. C. Some physical and chemical characteristics of loamless pot-plant substrates and their relation to plant growth. *Plant and Soil*, The Hague, n. 38, p. 1954-1965, 1973.
- BURÉS, S. **Sustratos**. Madrid: Ediciones Agrotécnicas, 1997. 341p.
- COLE, J. C.; NEWELL, L. Recycled paper influences container substrate physical properties, leachate mineral content, and growth of rose-of-sharon and Forsythia. *Hort Technology*, Alexandria, v. 1, n. 6, p. 79-83, 1996.
- De BOODT, M.; VERDONCK, O. The physical properties of the substrates in horticulture. *Acta Horticulturae*, Wageningen, n. 26, p. 37-44, 1972.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 1999. 412 p.
- FERMINO, M. H.; TRENTIN, A. L.; KAMPF, A. N. Caracterização física e química de materiais alternativos para composição de substratos para plantas: 1. Resíduos industriais e agrícolas. In: KAMPF, A.N.; FERMINO, M.H. (Orgs.). **Substrato para Plantas**: a base da produção vegetal em recipientes. Porto Alegre: Editora Gênese, 2000a, v. 1, p. 241-248.
- FERMINO, M. H.; TRENTIN, A. L.; KAMPF, A. N. Caracterização física e química de materiais alternativos para composição de substratos para plantas: 2. Aguapé, *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms. In: KAMPF, A.N.; FERMINO, M.H. (Org.). **Substrato para Plantas** - a base da produção vegetal em recipientes. Porto Alegre: Editora Gênese, 2000b, v. 1, p. 249-255.
- GOH, K. M.; HAYNES, R. J. Evaluation of potting media for commercial nursery production of container-grown plants: 1 - Physical and chemical characteristics of soil and soilless media and their constituents. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, Weelington, n. 20, p. 363-370, 1977.

- HANDRECK, K. A.; BLACK, N. D. **Growing Media for ornamental plants and turf**. Sydney: Unsw Press, 1999. 448p.
- HARGITAI, L. The preparation of artificial soils based on peat materials for growing under glass and plasties. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.50, p. 143-145, 1975.
- IBGE. **Levantamento de recursos naturais**. Rio de Janeiro, 1986. v. 33. 796 p. Folha fh. 22 Porto Alegre, parte das folhas fh.21 Uruguaiana e fl. 22 Lagoa Mirim.
- KAMPF, A.N. Substratos. In: CASTRO, C.E.F. de (Ed.) Manual de floricultura. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FLO-RICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 1., Maringá: s.n., 1992. p.36-52.
- KÄMPF, A. N. **Produção Comercial de Plantas Ornamentais**. Guaíba: Editora Agropecuária, 2000. 254p.
- KÄMPF, A. N. **O uso do substrato em cultivo protegido no agronegócio brasileiro**. Campinas: Instituto Agronômico, 2002. 122p. Documentos IAC, 70.
- LAMANNA, D.; CASTELNUOVO, M.; D'ANGELO, G. Compost-based media as alternative to peat on ten pot ornamentals. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 294, p. 125-129, 1991.
- MAAS, E. F.; ADAMSON, R. M. Peat, bark and sawdust mixtures for nursery substrates. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 82, p. 147-151, 1975.
- MARTÍNEZ, P. F. Manejo de substratos para horticultura. In: FURLANI, A. M. C. **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**. Campinas: Instituto Agronômico, 2002. 122p. Documentos IAC, 70.
- MINER, A. M. **Substratos: propiedades y caracterizacion**. Madrid: Ediciones Mundi-Prens. 1994. 172p.
- PENNINGSFELD, F. Substrates for protected cropping. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 82, p. 13-22, 1978.
- RAJA HARUN, R. M.; HALL, D. A.; SZMIDT, R. A. K.; HITCHON, G. M. Melon cultivation in organic and inorganic substrates. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 294, p. 105-108, 1991.
- SCHMILEWSKI, G. K. Aspects of the raw material peat: resources and availability. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 150, p. 601-610, 1983.
- SCHMILEWSKI, G. K. Quality control and use of composted organic wastes as components of growing media in the Federal Republic of Germany. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 294, p. 89-98, 1991.
- VERDONCK, O.; GABRIELS, R. Substrate requirements for plants. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 221, p. 19-23, 1988.
- WILSON, G. C. S. Substrates. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 150, p. 19-32, 1984.
- WORRALL, R. J. The use of composted wood waste as a peat substitute. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 82, p. 79-86, 1978.

PROBABILIDADE DE OCORRER PRECIPITAÇÃO PLUVIAL IGUAL OU SUPERIOR À EVAPOTRANSPIRAÇÃO MÁXIMA DO FEIJOEIRO, NA REGIÃO DO PLANALTO MÉDIO DO RIO GRANDE DO SUL

RONALDO MATZENAUER¹, ALBERTO CARGNELUTTI FILHO², JAIME RICARDO TAVARES MALUF³ e CRISTIANO SCHACKER DOS ANJOS⁴

RESUMO – Determinou-se a probabilidade de ocorrer precipitação pluvial igual ou superior a 100% e 60% da evapotranspiração máxima (ET_m) da cultura do feijoeiro, em diferentes subperíodos e épocas de semeadura, para três localidades do Planalto Médio do Estado do Rio Grande do Sul (RS). Com dados diários de precipitação pluvial, determinou-se o total de precipitação pluvial (TPP) em cada subperíodo de cada época de semeadura e município. Avaliou-se o ajuste dos dados de TPP em cada subperíodo, época de semeadura e município, às distribuições normal e gama, usando o teste de Lilliefors para a primeira e o teste de Kolmogorov-Smirnov para a segunda. Verificou-se que a probabilidade de a precipitação pluvial ser igual ou superior a ET_m da cultura do feijoeiro, no ciclo completo, é menor em Júlio de Castilhos, intermediária em Cruz Alta e maior em Passo Fundo. Portanto dentre os locais estudados, Passo Fundo é aquele onde o risco à produção é menor. As menores probabilidades ocorreram durante os subperíodos mais críticos da cultura, compreendidos entre o início da floração e a maturação fisiológica, quando as probabilidades são quase sempre menores que 50%, considerando o atendimento da ET_m total. Das três épocas de semeadura consideradas, as menores probabilidades durante o ciclo completo da cultura ocorreram em outubro e novembro, sendo que no período crítico, a probabilidade de a precipitação atender à demanda hídrica da cultura é maior na época de setembro.

Palavras-chave: disponibilidade hídrica, *Phaseolus vulgaris*

PROBABILITY TO OCCUR EQUAL OR SUPERIOR PLUVIAL PRECIPITATION TO THE MAXIMUM EVAPOTRANSPIRATION FOR COMMON BEAN IN PLANALTO MEDIO OF RIO GRANDE DO SUL STATE, BRAZIL

ABSTRACT - It was determined probability to occur equal or superior pluvial precipitation 100% and 60% of the maximum evapotranspiration (ET_m) of the common bean, in different sub period and sowing dates, for three localities in Rio Grande do Sul State, Brazil. With the daily pluvial precipitation data, determined the accumulation of pluvial precipitation (TPP) in each sub period, sowing date and locality. The adjustment of the data of TPP was evaluated in each sub period, sowing date and locality, to the distributions normal and gama, using Lilliefors' test for first and Kolmogorov-Smirnovs' test for second. It was verified that the probability the pluvial precipitation be equal or superior of the ET_m for common bean in complete cycle were minor in Julio de Castilhos, intermediary in Cruz Alta and superior in Passo Fundo. However, between studies localities, Passo Fundo is the local of minor production risk. The lesser probabilities had occurred during the sub periods most critical of the culture, understood between the beginning of the flowering and the physiological maturation, when the probabilities are lesser than 50%, considering the total ET_m. The three sowing dates considered, the lesser probabilities during the complete cycle of the culture occurred in October and November, being that in the critical period, the sowing of September presented the higher probability.

Key words: water availability, *Phaseolus vulgaris*

¹ Eng. Agrônomo, Dr., Pesquisador em Agrometeorologia – FEPAGRO/SCT, Rua Gonçalves Dias, 570, 90130-060, Porto Alegre, RS. ronaldo-matzenaue@fepagro.rs.gov.br - Bolsista do CNPq.

² Eng. Agrônomo, Dr., Pesquisador em Estatística/Experimentação Agropecuária – FEPAGRO/SCT - alberto-cargnelutti@fepagro.rs.gov.br

³ Eng. Agrônomo, M.Sc., Pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS. maluf@cnpt.embrapa.br.

⁴ Estudante de Agronomia, Estagiário do Laboratório de Agrometeorologia – FEPAGRO/SCT.

Recebido para publicação em 23-12- 2003

INTRODUÇÃO

O rendimento de grãos da cultura do feijoeiro é variável entre locais e anos, no Estado do Rio Grande do Sul (RS). Durante o período de 1990/91 a 1998/99, o rendimento médio de grãos oscilou entre 530 kg/ha (safra 1990/91) e 911kg/ha (safra 1993/94) (COMISSÃO, 2000). A baixa disponibilidade hídrica no solo é apontada como a principal responsável pelas oscilações no rendimento e frustrações nas safras das principais culturas agrícolas de primavera-verão no RS (BERLATO, 1987; MOTA et al., 1996; CUNHA et al., 1998; MATZENAUER et al., 2002). Além disso, a variabilidade interanual das condições hídricas do solo, determinada pela variabilidade das chuvas, é o fator isolado que exerce maior peso na oscilação dos rendimentos das culturas de primavera-verão no RS (BERLATO, 1992).

Dados da EMATER/RS revelam que, nas safras de feijão compreendidas entre o período 1995/96 a 2000/01, ocorreram reduções por deficiências hídricas em três delas (1995/96, 1998/99 e 1999/00), com perdas respectivamente de 111 mil, 41 mil e 49 mil toneladas de grãos.

O zoneamento de riscos climáticos para o feijoeiro no Estado do Rio Grande do Sul evidencia a existência de variações na disponibilidade hídrica, conforme os períodos de semeadura, ciclo do cultivar e tipo de solo, mostrando maior disponibilidade hídrica nas regiões do Planalto, Serra do Nordeste e Alto e Médio Vales do Rio Uruguai. Os municípios de Cruz Alta e Júlio de Castilhos localizam-se na região preferencial 1 – sem restrições térmicas e hídricas – enquanto que Passo Fundo está localizado na região tolerada 6, pelo fato de haver restrição por excesso hídrico na maturação e colheita (MALUF et al., 2001).

Utilizando dados mensais de precipitação pluvial e evapotranspiração potencial, ÁVILA et al. (1996) concluíram que a probabilidade da precipitação pluvial superar a evapotranspiração potencial no Rio Grande do Sul, no período de dezembro a fevereiro, é inferior a 60% em praticamente todo o Estado, o que determina elevada frequência de deficiências hídricas. Em relação à cultura da soja, MATZENAUER et al. (2003) verificaram que, em 85% dos casos analisados, envolvendo 10 localidades e três épocas de semeadura, a probabilidade de a precipitação pluvial ser igual ou superior à ETm da cultura foi inferior a 60%, indicando elevada frequência de deficiências hídricas durante o ciclo

completo da soja. Durante o subperíodo crítico da cultura da soja, a maior probabilidade da precipitação pluvial ser igual ou superior à ETm foi de 28%.

A sensibilidade do feijoeiro ao déficit hídrico, em termos de rendimento de grãos, aumenta à medida que a planta avança em seu crescimento e desenvolvimento, apresentando menor sensibilidade durante os períodos de estabelecimento e vegetativo, e maior sensibilidade durante a floração e o crescimento dos legumes e grãos. BERGAMASCHI et al. (1989) determinaram a ETm da cultura do feijoeiro em diversos subperíodos, para três épocas de semeadura, revelando aumento gradativo da ETm média diária com o desenvolvimento das plantas. Os valores máximos foram registrados durante os subperíodos do início da floração ao início do enchimento de grãos – média de 5,5mm por dia – e do início do enchimento de grãos até a maturação fisiológica, com uma média diária de 4,8mm. A ETm total no ciclo, média das três épocas de semeadura, foi de 361mm. Muitas vezes, esta demanda hídrica não é atendida, pois mesmo que ocorram precipitações acumuladas durante o período de desenvolvimento do feijoeiro, que totalizem a quantidade de água necessitada pela cultura, a distribuição irregular das chuvas, na maioria das vezes, não garante o suprimento de água às plantas.

O conhecimento da probabilidade da precipitação pluvial satisfazer a necessidade hídrica da cultura do feijão em diferentes épocas de semeadura e subperíodos, possibilita planejar para cada local a época de semeadura que minimize o risco de ocorrência de deficiência hídrica, principalmente no período crítico da cultura.

O objetivo deste trabalho foi determinar a probabilidade da precipitação pluvial ser igual ou superior à evapotranspiração máxima da cultura do feijoeiro e a 60% da evapotranspiração máxima, em diferentes subperíodos de desenvolvimento e épocas de semeadura, para três localidades situadas na região climática do Planalto Médio do Rio Grande do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

As estimativas da evapotranspiração máxima média (ETm) dos diferentes subperíodos da cultura do feijoeiro, utilizando a evapotranspiração de Penman e os coeficientes de cultura, nas épocas de semeadura de 10/setembro, 10/outubro e 10/novem-

PROBABILIDADE DE OCORRER PRECIPITAÇÃO PLUVIAL IGUAL OU SUPERIOR À EVAPOTRANSPIRAÇÃO MÁXIMA DO FEIJOEIRO, NA REGIÃO DO PLANALTO MÉDIO DO RIO GRANDE DO SUL

bro, nos municípios de Cruz Alta, Júlio de Castilhos e Passo Fundo, localizados na região climática do Planalto Médio do Rio Grande do Sul, foram obtidas em MATZENAUER et al. (2002) (Tabela 1).

Através de registros diários de precipitação pluvial, obtidos no Banco de Dados Meteorológicos

cos do Laboratório de Agrometeorologia, da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária – FEPA-GRO/SCT-RS, determinou-se o total de precipitação pluvial em cada subperíodo de cada época de semeadura e município, considerando os períodos mostrados na Tabela 2.

Tabela 1. Valores médios de evapotranspiração máxima (ETm) do feijoeiro, em mm, para três épocas de semeadura e diferentes subperíodos, para Cruz Alta, Júlio de Castilhos e Passo Fundo.

Época de Semeadura	Subperíodo ⁽¹⁾				
	S1	S2	S3	S4	S5
Cruz Alta					
10/09	23	85	105	133	347
10/10	32	90	94	127	343
10/11	38	101	87	111	337
Júlio de Castilhos					
10/09	26	98	112	148	384
10/10	37	96	105	144	382
10/11	41	113	99	131	384
Passo Fundo					
10/09	25	91	108	136	360
10/10	34	93	96	134	356
10/11	39	103	93	119	354

⁽¹⁾ S1 = semeadura - 10 dias após a emergência; S2 = 10 dias após a emergência - início da floração; S3 = início da floração - início do enchimento de grãos; S4 = início do enchimento de grãos - maturação fisiológica; S5 = semeadura - maturação fisiológica. Fonte: MATZENAUER et al. (2002).

Avaliou-se o ajuste dos dados de precipitação pluvial total em cada subperíodo, época de semeadura e município, às distribuições normal e

gamma, usando o teste de Lilliefors para a primeira e o teste de Kolmogorov-Smirnov para a segunda (CAMPOS, 1983).

Tabela 2. Períodos considerados para as estimativas de Evapotranspiração máxima (ETm) da cultura do feijoeiro e total de precipitação pluvial (TPP), em cada subperíodo e época de semeadura e coordenadas geográficas para Cruz Alta, Júlio de Castilhos e Passo Fundo, RS.

Localidade	Períodos		Coordenadas Geográficas		
	ETm	TPP	Altitude	Latitude	Longitude
Cruz Alta	1975/76 - 2001/ 02	1975/76 - 2001/ 02	473	28°38'21"	53°36'42"
Júlio de Castilhos	1975/76 -1995/96	1975/76 - 1995/96	514	29°13'26"	53°40'45"
Passo Fundo	1975/76 - 2001/ 02	1975/76 - 2001/ 02	709	28°15'41"	52°24'45"

Determinou-se a probabilidade de ocorrência de precipitação pluvial igual ou superior a 100% e 60% da ETm da cultura do feijoeiro, em cada subperíodo, época de semeadura e município. O

valor de 60% da evapotranspiração máxima utilizado, foi baseado no índice de satisfação das necessidades de água (ISNA) igual ou superior a 0,60, considerado como de baixo risco para o cultivo de

feijão (MALUF et al., 2001), isto é, as regiões com consumo relativo de água igual ou maior que 0,60 são recomendadas para cultivo, apresentando baixo risco para a produção de grãos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os testes de Kolmogorov-Smirnov e Lilliefors, foram aplicados em 45 casos (3 municípios, 3 épocas de semeadura e 5 subperíodos). Nos 45 casos, houve ajuste dos dados do total de preci-

pitação pluvial à distribuição gamma com $p > 0,20$, ou seja, com boa aderência. Já o teste de Lilliefors, revelou ajuste dos dados à distribuição normal em 38% dos casos, considerando $p > 0,20$. Assim, a partir das estimativas dos parâmetros $\hat{\alpha}$ e $\hat{\beta}$ da distribuição gamma (Tabela 3) obteve-se a probabilidade da precipitação pluvial ser igual ou superior a 100% e 60% da evapotranspiração máxima (ETm) do feijoeiro, em cada município, época de semeadura e subperíodo da cultura (Tabela 4).

Tabela 3. Estimativa dos parâmetros $\hat{\alpha}$ e $\hat{\beta}$ da distribuição Gamma em cada município, época de semeadura e subperíodo da cultura do feijoeiro.

Município	Época de semeadura	$\hat{\alpha}$					$\hat{\beta}$				
		S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5
Cruz Alta	10/09	3,99	3,26	1,99	2,50	7,39	32,78	58,16	58,04	45,93	74,55
	10/10	3,33	1,78	1,50	1,56	5,67	31,30	79,79	42,86	89,37	79,43
	10/11	2,06	2,34	1,29	3,11	7,03	38,42	48,31	69,01	50,92	62,52
Júlio de Castilhos	10/09	2,59	3,94	2,55	3,41	8,55	49,76	45,62	41,35	32,83	61,54
	10/10	2,55	2,50	1,96	2,52	6,13	45,25	52,81	36,42	46,53	71,08
	10/11	1,95	3,41	1,13	4,20	8,91	40,40	32,83	67,86	36,58	47,21
Passo Fundo	10/09	3,31	3,55	3,56	4,80	10,86	41,36	63,78	34,06	31,84	58,69
	10/10	2,77	3,21	2,63	2,88	8,77	42,80	47,03	37,40	54,22	59,68
	10/11	2,34	4,37	1,93	4,84	11,96	37,44	33,41	52,72	33,19	41,44

Subperíodos: S1 = semeadura - 10 dias após a emergência; S2 = 10 dias após a emergência - início da floração; S3 = início da floração - início do enchimento de grãos; S4 = início do enchimento de grãos - maturação fisiológica; S5 = semeadura - maturação fisiológica.

PROBABILIDADE DE OCORRER PRECIPITAÇÃO PLUVIAL IGUAL OU SUPERIOR À EVAPOTRANSPIRAÇÃO MÁXIMA DO FEIJOEIRO, NA REGIÃO DO PLANALTO MÉDIO DO RIO GRANDE DO SUL

Tabela 4. Probabilidade da precipitação pluvial ser igual ou superior a 100% e 60% da Evapotranspiração máxima (ETm) em cada município, época de semeadura e subperíodo da cultura do feijoeiro.

Município	Época de Semeadura	ETm					60% ETm				
		S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5
Cruz Alta	10/09	0,99	0,86	0,46	0,33	0,85	1,00	0,96	0,70	0,63	0,98
	10/10	0,95	0,62	0,22	0,44	0,68	0,99	0,80	0,45	0,66	0,93
	10/11	0,76	0,48	0,39	0,65	0,71	0,89	0,74	0,60	0,87	0,95
Júlio de Castilhos	10/09	0,97	0,82	0,38	0,24	0,78	0,99	0,95	0,67	0,59	0,98
	10/10	0,90	0,60	0,21	0,29	0,57	0,97	0,82	0,47	0,60	0,90
	10/11	0,72	0,42	0,28	0,56	0,56	0,87	0,75	0,48	0,86	0,94
Passo Fundo	10/09	0,99	0,90	0,51	0,54	0,95	1,00	0,98	0,81	0,86	1,00
	10/10	0,93	0,73	0,43	0,52	0,83	0,98	0,91	0,72	0,79	0,99
	10/11	0,81	0,70	0,45	0,68	0,84	0,92	0,92	0,69	0,92	0,99

Subperíodos: S1 = semeadura - 10 dias após a emergência; S2 = 10 dias após a emergência - início da floração; S3 = início da floração - início do enchimento de grãos; S4 = início do enchimento de grãos - maturação fisiológica; S5 = semeadura - maturação fisiológica.

No ciclo completo do feijoeiro (semeadura até maturação fisiológica), a probabilidade de a precipitação pluvial ser igual ou superior à ETm da cultura variou de 56% na semeadura de novembro em Júlio de Castilhos a 95% na semeadura de setembro em Passo Fundo. Em relação ao nível de 60% da ETm, as probabilidades variaram de 90 a 100% (Tabela 4). No entanto, as oscilações das probabilidades, nos subperíodos S1, S2, S3 e S4, revelam que essas altas probabilidades podem não significar satisfação plena das necessidades hídricas durante todo o ciclo da cultura.

No subperíodo S3, que vai do início da floração até o início do enchimento de grãos, ocorreram as menores probabilidades da precipitação pluvial ser igual ou superior à evapotranspiração máxima da cultura, com valores que variaram de 21% na semeadura de outubro em Júlio de Castilhos, a 51% na semeadura de setembro em Passo Fundo. Portanto, ao nível de 100% da evapotranspiração máxima (ETm), todos os casos apresentaram probabilidade de a precipitação ser igual ou superior à ETm igual ou menor que 51%, durante o período crítico, indicando que, pelo menos em cerca de metade das situações, deverá ocorrer alguma limitação hídrica durante o período crítico da cultura, diminuindo o rendimento de grãos.

Ao nível de 60% de atendimento da ETm, a probabilidade variou de 45% a 81%, nas épocas de semeadura e locais. Em 66% dos casos, a probabilidade da precipitação pluvial ser igual ou superior à 60% da ETm durante o período crítico, foi maior que 60%, mostrando melhores condições de haver suprimento adequado às necessidades hídricas da cultura. Este subperíodo é caracterizado como crítico em relação à disponibilidade hídrica, sendo também o que apresenta o maior consumo médio diário de água, durante o ciclo de desenvolvimento da cultura (BERGAMASCHI et al., 1989; MATZENAUER et al., 1998). No entanto, o índice de satisfação das necessidades de água (ISNA) maior que 60% é considerado favorável (MALUF et al., 2001). Sendo assim, os resultados indicam boas condições para o cultivo do feijoeiro, nas semeaduras de setembro para Cruz Alta e Júlio de Castilhos, e nas três épocas de semeaduras para Passo Fundo (Tabela 4).

Passo Fundo foi a localidade que apresentou as melhores condições hídricas para o cultivo do feijoeiro, revelando maiores probabilidades da precipitação pluvial atender a demanda hídrica da cultura. Porém, Passo Fundo está localizado na região tolerada 6, por apresentar excesso hídrico na maturação e colheita (MALUF et al., 2001). A

época de semeadura de setembro durante o período crítico (S3), apresentou probabilidade de 81% sendo, portanto, a época de menor risco à produção de grãos neste local. Júlio de Castilhos apresentou baixas probabilidades de atendimento da demanda hídrica da cultura, sendo as semeaduras de outubro e novembro as de maior risco à produção de grãos, com probabilidades de 47% e 48%, respectivamente. Em Cruz Alta, no período crítico, a maior restrição ocorreu na semeadura de outubro, com uma probabilidade de 45%. Diante dessas três situações (semeaduras de outubro e novembro em Júlio de Castilhos e semeadura de outubro em Cruz Alta), pode-se inferir que as mesmas são as mais críticas por apresentar um maior risco à produção de grãos, concordando com o zoneamento de riscos climáticos para o feijoeiro no Estado do Rio Grande do Sul (MALUF et al., 2001).

O subperíodo S4 – do início do enchimento de grãos até a maturação fisiológica – apresentou algumas probabilidades baixas, principalmente nas épocas de semeadura de setembro e outubro nos três locais. Na semeadura de setembro, em Cruz Alta e Júlio de Castilhos, as probabilidades durante este subperíodo foram menores do que para o subperíodo S3, evidenciando maior risco à produção para esses locais nestas épocas. Isto acontece devido ao fato da cultura ainda apresentar elevado consumo de água, principalmente durante o enchimento de grãos, sendo que o mesmo coincide com os períodos de alta demanda evaporativa da atmosfera, quando semeado nas referidas épocas.

O subperíodo S1, que vai da semeadura até 10 dias após a emergência, apresentou as maiores probabilidades da precipitação pluvial ser igual ou superior à ETm, juntamente com o ciclo completo

(semeadura à maturação fisiológica). No início do ciclo de desenvolvimento, o consumo de água da cultura é baixo, devido à menor área foliar, sendo que grande parte da evapotranspiração ocorre devido à evaporação da água do solo (MATZENAUER et al., 1998), podendo isto, explicar as altas probabilidades em S1, enquanto que as oscilações das probabilidades nos subperíodos S2, S3 e S4 e os maiores valores no ciclo completo (S5) podem ser devidas à distribuição irregular das precipitações pluviais.

CONCLUSÕES

Passo Fundo apresenta maior probabilidade da precipitação ser igual ou superior à evapotranspiração máxima do feijoeiro do que Cruz Alta e Júlio de Castilhos, evidenciando menor risco à produção de grãos;

Júlio de Castilhos apresenta menor probabilidade da precipitação ser igual ou superior à evapotranspiração máxima do feijoeiro do que Cruz Alta e Passo Fundo, demonstrando maior risco à produção de grãos;

Em relação à deficiência hídrica, para o cultivo do feijoeiro, nas três localidades, setembro apresenta maior probabilidade da precipitação ser igual ou superior à evapotranspiração máxima durante o período crítico da cultura do que outubro e novembro;

A deficiência hídrica pode ser um fator limitante ao crescimento e desenvolvimento do feijoeiro na região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul, nas épocas de semeadura de outubro e novembro, com maior risco nas localidades de Cruz Alta e Júlio de Castilhos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

BERGAMASCHI, H.; VIEIRA, H. J.; LIBARDI, P. L.; OMETTO, J. C.; ANGELOCCI, L. R. Deficiência hídrica em feijoeiro. III. Evapotranspiração máxima e relações com a evapotranspiração calculada pelo método de Penman e com a evaporação do “Tanque Classe A”. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 4, p. 387-392, 1989.

BERLATO, M. A. **Modelo de relação entre o rendimento**

de grãos da soja e o déficit hídrico para o Estado do Rio Grande do Sul. São José dos Campos, 1987. 93 p. Tese (Doutorado em Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1987.

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

CAMPOS, H. de **Estatística experimental não-paramétrica**. 4. ed. Piracicaba: Departamento de Matemática e Estatística - ESALQ, 1983. 349 p.

PROBABILIDADE DE OCORRER PRECIPITAÇÃO PLUVIAL IGUAL OU SUPERIOR À EVAPOTRANSPIRAÇÃO MÁXIMA DO FEIJOEIRO, NA REGIÃO DO PLANALTO MÉDIO DO RIO GRANDE DO SUL

COMISSÃO Estadual de Pesquisa de Feijão: recomendações técnicas para cultivo no Rio Grande do Sul. Santa Maria: UFSM, 2000. 80 p.

CUNHA, G. R.; HAAS, J. C.; DALMAGO, G. A.; PASINATO, A. Perda de rendimento potencial em soja no Rio Grande do Sul por deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 111-119, 1998.

MALUF, J. R. T.; CUNHA, G. R.; MATZENAUER, R.; PASINATO, A.; PIMENTEL, M. B. M.; CAIAFFO, M. R. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura de feijão no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 9, n. 3, p. 1-10, 2001. Especial: Zoneamento Agrícola.

MATZENAUER, R.; MALUF, J. R. T.; BUENAO, A. C. Evapotranspiração da cultura do feijão e sua relação com a evaporação do tanque classe "A". **Pesquisa Agropecuária**

Gaúcha, Porto Alegre, v. 4, n. 2, p. 101-106, 1998.

MATZENAUER, R.; MALUF, J. R. T.; SAMPAIO, M. R.; ANJOS, C. S. Análise agroclimática da disponibilidade hídrica para a cultura do feijoeiro na região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 8, n. 1-2, p. 39-51, 2002.

MATZENAUER R.; CARGNELUTTI FILHO, A.; ANJOS, C. S. dos Probabilidade de ocorrer precipitação pluvial igual ou superior à evapotranspiração máxima da cultura da soja, no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 313-320, 2003.

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

PRODUTIVIDADE DE CULTIVARES DE MELOEIRO EM AMBIENTE PROTEGIDO¹

VALMOR BARNI², NÍDIO ANTONIO BARNI³ e JOSÉ RICARDO PFEIFER SILVEIRA⁴

RESUMO - Foi avaliado o rendimento potencial, de oito cultivares de meloeiro, híbridos e variedades, visando sua indicação para cultivo em estufa plástica, na região da Serra do Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Na primavera-verão de 1998, instalou-se o experimento no delineamento de blocos ao acaso com três repetições por tratamento, com 16 plantas por unidade experimental. Os rendimentos variaram de 8,22 kg m⁻² a 5,20 kg m⁻². Os cultivares Galeão, C.A.C. e Jumbo foram os mais prolíferos, com cerca de 8 frutos por m², enquanto que o cultivar Gaúcho foi o mais produtivo, em função do maior peso médio de fruto, igual a 1,412 kg. O cultivar C.A.C. apresentou o menor tamanho de fruto, com peso médio de 0,798 kg. A padronização de frutos pelo tamanho mostrou a necessidade agrônômica de estabelecer, via raleio, o número de frutos ideal por planta para cada variedade. A maior uniformidade na maturação de frutos foi apresentada pelo cultivar RML-2704.

Palavras-chave: Estufa plástica, melão, rendimento.

PRODUCTIVITY OF MELON CULTIVARS IN POLYETHYLENE GREENHOUSE

ABSTRACT - This study had as objective evaluates the potential behavior of eight cultivars of melon plants, hybrid and varieties, seeking your indication for cultivation in polyethylene greenhouse, in the region of the Serra do Nordeste of Rio Grande do Sul State, Brazil. The experimental design was randomized blocks, with three replications for treatment. The yields varied from 8,22 kg m⁻² to 5,20 kg m⁻². The cultivars Galeão, C.A.C. and Jumbo were the more fruitfull, while the Gaúcho cultivar was the most productive in function of the largest medium weight of fruit, 1,412 kg. C.A.C. cultivar presented the smallest fruit size, 0,798 kg. The standardization of fruits for the size showed the need to establish, through pruning fruits, the number of fruits ideal for plant for each variety. The largest uniformity in the maturation of fruits was presented by cultivar RML-2704.

Key-words: Greenhouse, melon cultivars, yield.

¹ Trabalho realizado com recursos da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária – FEPAGRO.

² Eng. Agr., M.Sc., FEPAGRO/Centro de Pesquisa de Agroindústria de Caxias do Sul., RS.

³ Eng. Agr., Dr., FEPAGRO/Agrometeorologia. Rua Gonçalves Dias, 570, Bairro Menino Deus. 90130-060, Porto Alegre, RS. nidio-barni@fepagro.rs.gov.br - Autor para correspondência.

⁴ Eng. Agr., Dr., FEPAGRO/Fitossanidade, Porto Alegre.

Recebido para publicação em 16-09-2003

INTRODUÇÃO

O cultivo em ambiente protegido, através de estufas de filme de polietileno de baixa densidade, vem se expandindo no Sul do País. Na região da Serra do Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, polarizada pelo município de Caxias do Sul, esta prática tem sido incrementada de forma bastante intensa na última década. O cultivo de tomateiro em ambiente protegido foi o pioneiro na região.

O cultivo em ambiente protegido, numa região de sazonalidade climática bem definida (grande variação da radiação solar e temperatura do ar e do solo entre as estações do ano), objetiva ofertar o produto nos extremos do período normal de safra, isto é, antecipando ou prolongando o período de oferta, obtendo maior cotação no mercado e, conseqüentemente, auferindo maior rentabilidade. Além do mais, o cultivo em ambiente protegido proporciona, ao menos teoricamente, a redução de riscos na produção, uma vez que há um isolamento das plantas. Os efeitos nefastos das intempéries, do ataque de pragas e das próprias doenças são minorados pela proteção que o plástico exerce e pela redução da possibilidade de ocorrência devido ao isolamento. Por outro lado, os controles fitossanitários sobre as plantas cultivadas em ambiente protegido são muito mais intensos e essenciais. Qualquer descuido ou omissão no acompanhamento diário do cultivo pode resultar, em prejuízos totais ao produtor. Dentro desse contexto, é fundamental desenvolver-se tecnologia de produção adequada às distintas espécies em ambiente protegido.

O ambiente protegido altera as condições do meio. As estufas reduzem a radiação solar global incidente (BURIOL et al., 1995; FARIAS et al., 1993a) e afetam a radiação de onda longa (TAPIA, 1981) e a radiação difusa (FARIAS et al., 1993a; BURIOL et al., 1995), elevam a temperatura do ar (FARIAS et al., 1993b; BURIOL et al., 1995 e 1997), do solo (SCHENEIDER et al., 1993) e a umidade relativa do ar (REISSER Jr., 1991; FARIAS et al., 1993b; BURIOL et al., 1997 e 2000) e reduzem a velocidade do vento (FARIAS et al., 1994; GALVANI et al., 1998). Com isso, a evapotranspiração, a fotossíntese e, praticamente, toda a fisiologia da planta cultivada em ambiente protegido é modificada, determinando respostas variadas para cada espécie em termos de cresci-

mento, desenvolvimento e rendimento.

O Rio Grande do Sul é um grande importador de hortaliças, frutas e flores de outros estados e, até mesmo, do exterior. Ao importar esses produtos está exportando empregos e divisas, pois deixam de ser criados no seu território e as divisas são repassadas aos outros estados e países fornecedores. Em 1996, foi iniciado um Programa Estadual de Pólos de Plasticultura – Ambientes Protegidos - coordenados pela Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Rio Grande do Sul - EMATER-RS, visando ao desenvolvimento de pesquisas locais, com espécies de interesse econômico, buscando gerar tecnologia de produção em ambiente protegido.

A cultura do meloeiro representa uma importante atividade no âmbito da plasticultura uma vez que o melão obtém elevada cotação no mercado gaúcho, nacional e internacional. Em que pese sua importância, aproximadamente 98% do melão produzido no Brasil pertence ao grupo “Amarelo” (*inodorus*) do qual fazem parte diversos cultivares e híbridos. Os outros 2% pertencem aos melões nobres das variedades *cantalupensis* e *reticulatus*, que apesar de possuírem alto valor comercial, principalmente no mercado externo, tem cultivo ainda muito restrito devido à limitada resistência dos frutos ao transporte e à má conservação pós-colheita (GRANGEIRO et al., 1999).

Considerando o incipiente emprego da tecnologia de produção agrícola em ambiente protegido no Estado do Rio Grande do Sul, fatores de produção como cultivares, adubação, irrigação ou fertirrigação e práticas culturais tais como épocas de plantio, espaçamento, densidade, condução (poda e tutoramento) e controle fitossanitário constituem linhas de estudo fundamentais que possibilitarão fazer indicações consistentes aos produtores.

O presente estudo teve como objetivo avaliar o comportamento potencial natural-intrínseco (aquele obtido pelo genótipo de forma natural, sem raleio de frutos) de oito cultivares de meloeiro, híbridos e variedades, visando selecionar aqueles de melhor desempenho em produtividade e definir a necessidade agrônômica de realizar poda de condução e raleio de frutos, quando cultivados em ambiente protegido, na região da Serra do Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliados oito cultivares de meloeiro em experimento conduzido no Centro de Pesquisa de Agroindústria da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária – FEPAGRO, na localidade de Fazenda Souza, município de Caxias do Sul, em delineamento de blocos ao acaso, com três repetições por tratamento. Os cultivares testados foram Galeão, Hy-mark, C.A.C., Jumbo, Gaúcho, Acclaim, Apollo e RML-2704, cujas mudas foram obtidas em sementeira constituída por bandejas de poliestireno expandido com capacidade para 128 mudas. A semeadura foi realizada na data de 16/10/1998. Após 33 dias da semeadura as mudas foram transplantadas para a estufa plástica, com dimensões de 10 m de largura por 40 m de comprimento. Cada cultivar ocupou unidades experimentais formadas de 4 linhas de plantas de 1,20 m de comprimento, espaçadas de 1,25 m, com as plantas distanciadas 0,30 m dentro da linha, totalizando 16 plantas de cada cultivar por repetição, numa área de 6,0 m².

A adubação foi realizada através da fertirrigação por gotejamento, onde cada uma das plantas foi suprida através de um gotejador. Durante todo o ciclo, as quantidades de nutrientes NPK fornecidas por planta foram: 8,79 g de N, 3,63 g de P₂O₅ e 19,45 g de K₂O. Dessa forma, usou-se 22.911,9 g de adubo totalmente dissolvidos em 22.911,9 L de água de irrigação. Portanto, a fertirrigação correspondeu a 1,0 g de adubo por litro d'água usada na irrigação durante todo o ciclo da cultura. A quantidade de água fornecida por planta foi de 59,67 L. Da mesma forma, a quantidade de adubo disponibilizada por planta foi de 59,67 g, uma vez que o número total de plantas foi 384.

As plantas de meloeiro foram conduzidas com uma haste. As ramificações foram podadas após a segunda flor feminina, deixando-se uma folha em seguida. A ocorrência de pragas e doenças foi muito pequena, não tendo havido necessidade de tratamento específico para seu controle, indicando, dessa forma, que o ambiente protegido, contribuiu para evitar o surgimento e o desenvolvimento exagerado de pragas e agentes patogênicos.

A colheita foi realizada à medida que os frutos de cada cultivar atingiam a maturação fisiológica, iniciando-se em 25/01/1999, aos 68 dias após o transplântio e terminando em 25/02/1999, com

31 dias de período de colheita, variando de 1 a 6 dias o intervalo entre as operações de colheita.

Os resultados de rendimento de frutos foram submetidos a análise da variância com a utilização do Statistical Analysis System - SAS. As médias foram separadas com o emprego do teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade de erro. Numa primeira análise, todos os frutos colhidos foram considerados viáveis para fins de rendimento. Na segunda análise, foram eliminados todos aqueles que estavam com massa abaixo de 700 g ou acima de 1500 g. Procurou-se padronizar frutos situados na faixa de 1.100 g, na média, com oscilação para mais e para menos de 400 g, considerados mais adequados às exigências comerciais, pelo fato de melhor se ajustarem ao consumo familiar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os resultados relativos ao número de frutos e ao rendimento dos oito cultivares de meloeiro avaliados em ambiente protegido. Constatou-se que o cultivar Galeão foi o mais prolífero atingindo cerca de 8,27 frutos m⁻², não diferindo dos cultivares C.A.C. e Jumbo. Enquanto que o cultivar RML-2704 apresentou uma média de 5,45 frutos m⁻², semelhante aos cultivares Acclaim, Hy-mark, Apollo e Gaúcho.

Ao analisar-se o rendimento verifica-se que as posições relativas dos oito cultivares se apresentaram sob forma diversa do número de frutos. O cultivar Gaúcho foi o de rendimento superior com cerca de 8,22 kg m⁻², semelhante aos cultivares Galeão, Jumbo e Apollo. O cultivar Hy-mark evidenciou o menor rendimento por unidade de área, com 5,20 kg m⁻², semelhante aos cultivares C.A.C., RML-2704 e Acclaim. Esta mudança está ligada ao tamanho dos frutos onde o cultivar Gaúcho atingiu uma massa média de fruto da ordem de 1,412 kg, enquanto que o cultivar C.A.C. situou-se em 0,798 kg por fruto (Tabela 1), com os demais oscilando entre esses dois extremos. Os rendimentos médios obtidos com os oito cultivares assemelham-se àqueles relatados por BARNI et al. (2003a) e BARNI et al. (2003b) em ambiente protegido no município de Caxias do Sul, Rio Grande do Sul e aos alcançados por GRANGEIRO et al. (1999) em atmosfera livre no município de Mossoró, Rio Grande do Norte.

A eliminação dos frutos com massa superior a 1,5 kg e inferior a 0,7 kg visa a padronizar o tamanho do fruto, para a comercialização, com massa média de 1,1 kg, oscilando na faixa de 0,7 a 1,5 kg. Este peso é considerado o ideal para o consumo por uma família de 4 - 5 pessoas. Aplicando este critério sobre os resultados obtidos chegou-se aos valores apresentados na tabela 2. Dessa maneira, a massa média dos frutos foi de 1,042 kg, destacando-se os cultivares Galeão e Jumbo com rendimentos superiores por unidade de área. Constatou-se correlação negativa entre a redução do número de frutos por unidade de área e o seu peso médio, com exceção dos cultivares Gaúcho e RML-2704. Com essa padronização o cultivar Gaúcho apresentou a maior queda no rendimento, baixando de 8,22 kg m⁻² para 4,72 kg m⁻², isto é, 42,57% de frutos descartados, caracterizando-o por apresentar frutos mais graúdos. A padronização de frutos pelo tamanho evidenciou a necessidade de estabelecer – via raleio – o número de frutos ideal por planta para cada variedade.

Uma estufa de 10 m por 40 m tem uma área útil de produção de 380 m². Se for cultivada com um único cultivar, por exemplo o Galeão que foi o de desempenho superior, renderia 2.811,8 kg de frutos de diversos tamanhos e 2.656,50 kg de frutos padronizados, com massa variando de 0,7 kg a 1,5 kg. Por sua vez, o cultivar Hy-mark, cujo rendimento foi o menor, renderia 1.974,9 kg e 1.657,8 kg, representando assim uma diferença aproximada de 1.000 kg entre os mesmos. Esta acentuada diferença pode não se confirmar em sucessivos anos e épocas de avaliação, conforme ficou demonstrado por BARNI et al. (2003) onde o plantio realizado no início de outubro, na localidade de Caxias do Sul, apresentou os rendimentos médios mais elevados, comparativamente a outras três datas de cultivo. Entretanto, esse fato evidencia os diferenciados potenciais existentes entre os genótipos. Por outro lado, as características organolépticas entre os cultivares também devem ser consideradas uma vez que teor de açúcar, aroma, sabor e outras características ligadas ao gosto do consumidor determinam a escolha do que produzir.

O período de colheita dos oito cultivares estendeu-se pelo espaço de 31 dias, iniciando em 25/01/1999, isto é, 68 dias após o transplante. Os cultivares C.A.C., Acclaim e RML-2704 mostraram-

se mais precoces (Figura 1). Por outro lado, os cultivares Gaúcho e Jumbo portaram-se como os mais tardios. Enquanto que os cultivares Galeão, Hy-mark e Apolo situaram-se em posição intermediária. O cultivar RML-2704 concentrou cerca de 70% da maturação de frutos e colheita em torno da data de 10/02/1999, 84 dias após o transplante, no transcurso da terceira semana de colheita (Figura 1). Essa cultivar apresentou-se como a mais uniforme na maturação dos frutos, concentrando mais de 2/3 da colheita num período inferior a 10 dias. Essa é uma característica intrínseca do cultivar. Entretanto, neste sentido, destaca-se que o manejo da água de irrigação (suspensão da irrigação ou fertirrigação – que neste estudo não foi realizado) tem grande efeito em concentrar a maturação e a colheita de melões, além de elevar o conteúdo de sólidos solúveis (açúcares) e melhorar suas características organolépticas (PEDROSA, 1992; BRASIL et al., 1998; AZEVEDO e ALVES, 1999).

Na Figura 1 também verifica-se que todas as cultivares apresentaram um repique de maturação e colheita de frutos nas duas últimas semanas, com exceção da cultivar Gaúcho, cuja maturação e colheita iniciou na terceira semana e acentuou-se na quarta e, em especial, na última semana. Estes frutos de maturação mais tardia ocorrem em função do direcionamento dos fotoassimilados. Isto é, com a floração, fecundação e o surgimento dos primeiros frutos basilares (de 1, 2 até 5, 6 ou mais frutos, dependendo do cultivar ser mais ou menos prolífero) os fotoassimilados são direcionados para o seu desenvolvimento, por ação hormonal (mudanças na concentração e fluxo dos hormônios citocinina, ácido abscísico e etileno, (JONES et al., 1996, COWAN et al., 2001)), que também interfere sobre os frutos surgidos de novas flores os quais são abortados até que os primeiros alcancem o desenvolvimento próximo ao máximo permitido pelas disponibilidades energéticas da planta. Somente após esse processo estar concluído é que novas flores fecundadas irão desenvolver seus frutos, num processo regulado fisiologicamente pela planta, em sintonia com suas características varietais intrínsecas (carga genética) e com as disponibilidades energéticas (fotoassimilados), em muito influenciadas pelo ambiente. Portanto, esse repique de novos frutos surgirem e maturarem tardiamente

te poderá ser evitado ou regulado com as práticas de poda de condução da planta e de raleio de frutos, que interfiram na fisiologia da planta, determinando o número de frutos que ela irá desenvolver e uniformizando (padronizando) seu tamanho (BARNI et al., 2003a e BARNI et al., 2003b).

CONCLUSÕES

As produtividades médias de frutos obtidas de oito cultivares de meloeiro mostraram o eleva-

do potencial produtivo de melões em ambiente protegido – estufa plástica – na região da Serra do Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul.

Ficou demonstrada a necessidade da prática de raleio de frutos, para padronizar o tamanho dos mesmos, com vistas ao atendimento das exigências do mercado consumidor.

Comportamentos varietais diferenciados quanto à concentração da maturação e colheita dos frutos também são evidentes nas cultivares estudadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZEVEDO, P.V. de; ALVES, A. V. Efeito do conteúdo de água no solo sobre o desenvolvimento e produtividade da cultura do meloeiro. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 7, n. 1, p. 25-29, 1999.
- BARNI, V.; BARNI, N.A.; SILVEIRA, J.R.P. Meloeiro em estufa: duas hastes é o melhor sistema de condução. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 6, p. 1039-1043, nov-dez, 2003a.
- BARNI, V.; BARNI, N.A.; SILVEIRA, J.R.P.; ARGENTA, G. Comportamento de cultivares de meloeiro em diferentes épocas de plantio sob ambiente protegido. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.9, n.1-2, p. 59-70, 2003b.
- BRASIL, R. F.; PRAÇA, E. F.; MENEZES, J. B.; et al. Qualidade do melão 'Hy-mark' em cinco estádios de maturação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 2, p.165-167, nov. 1998.
- 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.
- BURIOL, G. A.; SCHNEIDER, F. M.; STRECK, N. A., et al., Efeito da composição do filme plástico de estufas sobre a temperatura mínima do ar. **Revista de la Facultad de Agronomía**, Buenos Aires, v. 17, n. 1, p. 133-136, 1997.
- BURIOL, G. A.; RIGHI, E. Z.; SCHNEIDER, F. M.; et al. Modificação da umidade relativa do ar pelo uso e manejo da estufa plástica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 8, n. 1, p. 11-18, 2000.
- COWAN, A.K.; CRIPPS, R.F.; RICHINGS, E.W.; TAYLOR, N.J. Fruit size: towards an understanding of the metabolic control of fruit growth using avocado as a model system. **Physiologia Plantarum**, Lund, Suécia, v. 111, n. 2, p. 127-136, 2001.
- FARIAS, J. R. B.; BERGAMASCHI, H.; MARTINS, S. R.; et al. Alterações na temperatura e umidade relativa do ar provocadas pelo uso de estufa plástica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 1, n. 1, p. 51-62, 1993b.
- FARIAS, J. R. B.; BERGAMASCHI, H.; MARTINS, S. R.; et al. Efeito da cobertura plástica de estufa sobre a radiação solar. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 1, n. 1, p. 31-36, 1993a.
- FARIAS, J. R. B.; BERGAMASCHI, H.; MARTINS, S. R. Evapotranspiração no interior de estufas plásticas. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 2, n. 1, p. 17-22, 1994.
- GALVANI, E.; DANTAS, R. T.; ESCOBEDO, J. F.; et al. Parâmetros meteorológicos em cultura de alface (*Lactuca sativa* L.) cultivada em casas de vegetação com orientação Leste-Oeste, Norte-Sul e condições externas. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6, n. 2, p. 157-163, 1998.
- GRANGEIRO, L. C.; PEDROSA, J. F.; BEZERRA NETO, F.; et al. de Rendimento de híbridos de melão amarelo em diferentes densidades de plantio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 3, p. 200- 206, nov. 1999.
- JONES, R.J.; SETTER, T.L.; WESTGATE, M.E.; BOOTE, K.J. Physiology and modeling kernel set in maize. Proceedings of a symposium of the CSSA and ASA held in Baltimore, Maryland, USA, 18-22 october, 1998. 2000, 25-42; 3 pp. of ref.. **Crop Science Society of America**, Madison; USA.
- PEDROSA, J.F. **Cultura do melão**. Mossoró: Escola Superior de Agricultura de Mossoró – ESAM, 1992. 35 p.
- REISSER, C. J. **Evapotranspiração da alface (*Lactuca sativa* L.) em estufa plástica e ambiente natural**. Santa Maria, 1991. 78 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Agrícola/UFSM, 1991.
- SCHNEIDER, F. M.; BURIOL, G. A.; ANDRIOLO, J. L.; et al. Modificação na temperatura do solo causada por estufas de polietileno de baixa densidade em Santa Maria, RS. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 1, n. 1, p. 37-42, 1993.
- TAPIA, G. J. Filmes térmicos para invernaderos. **Revista de los Plásticos Modernos**, Barcelona, v. 295, p. 75-82, 1981.

Tabela 1. Rendimento, massa média do fruto e número total de frutos de oito cultivares de meloeiro, em ambiente protegido, na Região da Serra do Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, município de Caxias do Sul, 1998/1999.

Cultivares	Número de frutos m ⁻²		Rendimento (kg m ⁻²)		Massa do fruto (kg)	
Galeão	8,27	a ¹	7,40	ab	0,889	cd
C. A. C.	7,94	a	6,33	bcd	0,798	e
Jumbo	7,72	ab	7,30	abc	0,948	c
Acclaim	6,55	bc	6,00	cd	0,915	c
Hy-mark	6,27	c	5,20	d	0,826	de
Apollo	6,05	c	7,62	abc	1,186	b
Gaúcho	5,83	c	8,22	a	1,412	a
RML-2704	5,44	c	6,06	bcd	1,114	b
Média	6,76		6,71		0,992	
C.V. (%)	10,6		10,4		4,4	

1/ Médias seguidas pelas mesmas letras, dentro de cada variável, não diferem entre si pelo teste de Duncan em nível de 5% de significância.

Tabela 2. Rendimento, massa média do fruto e número de frutos, entre 0,7 e 1,5 kg, de oito cultivares de meloeiro, em ambiente protegido, na Região da Serra do Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, município de Caxias do Sul, 1998/1999.

Cultivares	Número de frutos m ⁻²		Rendimento (kg m ⁻²)		Massa do fruto (kg)	
Galeão	7,22	a ¹	6,91	a	0,968	cd
Jumbo	6,61	ab	6,66	a	1,007	c
Acclaim	5,72	bc	5,55	b	0,953	cd
C. A. C.	5,27	cd	4,84	b	0,917	d
Hy-mark	4,83	cde	4,36	b	0,903	d
RML-2704	4,72	cde	5,15	b	1,086	b
Apollo	4,27	de	5,18	b	1,199	a
Gaúcho	3,88	e	4,72	b	1,214	a
Média	5,32		5,42		1,042	
C. V. (%)	11,1		12,2		3,5	

1/ Médias seguidas pelas mesmas letras, dentro de cada variável, não diferem entre si pelo teste de Duncan em nível de 5% de significância.

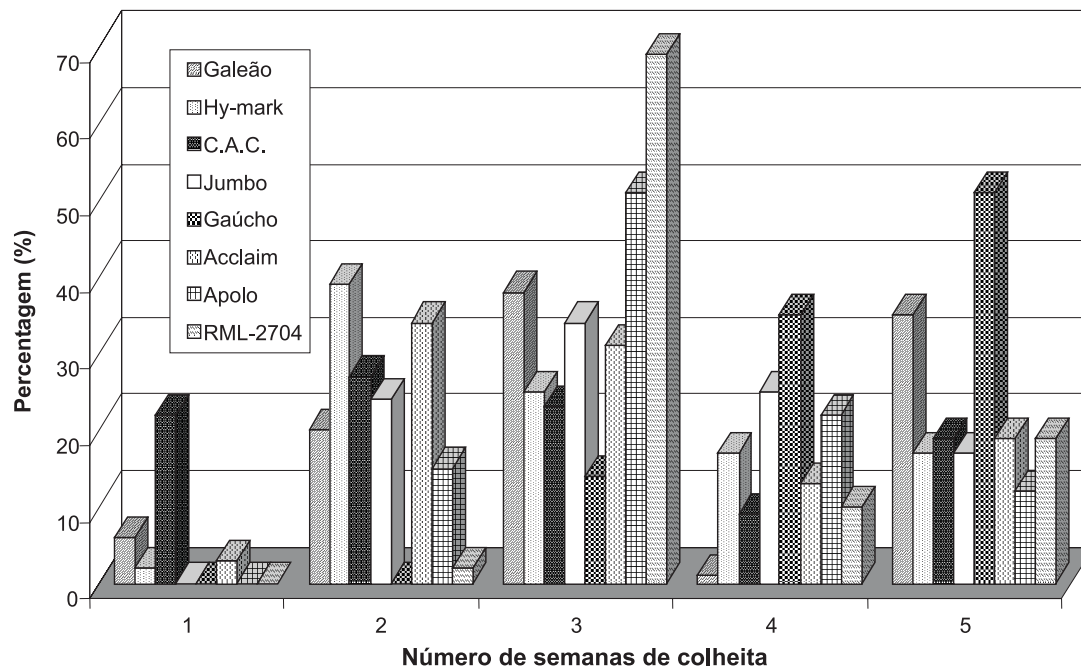


Figura 1. Dispersão da colheita de frutos de oito cultivares de meloeiro em estufa plástica, no município de Caxias do Sul, 1998/99.

RENDIMENTO DE CULTIVARES DE MELOEIRO EM DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEADURA SOB AMBIENTE PROTEGIDO¹

VALMOR BARNI², NÍDIO ANTONIO BARNI³, JOSÉ RICARDO PFEIFER SILVEIRA⁴ e
GILBER ARGENTA⁵

RESUMO - O cultivo em estufas plásticas é incipiente no Rio Grande do Sul, especialmente do meloeiro. Estudos de adaptação de cultivares, épocas de cultivo e manejo da estufa são essenciais para o fomento e o desenvolvimento dessa atividade. Com o objetivo de avaliar, em ambiente protegido, o rendimento dos cultivares de meloeiro Hy Mark, Acclaim, AI-522 e Sunrise, em quatro épocas de semeadura, na região da Serra do Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, foi desenvolvido um estudo no delineamento de blocos ao acaso, em parcelas subdivididas, com três repetições por tratamento. As parcelas principais consistiram das épocas de semeadura e as subparcelas dos cultivares. Os cultivares Hy Mark, Acclaim, AI-522 e Sunrise apresentaram rendimentos variando entre 36,7 a 77,3 t de melões por hectare. Os cultivares Hy Mark e Acclaim apresentaram produções mais estáveis entre as épocas de plantio. O cultivar Sunrise é o mais prolífero e produtivo, enquanto que o cultivar AI-522 apresenta as menores produções e a maior longevidade de conservação de frutos pós-colheita.

Palavras-chave: Estufa, melão, *Cucumis melo*, produção, pós-colheita.

YIELD OF MELON CULTIVARS UNDER GREENHOUSE CONDITIONS AND DIFFERENT SOWING PERIODS

ABSTRACT- Cultivation in plastic greenhouses is an incipient activity in the State of Rio Grande do Sul, in the south of Brazil, specially for melon. Studies in adaptation of cultivars, period of cultivation and greenhouse management are essential to the improvement of this activity. In order to evaluate the productivity, in protected environment, of four cultivars of melon – Hy Mark, Acclaim, AI-522 and Sunrise – an experiment was carried out, in four seedling periods, in the region of Serra do Nordeste, in the State of Rio Grande do Sul, Brazil. The treatments were laid out in a randomized block arranged in a split plot design with three replicates, where seedling period was assigned to the main plot and cultivar of melon was assigned to the sub-plot effect. The cultivars Hy Mark, Acclaim, AI-522 and Sunrise productivities varied from 36,7 to 77,3 t of melons per hectare. The cultivars Hy Mark and Acclaim presented the more stable productivities among the periods of seedling. The cultivar Sunrise is the most prolific and productive, while AI-522 shows the lowest productivities and the most extensive period of conservation after harvest.

Key words: Greenhouse, melon cultivars, *Cucumis melo*, seedling periods.

¹ Trabalho realizado com recursos da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária - FEPAGRO.

² Eng. Agr., M.Sc., FEPAGRO/Centro de Pesquisa de Agroindústria de Caxias do Sul.

³ Eng. Agr., Dr., FEPAGRO/Agrometeorologia. Rua Gonçalves Dias, 570, Bairro Menino Deus, 90130-060, Porto Alegre, RS. nidio-barni@fepagro.rs.gov.br. Autor para correspondência.

⁴ Eng. Agr., Dr., FEPAGRO/Fitopatologia, Porto Alegre, RS.

⁵ Eng. Agr., Dr., FEPAGRO/Agrometeorologia. Bolsista Recém Doutor da FAPERGS.
Recebido para publicação em 24-11-2003

INTRODUÇÃO

O cultivo em ambiente protegido tem a finalidade de ofertar o produto agrícola nos extremos do período normal de safra, isto é, antecipando ou prolongando o período de oferta, obtendo maior cotação no mercado e, conseqüentemente, auferindo maior rentabilidade ao produtor rural. Permite ainda isolar as plantas do ataque de insetos pragas e da incidência de moléstias e oferecer ao consumidor um produto de qualidade superior, pela redução do uso de defensivos agrícolas.

As estufas reduzem a radiação solar global incidente (FARIAS et al., 1993a; BURIOL et al., 1995), afetam a radiação de onda longa (TAPIA, 1981), a radiação difusa (FARIAS et al., 1993a; BURIOL et al., 1995), elevam a temperatura do ar (FARIAS et al., 1993b; BURIOL et al., 1995), do solo (SCHENEIDER et al., 1993) e a umidade relativa do ar (REISSER Jr., 1991; FARIAS et al., 1993b; BURIOL et al., 2000) e reduzem a velocidade do vento (FARIAS et al., 1994). Com isso, a evapotranspiração, a fotossíntese e, praticamente, toda a fisiologia da planta cultivada em ambiente protegido é modificada, determinando respostas variadas para cada espécie em termos de crescimento, de desenvolvimento e de rendimento.

A cultura do meloeiro representa uma importante atividade no âmbito da plasticultura uma vez que o melão obtém boa cotação no mercado nacional e internacional. O Brasil é, atualmente, o terceiro produtor de melão da América do Sul, depois da Argentina e do Chile, com 17% da produção total. A região Nordeste responde por mais de 91% da produção total do País (IBGE ... 1987/94). O Estado do Rio Grande do Norte é o maior produtor brasileiro, destacando-se, em 1996, com 56,12% da área plantada e 63,36% da produção (GRANGEIRO, et al., 1999).

O melão rendilhado é conhecido e cultivado em vários países como Japão, França, Estados Unidos, sendo que o seu consumo tem aumentado expressivamente nos últimos 20-25 anos. No continente americano, países como Honduras, Guatemala e México cultivam o melão rendilhado visando a exportação aos Estados Unidos, os quais são também grandes produtores e consumidores desta fruta (SHOEMAKER, 1992). A Europa, a exemplo dos EUA, apresenta um mercado consumidor muito atraente aos produtores brasileiros, princi-

palmente no inverno europeu, quando a oferta da fruta é bem menor.

Aproximadamente 98% do melão produzido no Brasil pertence ao grupo “Amarelo” *inodorus* (*Cucumis melo* L. var. *inodorus*). Esse tipo de melão apresenta baixo conteúdo de açúcar, sendo preterido em relação aos melões dos grupos *cantalupensis* (*Cucumis melo* L. var. *cantalupensis*) e *reticulatus* (*Cucumis melo* L. var. *reticulatus*) com conteúdo de açúcar maior e aspecto visual mais atraente. Esses últimos, apesar de possuírem alto valor comercial, principalmente no mercado externo, tem cultivo ainda muito restrito devido à limitada resistência dos frutos ao transporte e à má conservação pós-colheita. Os melões do grupo amarelo apresentam vida média de armazenamento de três a quatro semanas, podendo estender-se até cinco ou seis semanas, dependendo da cultivar (SILVA, 1992; GONÇALVES et al., 1996). Por outro lado, os melões nobres, sob as técnicas normais de manuseio comercial, perdem a qualidade dentro de duas semanas (LESTER e STEIN, 1993; BRASIL et al., 1998; MENEZES et al., 1998). Os principais problemas encontrados no prolongamento da vida útil pós-colheita dos melões nobres são a rápida taxa de respiração e a senescência dos frutos quando mantidos a temperaturas acima de 5°C e a suscetibilidade a injúrias pelo frio abaixo de 5°C (EDWARDS e BLENNERHASSETT, 1994). Para a obtenção de frutos de qualidade superior, os melões cantalupe e rendilhado requerem condições especiais de cultivo, como casa de vegetação, tutoramento, sistema de condução, poda e raleio de frutos adequados. Informações ainda escassas nas condições brasileiras e, em especial, gaúchas de cultivo.

Nesse contexto, o estudo de fatores de produção, tais como, adubação, irrigação, densidade, época de plantio e outras práticas culturais, torna-se necessário para esses novos materiais, em especial no Rio Grande do Sul, onde o cultivo em ambiente protegido é ainda incipiente.

A variação da época de semeadura determina mudanças substanciais no ambiente de cultivo uma vez que a radiação solar, a temperatura do ar, a temperatura do solo, a umidade relativa são elementos que se alteram ao longo das estações. Portanto, jogar com a época de semeadura significa mudar o ambiente no qual a planta é cultivada (MOTA e ZÄHLER, 1994).

Este trabalho teve por objetivo avaliar o rendimento de quatro cultivares de meloeiro, semeados em quatro épocas, focando atenção especial nas características de conservação pós-colheita, visando indicar aquelas de melhor desempenho para cultivo em ambiente protegido, na região da Serra do Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em estufa plástica localizada no Centro de Pesquisa de Agroindústria da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária – FEPAGRO, na localidade de Fazenda Souza, município de Caxias do Sul, no período de julho de 1999 a fevereiro de 2000.

A estufa plástica possuía 40m de comprimento, no sentido Norte – Sul, e 10m de largura, com 4,5m de altura na parte central e 3m de pé-direito, apresentando, desta forma, uma relação volume de ar/área de solo de 3,75. A mesma foi construída com estrutura de madeira e cobertura em forma de arco. Seu ambiente interno foi protegido por um filme plástico transparente de polietileno de baixa densidade (PEBD) com 100 μ de espessura para a cobertura, laterais e extremidades da mesma. As laterais foram fixadas até 0,70m acima do nível do solo e, acima desse nível, apresentavam cortinas móveis, com porta na extremidade Sul. No vão lateral das cortinas móveis havia uma tela antiinseto de malha finíssima para impedir a entrada de insetos pragas e vetores de inóculos de moléstias.

O preparo do solo foi realizado com enxada rotativa até a profundidade de 0,20m. Após foram construídos canteiros de 0,10m de altura no sentido longitudinal da estufa. A fertirrigação foi realizada com o emprego de sistema de irrigação por tubos gotejadores autocompensados com vazão de 1,65 litros por hora a uma pressão máxima de trabalho de 1,0 Kpa. O espaçamento entre os emissores foi de 0,30m, idêntico ao espaçamento usado entre as plantas nas fileiras, de maneira a disponibilizar melhor a água junto ao sistema radicular das mesmas.

Foram avaliados quatro cultivares de meloeiro, semeados em quatro distintas datas e transplantados em outras quatro datas, num experimento conduzido no delineamento de blocos ao acaso, em parcelas subdivididas, com três repetições por tratamento. Na estufa, cada cultivar ocupou unidades experimentais formadas de 2 linhas de plan-

tas de 3,0m de comprimento, espaçadas de 1,25m, com as plantas distanciadas 0,30m dentro da linha, totalizando 20 plantas de cada cultivar por repetição, numa área de 7,5m² por subparcela. Os cultivares testados foram Hy Mark, Acclaim, AI-522 e Sunrise semeados em 23/07/99, 13/08/99, 03/09/99 e 24/09/99 e transplantados em estufa nas datas de 25/08/99, 10/09/99, 04/10/99 e 27/10/99, respectivamente, para a primeira, segunda, terceira e quarta época de semeadura. O cultivar AI-522 pertence ao grupo “Amarelo Rugoso”, os demais são dos grupos reticulado (Hy Mark e Acclaim) e cantalupe (Sunrise). A sementeira constou de bandejas de poliestireno expandido, com 128 células, contendo substrato agrícola da marca Plantmax. Para assegurar a germinação, a emergência e o crescimento inicial das plântulas, as bandejas foram colocadas no interior de um mini-túnel plástico, através do qual circulava ar forçado e aquecido. As condições de inverno da Serra do Nordeste do Rio Grande do Sul são de temperatura média do ar baixa o que limita a germinação, o crescimento e o desenvolvimento de espécies estivais, como é o caso do meloeiro. As mudas foram transplantadas quando apresentavam a primeira folha definitiva e soltavam-se das células da bandeja de poliestireno sem quebra do torrão.

A adubação foi realizada na base, por ocasião do preparo do solo. Apenas o nitrato de cálcio foi aplicado durante a frutificação, através da água de irrigação. A adubação constou de 9,0 g de N; 4,0 g de P₂O₅ e 20 g de K₂O por planta. Durante todo o ciclo as plantas foram irrigadas de acordo com as necessidades.

As plantas, conduzidas com uma haste, foram tutoradas com fita plástica (ráfia) amarrada a um fio de arame colocado a 3m de altura e presa junto ao solo em estacas individuais de bambu. As ramificações foram podadas após a segunda flor feminina, deixando-se uma folha em seguida. A ocorrência de pragas e doenças foi muito pequena, não tendo havido necessidade de tratamento específico.

A ventilação foi realizada, principalmente, pela abertura manual das cortinas laterais, que proporcionavam uma área transversal de 92,0m² (2,30m x 40,0m) livre ao fluxo de ar quando os dois lados estavam abertos. Em dias de temperatura elevada, a ventilação foi ampliada pela abertura das janelas das extremidades, com uma área de ventilação individual de 3m². O manejo das mesmas foi

realizado conforme as condições de ambiente do dia, sendo que em dias de nevoeiro, a estufa era aberta após a dissipação do mesmo. Quando ocorriam ventos fortes, precipitações pluviométricas, temperaturas baixas e/ou dias encobertos, a estufa era mantida fechada, enquanto que em condições normais era aberta pela manhã, próximo das 7h30min e fechada à tarde em torno das 18h.

Para cada cultivar e época de semeadura foi determinada a soma térmica efetiva (graus-dia) a contar da data da semeadura até a maturação fisiológica dos frutos. Para isso, tomou-se como base inferior a temperatura de 12°C e superior 30°C (WHITAKER e DAVIS (1962). Considerou-se como data da maturação fisiológica aquela na qual 2/3 dos frutos da parcela (66,7%) haviam atingido a maturação. A temperatura do ar, média diária, foi calculada pela fórmula: $T = (t_9 + 2(t_{21}) + t_{\max} + t_{\min})/5$ (INSTITUTO DE PESQUISAS AGRONÔMICAS, 1989). Onde T é a temperatura do ar média diária compensada; t_9 e t_{21} é a temperatura do ar às 9 e às 21 horas, respectivamente; $t_{\max}$ a temperatura do ar máxima diária; e, $t_{\min}$ a temperatura do ar mínima diária. Considerou-se a soma térmica efetiva o somatório dos saldos diários de temperatura média do ar compensada subtraída a temperatura base de 12°C. Tendo em vista que no interior de uma estufa plástica, com dimensões similares a que foi utilizada, a temperatura média do ar atinge, na média diária, cerca de 2°C acima daquela observada externamente (RADIN, 2002), para o cálculo da soma térmica efetiva adotou-se uma temperatura-base inferior de 10°C. Os dados de temperatura do ar foram registrados por uma Estação Meteorológica de Superfície, da rede de Estações da FEPAGRO, localizada ao lado da estufa no interior da qual foi conduzido o experimento.

A colheita foi realizada à medida que os frutos de cada cultivar atingiam a maturação fisiológica, definida com base no conteúdo de sólidos solúveis, com grau Brix ao redor de 10. A colheita da primeira época ocorreu no período entre 24/11/99 (91 dias após o transplante – DAT) e 03/01/2000; a segunda época entre 17/12/99 (98 DAT) e 24/01/2000; a terceira época foi entre 03/01/2000 (91 DAT) e 17/02/2000; e a quarta época entre 17/01/2000 (82 DAT) e 07/02/2000. Após cada colheita, por época de semeadura, uma amostra de dez frutos de cada cultivar foi mantida em condições de armazenamento (temperatura ambiente em torno

de 22 °C, na ausência de luz), com o objetivo de avaliar o tempo de conservação após o qual o produto perderia as condições comerciais (propriedades físicas e organolépticas).

Os resultados de rendimento de frutos foram submetidos à análise da variância com a utilização do Statistical Analysis System - SAS. As médias foram comparadas com o emprego do teste de Tukey em nível de 5% de significância. Na análise, todos os frutos colhidos foram considerados para fins de rendimento, independentemente do tamanho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os cultivares Acclaim e Hy Mark evidenciaram grande estabilidade de rendimento, variando muito pouco entre as quatro épocas de semeadura estudadas (Tabela 1). Considerando, a oferta do produto ao mercado consumidor e as características de rápida perecibilidade dos melões nobres, no período pós-colheita, esses cultivares seriam os mais indicados, permitindo escalonar a oferta do produto ao mercado, via épocas de semeadura, além de possibilitar a oferta do produto nos extremos do período da safra, sem grandes reduções de produtividade. O cultivar Sunrise foi o mais produtivo na segunda e na terceira época de semeadura. Entretanto esse cultivar tem a característica de ser um dos cultivares nobres que apresenta mais rápida perecibilidade de frutos no pós-colheita, menos de dez dias entre a colheita e o início da degradação (LESTER e STEIN, 1993; BRASIL et al., 1998; MENEZES et al., 1998), informações confirmadas com os resultados da tabela 7.

Por sua vez, o cultivar AI-522 apresentou rendimento de frutos inferior na primeira época de semeadura em relação a todos os cultivares estudados e na segunda época foi menos produtivo do que os cultivares Sunrise e Acclaim (Tabela 1). Na época seguinte teve comportamento similar aos cultivares Hy Mark e Acclaim, mas os três foram inferiores ao Sunrise. Na última época de semeadura, todos os cultivares avaliados apresentaram produtividades semelhantes. Diferentemente dos demais cultivares, o rendimento de frutos do AI-522 foi aumentando à medida em que se atrasou a semeadura. Esse cultivar é do tipo “amarelo” onde as qualidades organolépticas são, em geral, inferiores. Entretanto, apresenta uma importante característica que é o período extenso de conservação

após a maturação, chegando a prolongar-se por até cinco semanas após a colheita em condições de consumo (Tabela 7), confirmando observações de SILVA, (1992) e GONÇALVES et al., (1996).

Embora o cultivar Sunrise tenha despontado como o mais produtivo (Tabela 1), suas características organolépticas não são as mais adequadas à preferência do consumidor como aquelas dos cultivares Acclaim e Hy Mark. Dessa forma, a escolha do cultivar a ser produzido depende, fortemente, da preferência do mercado. Identificada a preferência, o passo seguinte é buscar níveis de produtividade que assegurem rentabilidade ao produtor e oferta ajustada à demanda do consumidor.

Nas tabelas 2 e 3 está registrado o número de frutos por unidade de área e por planta. Verifica-se que o cultivar Sunrise destacou-se nos dois parâmetros. Por sua vez, o número de frutos por planta e por unidade de área diminuiu da primeira para a quarta época de semeadura.

Uma característica importante a destacar é a relacionada com a massa dos frutos de cada cultivar, em cada época de semeadura (Tabela 4). Verifica-se aumento da massa dos frutos com o avanço da época de semeadura em direção ao verão, independentemente do cultivar. Este fato está ligado, provavelmente, à maior quantidade de radiação solar e, principalmente, à elevação da temperatura do ar (Tabela 5). Segundo WHITAKER e DAVIS (1962) os elementos meteorológicos que exercem influência na produção e qualidade do melão são temperatura, luminosidade e umidade relativa do ar. Segundo esses autores a temperatura tem papel decisivo desde a germinação das sementes até a qualidade final do produto e acrescentam que a faixa adequada de temperatura para o desenvolvimento das plantas é de 20 a 30 °C, enquanto que abaixo de 12 °C o crescimento é paralisado.

A oferta do produto ao mercado consumidor é outro fator determinante do sucesso na exploração de espécies perecíveis. O mercado exige quantidade de produto definida e ajustada à demanda e oferta estendida aos extremos do período da safra. Para isso, é importante que os cultivares a serem explorados tenham uniformidade de maturação no âmbito de cada época de semeadura. Neste sentido, a figura 1 registra a dispersão da colheita em função da maturação dos frutos de cada um dos cultivares estudados, na média das quatro épocas

de semeadura. Verifica-se que apesar da semeadura ter sido defasada de 23/07 a 24/09, a maturação e colheita dos frutos concentraram-se no intervalo entre 15/12 a 30 de janeiro. A maior dispersão de maturação e colheita de frutos ocorreu com as três primeiras épocas de semeadura (Figura 2).

A menor dispersão da maturação e colheita com o atraso da época de semeadura (Figura 2 – 4ª época) está intimamente associada à temperatura média do ar. Segundo AZEVEDO e ALVES (1999) a redução na irrigação também acelera o processo de formação e desenvolvimento dos frutos e concentra sua maturação, além de elevar o teor de sólidos solúveis e melhorar suas características organolépticas (PEDROSA, 1992). Neste caso, o efeito mais pronunciado foi o da temperatura média do ar, pois com a aproximação do verão e a consequente elevação da temperatura do ar (Tabela 5), acelerou a atividade fisiológica das plantas e trouxe maior uniformidade na maturação e redução do período de colheita dos melões. Este evento é confirmado pela soma térmica efetiva (Tabela 6). Esta, caracteriza os distintos grupos de maturação de cada um dos cultivares avaliados. Assim, o cultivar AI-522 mostrou-se o mais precoce, alcançando uma soma térmica em torno de 870 °C da semeadura até a maturação. Por outro lado, o cultivar Hy Mark foi o mais tardio uma vez que os frutos atingiram a maturação com aproximadamente 1.010 °C. Os dois outros cultivares, Acclaim e Sunrise, tiveram seus frutos maturados na faixa de 970 °C a 990 °C.

Outra característica evidenciada neste estudo foi a tendência de todos os cultivares apresentarem um repique de frutos maduros no final do período de colheita. Essa tendência caracteriza a floração escalonada do meloeiro e determina a necessidade de manejo da cultura, com realização de raleio, para estabelecer um número ideal e previamente definido de frutos por planta. Ressalta-se que nesta pesquisa não foi realizado o raleio. Entretanto, os resultados indicam esta necessidade, com vistas a buscar um tamanho de fruto padronizado pelas exigências do mercado, que varia de 0,7kg a 1,5kg. Assim, ficou evidente que as menores disponibilidades de radiação solar e temperatura do ar, nas semeaduras do cedo, determinam a necessidade de reduzir o número de frutos a ser produzido por planta. Cada cultivar em cada época de semeadura deverá merecer o ajuste es-

pecífico do número de frutos que poderá suportar com vistas a padronizar o tamanho dos mesmos, obter uniformidade de maturação e reduzir os desperdícios de energia na produção de frutos pequenos e de maturação escalonada. No nordeste do País o raleio de frutos é realizado para dimensionar em dois a três frutos por planta, em cultivo em ambiente de atmosfera livre. No caso presente, as plantas são cultivadas em estufa e tutoradas, o que poderá possibilitar um maior número de frutos por planta.

CONCLUSÕES

O cultivo do meloeiro, em sementeiras de final de julho até final de setembro, em ambiente protegido é plenamente viável na região da Serra do Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, com produtividades semelhantes às obtidas nos melhores cultivos na região Nordeste do Brasil.

Os cultivares nobres Hy Mark e Acclaim mantêm estabilidade de rendimento numa larga faixa de sementeira, compreendendo o final do inverno e durante a primavera na região da Serra do Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, o que viabiliza estender o período de oferta do produto via escalonamento do plantio.

Os cultivares AI-522 e Sunrise apresentam produções mais elevadas nas sementeiras de agosto e setembro.

O cultivar Sunrise é o mais prolífero e produtivo dentre os quatro cultivares avaliados.

O cultivar AI-522 apresenta o menor número de frutos por planta, assim como produtividade inferior aos demais avaliados, mas é o mais precoce deles.

O cultivar Sunrise tem curto período de pós-colheita (menos de 10 dias) enquanto que o cultivar AI-522 tem um longo período (mais de cinco semanas).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZEVEDO, P.V. de; ALVES, A. V. Efeito do conteúdo de água no solo sobre o desenvolvimento e produtividade da cultura do meloeiro. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 7, n. 1, p. 25-29, 1999.
- BRASIL, R. F.; PRAÇA, E. F.; MENEZES, J. B.; *et al.* Qualidade do melão 'Hy Mark' em cinco estádios de maturação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 2, p. 165-167, nov. 1998.
- BURIOL, G. A.; RIGHI, E. Z.; SCHNEIDER, F. M.; *et al.* Modificação da umidade relativa do ar pelo uso e manejo da estufa plástica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 8, n. 1, p. 11-18, 2000.
- 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.
- EDWARDS, M.; BLENNERHASSETT, R. Evaluation of wax to extend the postharvest storage life of honeydew melons (Cucumis melo L. var. inodorus Naud.). **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Collingwood, v. 34, p. 427-429, 1994.
- FARIAS, J. R. B.; BERGAMASCHI, H.; MARTINS, S. R.; *et al.* Efeito da cobertura plástica de estufa sobre a radiação solar. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 1, n. 1, p. 31-36, 1993 a.
- FARIAS, J. R. B.; BERGAMASCHI, H.; MARTINS, S. R.; *et al.* Alterações na temperatura e umidade relativa do ar provocadas pelo uso de estufa plástica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 1, n. 1, p. 51-62, 1993b.
- FARIAS, J. R. B.; BERGAMASCHI, H.; MARTINS, S. R. Os cultivares nobres Hy Mark e Acclaim mantêm estabilidade de rendimento numa larga faixa de sementeira, compreendendo o final do inverno e durante a primavera na região da Serra do Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, o que viabiliza estender o período de oferta do produto via escalonamento do plantio.
- Os cultivares AI-522 e Sunrise apresentam produções mais elevadas nas sementeiras de agosto e setembro.
- O cultivar Sunrise é o mais prolífero e produtivo dentre os quatro cultivares avaliados.
- O cultivar AI-522 apresenta o menor número de frutos por planta, assim como produtividade inferior aos demais avaliados, mas é o mais precoce deles.
- O cultivar Sunrise tem curto período de pós-colheita (menos de 10 dias) enquanto que o cultivar AI-522 tem um longo período (mais de cinco semanas).
- Evapotranspiração no interior de estufas plásticas. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 2, n. 1, p. 17-22, 1994.
- GONÇALVES, F.C.; MENEZES, J.B.; ALVES, R.E. Vida útil pós-colheita de melão 'Piel de Sapo' armazenado em condição ambiente. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 14, n. 1, p. 49-52, 1996.
- GRANGEIRO, L. C.; PEDROSA, J. F.; BEZERRA NETO, F.; *et al.* de Rendimento de híbridos de melão amarelo em diferentes densidades de plantio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 3, p. 200-206, nov. 1999.
- IBGE. **ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL**. Rio de Janeiro: IBGE, 1987/1994, v.43/45.
- INSTITUTO DE PESQUISAS AGRONÔMICAS. Seção de Ecologia Agrícola. Porto Alegre. **Atlas Agroclimático do Estado do Rio Grande do Sul**, 1989. 3V.
- LESTER, G. E.; STEIN, E. Plasma membrane physicochemical changes during maturation and postharvest storage of muskmelon fruit. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 118, n. 2, p. 223-227, 1993.
- MENEZES, J.B.; CHITARRA, A. B.; CHITARRA, I. B.; *et al.* Qualidade do melão tipo Gália durante o armazenamento refrigerado. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 2, p. 159-164, nov. 1998.
- MOTA, F. S. da; ZAHLER, P. J. M. **Clima, agricultura e pecuária no Rio Grande do Sul**. Pelotas: Ed. Mundial, 1994. 166p.
- PEDROSA, J.F. **Cultura do melão**. Mossoró: Escola Superior de Agricultura de Mossoró – ESAM, 1992. 35 p.
- RADIN, B. **Eficiência de uso da radiação fotossintética**

camente ativa pelo tomateiro cultivado em diferentes ambientes. Porto Alegre: UFRGS, 2002. 127f. Tese (Doutorado – Agrometeorologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Porto Alegre, 2002.

REISSER, C. J. **Evapotranspiração da alface (*Lectuca sativa* L.) em estufa plástica e ambiente natural.** Santa Maria, 1991. 78 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Curso de Pós-graduação em Engenharia Agrícola/UFSM, 1991.

SCHNEIDER, F. M.; BURIOL, G. A.; ANDRIOLO, J. L.; *et al.* Modificação na temperatura do solo causada por estufas de polietileno de baixa densidade em Santa Maria, RS. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 1, n. 1,

p. 37-42, 1993.

SILVA, G.G. **Armazenamento de melão, híbridos Gold Mine e Duna sob condições ambiente.** Mossoró, 1992. 32 p. Monografia (Graduação) Curso de Agronomia, Escola Superior de Agricultura de Mossoró.

SHOEMAKER, W.H. Melons – muskmelons, watermelons, and honeydews. In: SWIADER, J.M.; WARE, G.W. **Producing vegetable crops.** Illinois: IPP, 1992. p. 361-380.

TAPIA, G. J. Filmes térmicos para invernaderos. **Revista de los Plásticos Modernos**, Madrid, v. 295, p. 75-82, 1981.

WHITAKER, T.W.; DAVIS, G.N. **Curcubits:** botany, cultivation and utilization. London: London Hill, 1962. 250 p.

Tabela 1. Rendimento de frutos (t/ha) dos cultivares de meloeiro Hy Mark, Acclaim, AI-522 e Sunrise, conduzidos em estufa de polietileno, em quatro épocas de semeadura, na região da Serra do Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, município de Caxias do Sul, 1999/2000

Épocas de Semeadura	Rendimento (t/ha)				
	Hy Mark	Acclaim	AI-522	Sunrise	Média
25/08/1999	A 54,5 a ¹	A 57,1 a	B 36,7 b	A 62,9 ab	52,8b
10/09/1999	BC 49,6 a	B 59,7 a	C 43,2 a	A 76,0 a	57,1ab
04/10/1999	B 55,2 a	B 54,7 a	B 50,3 a	A 77,3 a	59,4a
27/10/1999	A 51,5 a	A 53,9 a	A 55,1 a	A 59,1 b	54,9ab
Média	B 52,7	B 56,2	C 46,3	A 68,8	56,0
C.V.(%)= 9,5					

¹Médias antecedidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna, não diferem pelo teste de Tukey em nível de 5% de significância.

Tabela 2. Número de frutos por metro quadrado dos cultivares de meloeiro Hy Mark, Acclaim, AI-522 e Sunrise, conduzidos em estufa de polietileno, em quatro épocas de semeadura, na região da Serra do Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, município de Caxias do Sul, 1999/2000

Épocas de Semeadura	Número de frutos (frutos/m ²)				
	Hy Mark	Acclaim	AI-522	Sunrise	Média
25/08/1999	B 11,2 a	B 10,5 a	C 8,2 a	A 15,0 a	11,2 a
10/09/1999	B 9,2 b	B 9,6 a	C 7,8 a	A 14,8 a	10,4 a
04/10/1999	B 7,0 c	B 6,6 b	B 6,3 b	A 10,0 b	7,5 b
27/10/1999	B 5,7 c	AB 6,2 b	A 6,6 b	A 6,8 c	6,3 c
Média	B 8,3	B 8,2	C 7,2	A 11,7	8,85
C. V. (%) = 11,8					

¹Médias antecedidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna, não diferem pelo teste de Tukey em nível de 5% de significância.

Tabela 3. Número de frutos por planta dos cultivares de meloeiro Hy Mark, Acclaim, AI-522 e Sunrise, conduzidos em estufa de polietileno, em quatro épocas de semeadura, na região da Serra do Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, município de Caxias do Sul, 1999/2000

Épocas de Semeadura	Número de frutos (frutos/planta)				
	Hy Mark	Acclaim	AI-522	Sunrise	Média
25/08/1999	B 4,2 a	B 4,0 a	C 3,1 a	A 5,6 a	4,2 a
10/09/1999	B 3,5 b	B 3,7 a	C 2,9 a	A 5,6 a	3,9 a
04/10/1999	B 2,6 c	B 2,5 b	B 2,4 b	A 3,8 b	2,8 b
27/10/1999	B 2,2 c	B 2,3 b	A 2,5 b	A 2,6 c	2,4 c
Média	B 3,1	B 3,1	C 2,7	A 4,4	3,3
C. V. (%) = 11,5					

¹Médias antecedidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna, não diferem pelo teste de Tukey em nível de 5% de significância.

RENDIMENTO DE CULTIVARES DE MELOEIRO EM DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEADURA SOB AMBIENTE PROTEGIDO

Tabela 4. Média da massa do fruto dos cultivares de meloeiro Hy Mark, Acclaim, AI-522 e Sunrise, conduzidos em estufa de polietileno, em de quatro épocas de semeadura, na região da Serra do Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, município de Caxias do Sul, 1999/2000

Épocas de Semeadura	Média da massa dos frutos (gramas/fruto)				
	Hy Mark	Acclaim	AI-522	Sunrise	Média
25/08/1999	489	544	446	422	475 d
10/09/1999	528	624	557	517	556 c
04/10/1999	792	828	795	781	799 b
27/10/1999	910	872	837	873	873 a
Média	AB 680	A 717	B 659	B 648	676
C. V. (%) = 7,4					

¹Médias antecedidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna, não diferem pelo teste de Tukey em nível de 5% de significância.

Tabela 5. Temperaturas (°C) do ar, médias quinquidiais, da mínima, máxima e média diária do município de Caxias do Sul, no período de agosto de 1999 a fevereiro de 2000.

Meses	Temperaturas	1º quinq.	2º quinq.	3º quinq.	4º quinq.	5º quinq.	6º quinq.
Agosto	mínima	7,9	7,4	8,4	6,2	12,1	11,6
	máxima	20,7	18,8	14,8	17,9	23,5	21,5
	média	14,3	13,1	11,6	12,1	17,8	16,5
Setembro	mínima	15,9	10,1	9,6	10,1	8,2	10,2
	máxima	21,6	21,4	19,0	21,6	20,6	20,3
	média	18,8	15,8	14,3	15,9	14,4	15,3
Outubro	mínima	5,4	6,4	12,6	12,3	11,7	13,1
	máxima	12,9	16,1	20,5	20,7	21,6	23,9
	média	9,2	11,2	16,6	16,5	16,7	18,5
Novembro	mínima	13,5	9,6	11,4	12,5	13,2	12,3
	máxima	19,5	18,4	22,3	24,6	23,2	24,1
	média	16,5	14,0	16,9	18,6	18,2	18,2
Dezembro	mínima	16,2	13,2	15,1	15,4	13,2	18,3
	máxima	25,8	20,9	24,7	25,8	27,6	27,2
	média	21,0	17,0	19,9	20,6	20,4	22,8
Janeiro	mínima	13,7	17,8	18,5	17,4	17,6	14,6
	máxima	21,6	28,0	27,0	25,2	25,1	23,7
	média	17,6	22,9	22,8	21,3	21,4	19,1
Fevereiro	mínima	15,8	16,0	18,5	13,1	16,1	18,5
	máxima	23,2	27,3	25,3	23,0	24,3	25,2
	média	19,5	21,7	21,9	18,0	20,2	21,8

Fonte: Banco de dados meteorológicos do Laboratório de Agrometeorologia da FEPAGRO

Tabela 6. Soma térmica efetiva (graus-dia) necessária para a maturação e data de maturação dos frutos dos cultivares de meloeiro Hy Mark, Acclaim, AI-522 e Sunrise, conduzidos em estufa de polietileno, em quatro épocas de semeadura, na região da Serra do Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, município de Caxias do Sul, 1999/2000.

Épocas de Semeadura	Cultivares							
	Hy Mark		Acclaim		AI-522		Sunrise	
	graus-dia	Data mat.*	graus-dia	data mat.	graus-dia	data mat.	graus-dia	data mat.
23/07/99	1005,5	27/12/99	989,7	26/12/99	870,9	15/12/99	976,1	25/12/99
13/08/99	1008,2	06/01/00	986,1	04/01/00	870,2	24/12/99	973,1	02/01/00
03/09/99	1008,8	15/01/00	983,4	15/01/00	868,7	04/01/00	970,8	12/01/00
24/09/99	1008,9	25/01/00	979,2	22/01/00	870,2	13/01/00	979,2	22/01/00

Data em que 2/3 (66,7%) dos frutos atingiram a maturação fisiológica.

Maturação fisiológica com ° Brix = 10.

Tabela 7. Percentagem de frutos dos cultivares de meloeiro Hy Mark, Acclaim, AI-522 e Sunrise, na média de quatro épocas de semeadura, em condições comerciais após várias semanas da colheita, na região da Serra do Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, município de Caxias do Sul, 1999/2000.

Dias após a Colheita*	Cultivares			
	Hy Mark	Acclaim	AI-522	Sunrise
Até 7	100	100	100	100
Até 14	77,5	88,75	100	70
Até 21	18,75	30	100	10
Até 28	5	13,75	80	0
Até 35	0	0	62	0
Até 42	0	0	15	0

* Colheita realizada com grau Brix ao redor de 10.

RENDIMENTO DE CULTIVARES DE MELOEIRO EM DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEADURA SOB AMBIENTE PROTEGIDO

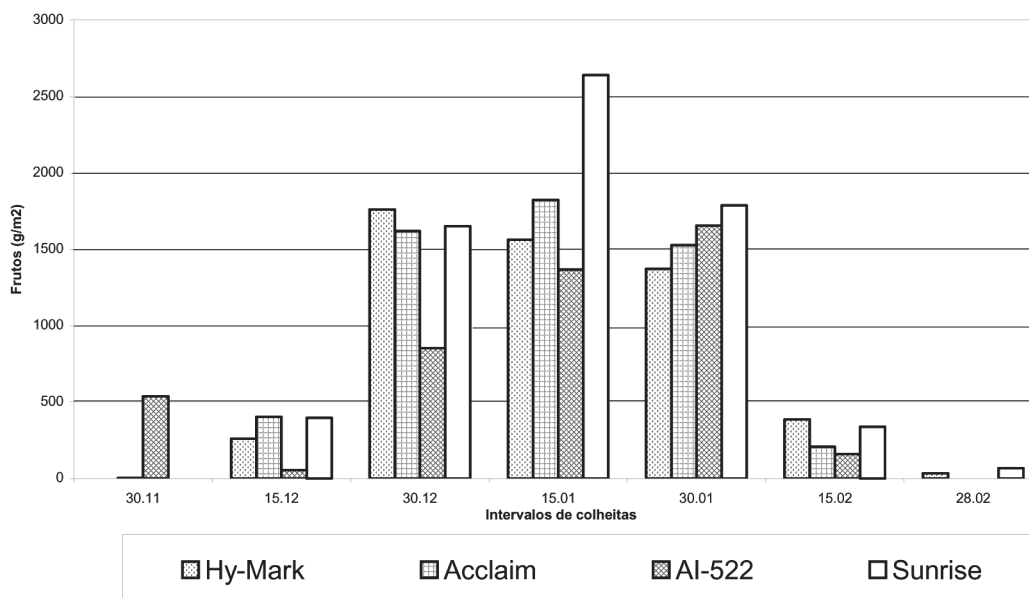


Figura 1. Frutos colhidos, em intervalos quinzenais, dos cultivares de meloeiro Hy Mark, Acclaim, AI-522 e Sunrise, na média das quatro épocas de semeadura (1ª - 23/07/1999; 2ª - 13/08/1999; 3ª - 13/09/1999; e 4ª - 24/09/2004) entre as datas citadas, na região da Serra do Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, município de Caxias do Sul, 1999/2000.

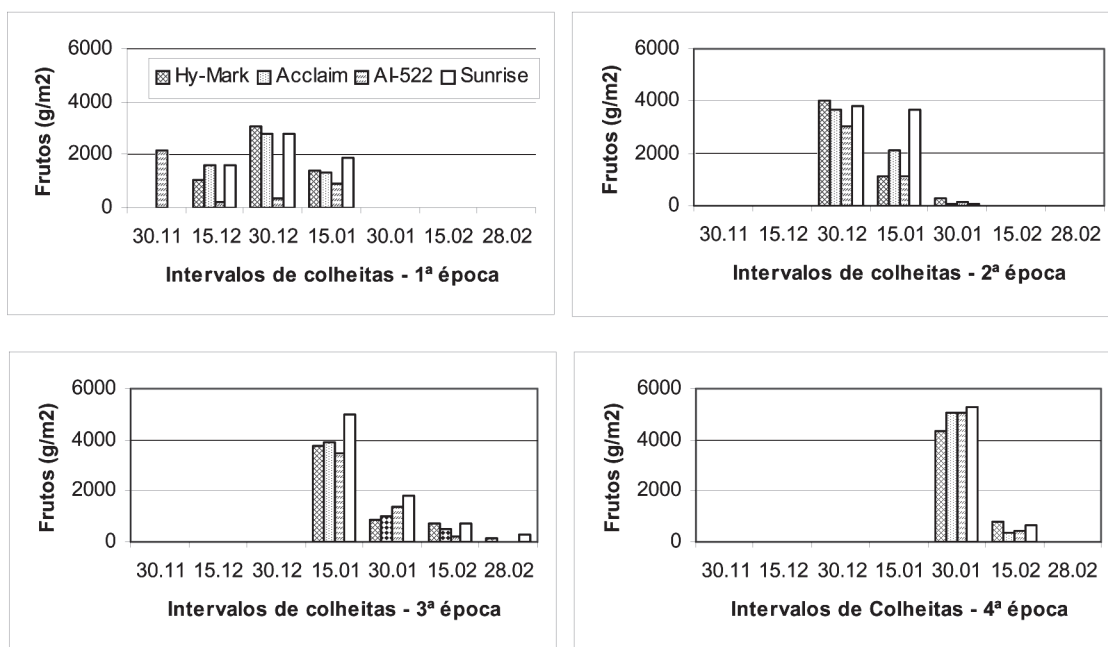


Figura 2. Frutos colhidos, em intervalos quinzenais, dos cultivares de meloeiro Hy Mark, Acclaim, AI-522 e Sunrise, por época de semeadura (1ª época - 23/07/99, colhidos a partir de 14/11/99; 2ª época - 13/08/99, colhidos a partir de 17/12/99; 3ª época - 13/09/99, colhidos a partir de 05/01/00; e 4ª época - 24/09/99, colhidos a partir de 17/01/00) entre as datas citadas, na região da Serra do Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, município de Caxias do Sul, 1999/2000.

COMPORTAMENTO FENOLÓGICO E PRODUTIVO DE CINCO CULTIVARES E UMA SELEÇÃO DE CAQUIZEIRO EM VERANÓPOLIS, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

ETMAR OSMAR GRELLMANN¹, PAULO ROBERTO SIMONETTO² e JOÃO CAETANO FIORAVANÇO³

RESUMO: O trabalho avalia o comportamento fenológico e produtivo de cinco cultivares e uma seleção de caquizeiro cultivados em Veranópolis, RS. Normalmente, a floração dos caquizeiros ocorreu no mês de outubro, enquanto a maturação dos frutos iniciou em março e terminou em abril ou maio. ‘Kaoru’, ‘Rama Forte’, ‘Micado’ e ‘Regina’ apresentaram os ciclos mais longos (período entre o início da floração e o início da maturação), enquanto ‘Fuyu’ e ‘Chocolate 3’ os mais curtos. Os cultivares Fuyu, Kaoru e Micado exibiram alternância de produção. O cultivar Regina foi o mais produtivo (83,10 kg/planta), podendo-se destacar também ‘Kaoru’ e ‘Fuyu’. O peso médio dos frutos foi maior no cultivar Micado (368,43 g) e menor no cultivar Rama Forte (140,25 g).

Palavras-chave: *Diospyrus kaki*, época de floração, produção de fruto, peso médio de fruto, rendimento.

VEGETATIVE AND PRODUCTIVE BEHAVIOR OF FIVE CULTIVARS AND ONE SELECTION OF PERSIMMON IN VERANÓPOLIS, RIO GRANDE DO SUL STATE, BRAZIL

ABSTRACT: The research evaluates the vegetative and productive behavior of five cultivars and one selection of persimmon cultivated in Veranópolis, RS, Brazil. In general, the flowering of persimmon cultivars and selection occurred in October, while the fruit's ripening began in March and finished in April or May. ‘Kaoru’, ‘Rama Forte’, ‘Micado’ and ‘Regina’ showed the longest cycles (period between the beginning of the flowering and the beginning of the ripening), while ‘Fuyu’ and ‘Chocolate 3’ the shortest cycles. The cvs. Fuyu, Kaoru and Micado exhibited alternation of production. Regina persimmon was the best, with an average yield of 83,10 kg/plant; ‘Kaoru’ and ‘Fuyu’ also showed good yields. The cv. Micado showed the highest mean fruit weight (368,43 g), while the cv. Rama Forte showed the lowest (140,25 g).

Key words: *Diospyrus kaki*, flowering time, fruit production, mean fruit weight, yield.

¹ Eng. Agr., M. Sc., Pesquisador Aposentado da FEPAGRO.

² Eng. Agr., M. Sc., Pesquisador da FEPAGRO - Centro de Pesquisa da Região da Serra. Cx. Postal 44, CEP 95.330-000 – Veranópolis-RS. paulo-simonetto@fepagro.rs.gov.br.

³ Eng. Agr., Dr., Pesquisador da FEPAGRO - Centro de Pesquisa da Região da Serra. Cx. Postal 44, CEP 95.330-000 – Veranópolis-RS. joao-fioravanco@fepagro.rs.gov.br.

Recebido para publicação em 18-11-2003

INTRODUÇÃO

O caqui é uma cultura estabelecida há muito tempo no Rio Grande do Sul, mas somente nos últimos anos teve sua área e mercado ampliados. Atualmente, o estado é o segundo principal produtor do país, depois de São Paulo (IBGE, 2003). Em 2001, de acordo com levantamento realizado pela EMATER/RS, a área cultivada em pomares comerciais atingiu 1232 ha e a produção 18 566 toneladas, o que equivale a um rendimento médio de 15,07 t/ha (EMATER, 2002).

Há um evidente interesse pela cultura no estado, tanto por parte dos produtores, como por parte dos comerciantes e consumidores, conforme mostram alguns dados extraídos dos levantamentos estatísticos. A expectativa de crescimento da área cultivada para o ano de 2002 era de 116 ha (9,42%), ou seja, maior que a expectativa de expansão da maioria das frutas, exceto figo, nectarina e pêra (EMATER, 2002). O volume comercializado através da CEASA/RS de Porto Alegre aumentou 172,10% no período de 1994 a 2001, passando de 778,6 toneladas para 2118,6 toneladas (CEASA, 2003).

Muitos fatores contribuíram para o desenvolvimento da cultura e aceitação da fruta pelos consumidores, tanto no Rio Grande do Sul como em outros estados. MATOS (2003) destaca o pouco uso de agrotóxicos, a resistência ao transporte e o ótimo sabor da fruta, enquanto CAMARGO FILHO et al. (2003) ressaltam a vantagem de colocação no mercado no outono, período em que a oferta de frutas é pequena. Além disso, não se pode esquecer que, como alimento, o caqui é rico em vitaminas A e C e sais minerais (MARTINS e PEREIRA, 1989).

A maior parte do caqui consumido no Rio Grande do Sul é produzida no estado, sendo que em 1994 e 2001 apenas 8,74% e 3,99% da fruta vendida via CEASA/RS de Porto Alegre foi importada de outros estados. A principal região produtora é a Serra Gaúcha, onde se destacam como maiores produtores os municípios de Caxias do Sul, Farroupilha, Bento Gonçalves e Ipê (EMATER, 2002).

Os principais cultivares plantados e comercializados no RS são 'Fuyu' e 'Kioto', sendo que 'Fuyu' foi o cultivar que provocou o crescimento da área cultivada durante a década de 90. Sua boa aparência e qualidade, aliada à consistência firme de sua polpa, que possibilita menores danos durante o manuseio e o transporte a mercados distantes,

são fatores que contribuem para a aceitação desse cultivar.

Existe um número considerável de outros cultivares que são produzidos em outras regiões do Brasil e que praticamente não são cultivados no estado, como, por exemplo, os cultivares Regina, Kaoru, Jirô, Giombo, Rama Forte, Rubi, IAC-5, Taubaté e Coral.

O objetivo do trabalho foi avaliar o comportamento de cinco cultivares e uma seleção de caquizeiro com relação à época de brotação, floração (início e final) e maturação (início e final), peso médio dos frutos, produção por planta (peso e número de frutos) e produtividade por hectare (peso), no intuito de oferecer subsídios para o estabelecimento de novos plantios no estado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Centro de Pesquisa da Região da Serra da FEPAGRO em Veranópolis/RS. O centro está localizado na região da Serra do Nordeste, latitude 28°56'14"S, longitude 51°31'11"O e altitude de 705 m. A temperatura média anual é de 17,5 °C e a precipitação pluviométrica média é de 1639 mm (SIMONETTO e GRELLMANN, 2003).

O clima da região é o temperado (Cfb1), segundo a classificação de Köppen (MORENO, 1961).

O solo é do tipo Latossolo Vermelho distroférico típico (LVdf1), de acordo com STRECK et al. (2002).

O plantio das mudas foi realizado em 1986. Utilizou-se o espaçamento de 5,0 m x 4,0 m (500 plantas/ha). Plantaram-se 3 mudas por cultivar ou seleção, em seqüência na linha.

Os tratamentos realizados na cultura consistiram de correção do solo antes do plantio, adubação das plantas e tratamentos fitossanitários para o controle de pragas e doenças. O solo foi manejado através de cobertura permanente nas entrelinhas, roçando-se a vegetação periodicamente, e coroamento na linha. Nos dois primeiros anos foram realizadas podas de formação; nos demais, apenas podas de limpeza durante o período hibernar. Não se procedeu à poda de frutificação e nem o raleio de frutos.

Foram avaliados os cultivares Fuyu (grupo amagaki), Micado e Regina (grupo sibugaki), Rama Forte, Kaoru e a seleção denominada 'Chocolate 3' (grupo variável).

São apresentados os dados relativos às avaliações realizadas a partir da safra 1991/92 até 1998/99.

As médias de número e peso de frutos produzidos por planta, peso médio dos frutos e produtividade foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se como repetição os valores obtidos em cada ano.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos revelaram que os cultivares e a seleção estudados não apresentaram grandes diferenças na época de brotação. Ela ocorreu, geralmente, a partir da segunda quinzena de agosto até a primeira quinzena de setembro (Tabela 1). De um modo geral, o cultivar Rama Forte e a seleção Chocolate 3 tenderam a brotar mais cedo, enquanto o cultivar Fuyu a brotar mais tarde.

Para a Região da Serra, cultivares que brotam muito cedo correm maior risco de danos por geadas, pois é possível a ocorrência das mesmas até meados de setembro.

Ao longo dos oito anos analisados, todos os cultivares tenderam a antecipar a brotação. Nos primeiros quatro anos avaliados a brotação concentrou-se de meados de agosto a meados de setembro (datas limites: 23/08 a 09/09); nos últimos quatro anos ela passou a concentrar-se no mês de agosto (datas limites: 01/08 a 25/08).

A floração, de um modo geral, iniciou e terminou durante o mês de outubro, embora em determinados anos tenha iniciado em setembro e terminado em novembro (Tabela 1). Os cultivares Kaoru e a seleção Chocolate 3 apresentaram o início de floração mais precoce, enquanto os cultivares Fuyu e Micado o início mais tardio.

A duração da floração variou de 8 a 30 dias. O cultivar Regina e 'Chocolate 3' apresentaram, em média, mais dias em floração, respectivamente 20,5 e 17,1 dias. Por outro lado, 'Rama Forte' e 'Micado' apresentaram menos dias, respectivamente 12,5 e 12,8 dias.

À medida que as plantas tornaram-se mais velhas aumentou o período de floração. Assim, para todos os cultivares, comprovou-se uma dilatação do período de floração nos últimos quatro anos em relação aos quatro primeiros.

Mudanças nos períodos de brotação e florescimento ocorrem de uma safra para outra devido às alterações nas condições climáticas. A elevação da temperatura mais cedo provavelmente

induz os caquizeiros a brotarem e florescerem mais precocemente e vice-versa. As datas extremas para início de florescimento foram 09/09 e 26/10 e para final foram 28/09 e 03/11.

A maturação dos frutos dos cultivares e da seleção estudados iniciou, geralmente, no mês de março, embora, em alguns anos, tenha iniciado em fevereiro (muito raramente) e em abril (Tabela 2). O final da maturação ocorreu, na maior parte das vezes, entre abril e maio, raramente em março ou junho. As datas extremas foram 27/02 e 19/04 para início da maturação e 20/03 e 15/06 para final da maturação.

Na safra 1996/97, o cultivar Micado apresentou uma floração bastante reduzida e não produziu frutos.

O ciclo, definido como o período compreendido entre o início da floração e o início da maturação, variou de 135 a 163 dias (média de 148,2 dias) para o cultivar Fuyu, 159 a 184 dias (média de 170,3 dias) para o cultivar Micado, 164 a 186 dias (média de 169,2 dias) para o cultivar Regina, 158 a 195 dias (média de 173,2 dias) para o cultivar Rama Forte, 156 a 198 dias (média de 178,4 dias) para o cultivar Kaoru e 140 a 173 dias (média de 156,9 dias) para a seleção Chocolate 3 (Tabela 2). Ou seja, 'Kaoru', 'Rama Forte', 'Micado' e 'Regina' apresentaram os ciclos mais longos, enquanto 'Fuyu' e 'Chocolate 3' os mais curtos.

A produção de frutos por planta expressa em número e peso, mostrou-se bastante variável entre os cultivares e anos (Tabela 3). O número de frutos obtidos por planta, na média dos oito anos analisados, variou de 62 a 350. Os cultivares Regina e Fuyu apresentaram as maiores produções, respectivamente de 350 frutos e 269 frutos por planta; essas produções foram estatisticamente superiores a do cultivar Micado (62 frutos/planta), mas semelhantes às dos cultivares Kaoru (236 frutos/planta), Chocolate 3 (199 frutos/planta) e Rama Forte (190 frutos/planta).

A produção de frutos, em peso, variou de 22,41 a 83,10 kg/planta (Tabela 3). A produção do cultivar Regina (83,10 kg/planta) foi superior a dos cultivares Fuyu (43,47 kg/planta), Chocolate 3 (42,91 kg/planta), Rama Forte (25,94 kg/planta) e Micado (22,41 kg/planta), mas foi semelhante à da cv. Kaoru (57,58 kg/planta).

O comportamento produtivo dos cultivares e da seleção de caqui, ao longo dos anos, pode ser observado na Figura 1. 'Regina' exibiu cresci-

mento da produção nos primeiros anos, estabilizando-se em níveis elevados de produção nos demais. As cultivares Kaoru, Fuyu e Micado caracterizaram-se por alternância de produção ao longo dos anos, enquanto 'Chocolate 3' e 'Rama Forte' mostraram produções relativamente uniformes.

Para os cultivares Fuyu, Kaoru e Micado, que exibiram alternância de produção, o raleio de frutos poderia configurar-se em uma prática capaz de amenizar o problema, ou seja, estabilizar a produção. Além disso, serviria para melhorar o tamanho e a coloração dos frutos, eliminar os defeituosos e evitar o rompimento de ramos.

MATOS (1999) relata para o cultivar Regina uma produção média por planta de 45,00 kg, ou seja, bem inferior à obtida nesse trabalho. Para 'Fuyu' o autor apresenta uma produção por planta de 58,50 kg, ou seja, bem próxima à obtida na serra gaúcha. Já, para o cultivar Rama Forte, a produção foi muito superior, de 87,00 kg por planta, ao passo que a obtida nesse trabalho foi de apenas 25,94 kg/planta.

A produtividade, estimada de acordo com a densidade de 500 plantas/ha, variou de 11 204 kg/ha a 41 550 kg/ha, na média das oito safras. O cultivar Regina, com uma produtividade de 41 550 kg/ha, foi superior aos cultivares Fuyu (21 733 kg/ha), Rama Forte (12 969 kg/ha) e Micado (11 204 kg/ha) e à seleção Chocolate 3 (21 453 kg/ha), mas não diferiu estatisticamente do cultivar Kaoru (28 789 kg/ha).

As produtividades dos cultivares Regina e Kaoru foram quase três e duas vezes maiores que a produtividade média da cultura do caqui no Estado, estimada em 2001 em 15,07 t/ha, segundo a EMATER (2002).

O peso médio dos frutos do cultivar Micado (368,43 g) foi estatisticamente superior ao peso

médio dos demais cultivares (Tabela 3). 'Kaoru' (258,38 g), 'Regina' (238,00 g) e 'Chocolate 3' (222,88 g) apresentaram pesos médios semelhantes entre si e em um nível intermediário. Os cultivares Fuyu e Rama Forte produziram os frutos com os menores pesos médios, da ordem de 168,38g e 140,25 g, respectivamente.

CONCLUSÕES

Nas condições em que foi realizado o estudo, os resultados permitiram as seguintes conclusões:

A floração dos caquizeiros concentrou-se no mês de outubro, sendo poucos os anos em que a mesma iniciou em setembro e terminou em novembro.

Normalmente, a maturação estendeu-se de março até abril ou maio.

'Kaoru', 'Rama Forte', 'Micado' e 'Regina' apresentaram os ciclos mais longos, enquanto 'Fuyu' e 'Chocolate 3' os mais curtos.

O cultivar Regina apresentou elevada produção, frutos com bom peso médio e produções uniformes, podendo ser considerado boa opção para cultivo na Região da Serra do RS.

O cultivar Rama Forte produziu 25,94 kg/planta, na média das oito safras, podendo ser uma alternativa de cultivo devido a sua aceitação pelo consumidor.

Os cultivares Fuyu e Kaoru apesar do comportamento produtivo alternante e, no caso do 'Fuyu', do baixo peso médio dos frutos, apresentaram produtividades relativamente elevadas, destacando-se também como opção de cultivo para a região.

O cultivar Micado produziu frutos grandes (368,43 g), mas foi pouco produtivo e exibiu alternância de produção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMARGO FILHO, W. P. de; MAZZEI, A.R.; ALVES, H.S. Mercado de caqui: variedades, estacionalidade e preços. **In: Formações Econômicas**, São Paulo, v.33, n.10, p.81-87, 2003.
- CEASA/RS. **Dados estatísticos das frutas em 1994 e 2001**. Porto Alegre: CEASA/RS - Gerência Técnica. 2002. n.p. Extraído do banco de dados.
- EMATER/RS. **Levantamento da fruticultura comercial do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2002. 80p. (Série Realidade Rural, 28).
- IBGE. Produção Agrícola Municipal. [online]. Disponível: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em 10 out. 2003.
- MARTINS, F.P.; PEREIRA, F.M. **Cultura do caquizeiro**. Jaboticabal: FUNEP, 1989. 71p.
- MATOS, C.S. Caqui – cultivar Kioto. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.16, n.2, p.63-64, 2003.
- MATOS, C.S. Cultivares de caquizeiro (*Diospyrus kaki*) em Santa Catarina. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 2., 1999, Fraiburgo. **Anais...** Fraiburgo: EPAGRI, 1999. p.64-69.
- MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 42p.

COMPORTAMENTO FENOLÓGICO E PRODUTIVO DE CINCO CULTIVARES E UMA SELEÇÃO DE
CAQUIZEIRO EM VERANÓPOLIS, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

SIMONETTO, P.R.; GRELLMANN, E.O. **Marmelo:** uma alternativa importante no cultivo de frutas. Porto Alegre: FEPAGRO, 2003. 10p. (Circular Técnica, 23).

STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D. et al. **Solos do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: UFRGS, 2002. 126p.

Tabela 1. Épocas de brotação, floração e duração da floração de cinco cultivares e uma seleção de caquizeiro. Veranópolis/RS

		Safrá								Datas limites	
		1991/92	1992/93	1993/94	1994/95	1995/96	1996/97	1997/98	1998/99		
Fuyu	B	08/09	08/09	31/08	29/08	25/08	24/08	24/08	24/08	24/08	08/09
	IF	10/10	23/10	16/10	08/10	01/10	15/10	10/10	26/10	01/10	26/10
	FF	22/10	01/11	25/10	22/10	20/10	29/10	26/10	03/11	20/10	03/11
	D	13	10	10	15	20	15	17	9	-	-
Micado	B	04/09	06/09	29/08	27/08	23/08	23/08	17/08	21/08	17/08	06/09
	IF	09/10	23/10	15/10	09/10	01/10	17/10	26/09	17/10	26/09	23/10
	FF	20/10	02/11	22/10	17/10	20/10	28/10	13/10	28/10	13/10	02/11
	D	12	11	8	9	20	12	18	12	-	-
Regina	B	04/09	05/09	28/08	25/08	19/08	21/08	16/08	17/08	16/08	05/09
	IF	06/10	13/10	13/10	27/09	21/09	09/10	19/09	12/10	19/09	13/10
	FF	23/10	27/10	28/10	19/10	20/10	23/10	22/10	24/10	01/10	28/10
	D	18	15	16	23	30	15	34	13	-	-
Rama Forte	B	30/08	29/08	26/08	24/08	13/08	22/08	09/08	07/08	07/08	30/08
	IF	14/10	15/10	12/10	28/09	01/10	10/10	18/09	11/10	18/09	15/10
	FF	23/10	24/10	22/10	12/10	17/10	20/10	28/09	25/10	28/09	25/10
	D	10	10	11	15	17	11	15	-	-	-
Kaoru	B	05/09	09/09	31/08	24/08	21/08	22/08	10/08	03/08	03/08	09/09
	IF	11/10	19/10	14/10	28/09	19/09	05/10	09/09	01/10	09/09	19/10
	FF	20/10	31/10	22/10	07/10	04/10	21/10	28/09	20/10	28/09	31/10
	D	10	13	9	10	16	17	20	20	-	-
Chocolate 3	B	03/09	03/09	27/08	23/08	15/08	22/08	01/08	11/08	01/08	03/09
	IF	14/10	13/10	10/10	24/09	14/09	06/10	12/09	03/10	12/09	14/10
	FF	25/10	27/10	21/10	07/10	09/10	22/10	02/10	23/10	07/10	27/10
	D	12	15	12	13	26	17	21	21	-	-

B = brotação; IF = início da floração; FF = final da floração; D = duração da floração, em dias.

Tabela 2. Período de maturação e duração do ciclo de cinco cultivares e uma seleção de caquizeiro. Veranópolis/RS

		Safrá								Datas limites	
		1991/92	1992/93	1993/94	1994/95	1995/96	1996/97	1997/98	1998/99		
Fuyu	IM	15/03	21/03	07/03	27/02	14/03	14/03	16/03	11/03	27/02	21/03
	FM	10/04	12/05	29/04	20/04	29/04	22/05	13/04	14/05	10/04	22/05
	Ciclo	155	148	141	139	163	149	156	135	-	-
Micado	IM	31/03	05/04	03/04	02/04	05/04	-	20/03	26/03	20/03 03/04	05/04
	FM	10/04	13/04	14/04	13/04	20/04	-	03/04	14/05	-	14/05
	Ciclo	172	162	168	173	184	-	174	159	-	-
Regina	IM	20/03	13/04	28/03	21/03	14/03	26/03	06/03	26/03	06/03	13/04
	FM	05/05	28/05	19/05	08/05	14/05	16/05	26/05	07/06	05/05	07/06
	Ciclo	164	180	165	174	173	167	167	164	-	-
Rama Forte	IM	25/03	30/03	23/03	06/03	28/03	11/04	03/04	19/04	06/03	19/04
	FM	14/05	12/05	13/05	27/04	06/05	22/05	28/05	07/06	06/05	07/06
	Ciclo	161	165	161	158	177	181	195	188	-	-
Kaoru	IM	06/04	07/04	20/03	27/03	28/03	26/03	20/03	19/04	20/03	19/04
	FM	06/05	27/05	17/05	25/04	22/04	16/05	13/04	15/06	13/04	15/06
	Ciclo	175	168	156	179	189	171	191	198	-	-
Chocolate 3	IM	04/03	11/03	07/03	05/03	07/03	14/03	02/03	11/03	02/03	14/03
	FM	08/04	27/04	05/04	13/04	16/04	18/04	20/03	03/05	20/03	03/05
	Ciclo	140	148	147	161	173	158	170	158	-	-

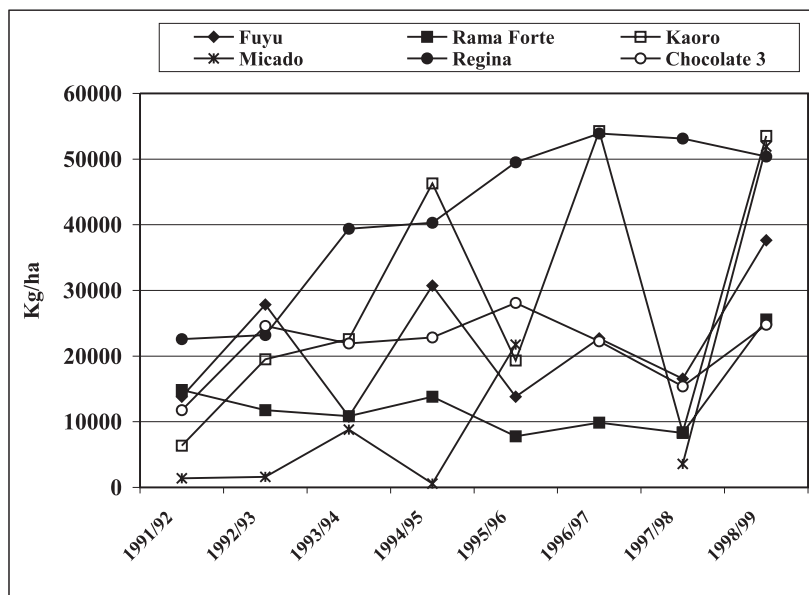
IM = início da maturação; FM = final da maturação; CICLO = número de dias entre o início da brotação e o início da maturação.

Tabela 3. Produção de frutos por planta, peso médio dos frutos e produtividade de cinco cultivares e uma seleção de caquizeiro. Veranópolis/RS

		Safrá								Média ¹
		1991/92	1992/93	1993/94	1994/95	1995/96	1996/97	1997/98	1998/99	
N/pl	Fuyu	150	398	121	368	158	267	178	512	269 a
	Micado	9	10	48	3	145	0	14	265	62 b
	Regina	182	216	358	316	381	449	415	480	350 a
	Rama Forte	212	178	213	175	105	159	92	385	190 ab
	Kaoru	54	160	185	378	138	472	48	450	236 ab
	Chocolate 3	109	266	252	173	253	168	116	258	199 ab
Kg/pl	Fuyu	27,60	55,72	21,54	61,45	27,65	45,39	33,11	75,26	43,47 b
	Micado	2,79	3,20	17,62	1,14	43,50	0	7,14	103,88	22,41 b
	Regina	45,14	46,44	78,76	80,58	99,06	107,76	106,24	100,80	83,10 a
	Rama Forte	29,68	23,50	21,73	27,65	15,54	19,72	16,56	53,13	25,94 b
	Kaoru	12,74	39,04	45,14	92,61	38,64	108,56	16,80	107,10	57,58 ab
	Chocolate 3	23,54	49,21	43,85	45,67	56,17	44,52	30,74	49,54	42,91 b
Prod.	Fuyu	13 800	27 860	10 770	30 725	13 825	22 695	16 555	37 630	21 733 b
	Micado	1 395	1 600	8 810	570	21 750	0	3 570	51 940	11 204 b
	Regina	22 570	23 220	39 380	40 290	49 530	53 880	53 120	50 400	41 550 a
	Rama Forte	14 840	11 750	10 865	13 825	7 770	9 860	8 280	26 565	12 969 b
	Kaoru	6 370	19 520	22 570	46 305	19 320	54 280	8 400	53 550	28 789 ab
	Chocolate 3	11 770	24 605	21 925	22 835	28 085	22 260	15 370	24 770	21 453 b
PM	Fuyu	184	140	178	167	175	170	186	147	168,38 cd
	Micado	310	320	367	380	300	-	510	392	368,43 a
	Regina	248	215	220	255	260	240	256	210	238,00 b
	Rama Forte	140	132	102	158	148	124	180	138	140,25 d
	Kaoru	236	244	244	245	280	230	350	238	258,38 b
	Chocolate 3	216	185	174	264	222	265	265	192	222,88 bc

N/pl = número de frutos/planta; Kg/pl = produção em quilogramas por planta; Prod. = produtividade (em kg/ha); PM = peso médio dos frutos (em gramas).

1 Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

**Figura 1.** Produtividade (em kg/ha) de cinco cultivares e uma seleção de caquizeiro em Veranópolis/RS, nas safras 1991/92 a 1998/99

VARIABILIDADE GENÉTICA PARA ABSORÇÃO DE ÁGUA EM GRÃOS DE FEIJÃO

NERINÉIA DALFOLLO RIBEIRO¹, SANDRA MOURA E SILVA², DANTON CAMACHO GARCIA¹ e LEO HOFFMANN JÚNIOR³

RESUMO - O objetivo do trabalho foi investigar a variabilidade genética para absorção de água em 219 genótipos de feijão comum, de diferentes grupos comerciais, como indicativo do tempo de cocção. Os grãos utilizados foram provenientes do programa de melhoramento de feijão comum da Universidade Federal de Santa Maria, RS, colhidos em janeiro de 2002, com grau de umidade médio de 12,15%. Adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com três repetições, constituindo-se a parcela de uma amostra de 50g de grãos de feijão. A amostra foi colocada em um recipiente contendo 200ml de água destilada por 12 horas sendo após, estimadas as percentagens de grãos normais (absorção de água) e de grãos duros (hardshell). A grande maioria dos genótipos avaliada apresentou de 95% a 100% de absorção de água pelos grãos. Uma pequena parte revelou existência de grãos sem capacidade de hidratação (grãos hardshell). Os resultados obtidos evidenciam que ocorre variabilidade genética para absorção de água pelos grãos em genótipos de feijão de diferentes grupos comerciais.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*, grão duro, tempo de cocção, seleção

GENETIC VARIABILITY FOR WATER ABSORPTION CAPABILITY IN COMMON BEAN GRAINS

ABSTRACT - The objective of this study was to investigate the genetic variability for grain water absorption capability in 219 genotypes of different commercial common bean groups, as an indicator of cooking time. Grains were obtained from the bean crop breeding program at the Santa Maria Federal University, RS, harvested in January 2002 and adjusted to 12,15% grain humidity. The experiment was conducted in a completely randomized design with three replications of 50g of seeds of each genotype. Samples were placed in a recipient with 200 ml of distilled water during 12 hours. Percentages of normal (soft) and hardshell grains were estimated. The majority of genotypes evaluated showed from 95 to 100 % of water absorption by the grains. A minority presented grains without hydration capacity (hardshell grains). The results showed that there is genetic variability for water absorption in commercial common bean genotypes.

Key words: *Phaseolus vulgaris*, hardshell grains, cooking time, selection

¹ Professor, Doutor, Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). 97105-900. Santa Maria, RS. E-mail: neiadr@smail.ufsm.br (Autor para correspondência).

² Aluno do curso de Agronomia da UFSM. Bolsista de iniciação científica do PIBIC/CNPq.

³ Aluno do curso de Agronomia da UFSM. Bolsista de iniciação científica da FAPERGS.
Recebido para publicação em 27-05-2003

INTRODUÇÃO

O tempo de cozimento do feijão é importante na definição do cultivar a ser disponibilizado por órgãos de pesquisa, pois as que demoram a cozinhar terão sua adoção dificultada pelos agricultores e consumidores. Assim, programas de melhoramento devem priorizar a identificação de genótipos que apresentem tempo de cocção reduzido, com tegumentos sem danos durante o cozimento, e também alta expansão volumétrica após o cozimento, pois tão importante como a produtividade e a resistência a doenças, é a qualidade tecnológica do produto (CARBONELL et al., 2002).

O desenvolvimento de cultivares de feijão comum com cozimento rápido é desejável, pois o tempo disponível para o preparo das refeições é, muitas vezes, restrito. Assim, para a inscrição dos novos cultivares de feijão no Cadastro Nacional de Cultivares deve-se avaliar, também, o tempo de cocção. A metodologia sugerida pelo Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (PROCTOR e WATTS, 1987), embora seja eficiente, é muito demorada, o que inviabiliza sua utilização na rotina do programa de melhoramento, haja vista que se avaliam centenas de genótipos concomitantemente. Sendo assim, o desenvolvimento de metodologias que permitam a identificação precoce das linhagens com menor tempo de cocção tornam-se necessárias.

A capacidade de cozimento parece estar associada à absorção rápida de água pelos grãos de feijão (PLHAK et al., 1989). A avaliação da percentagem de absorção de água antes do cozimento pode ser obtida rapidamente para um grande número de amostras (GARCIA-VELA e STANLEY, 1989; PLHAK et al., 1989) e permite o descarte de genótipos indesejáveis em gerações iniciais (F_2 a F_4). Presença de variabilidade genética para absorção de água em grãos de feijão do germoplasma da Universidade Federal de Lavras foi observada (COSTA et al., 2001). No entanto, pouco é conhecido sobre as diferenças genéticas, para esse caráter, nos cultivares registrados de feijão e nas linhagens desenvolvidas pelos diferentes programas de melhoramento conduzidos no país.

Considerando esses fatos, o objetivo deste trabalho foi investigar a variabilidade genética para absorção de água em 219 genótipos de feijão, de diferentes grupos comerciais, como indicativo do tempo de cocção.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS. Os grãos utilizados para a avaliação da absorção de água foram obtidos de um ensaio conduzido a campo, do programa de melhoramento, nas seguintes coordenadas geográficas: 29°41'25" de latitude Sul, 53° 48'04" de longitude Oeste e altitude de 95 m, em solo da Unidade de Mapeamento Santa Maria (Brunizem Hidromórfico).

O preparo do solo foi realizado de forma convencional e as adubações foram baseadas na análise química do solo, seguindo as Recomendações de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (ROLAS, 1995). A semeadura foi realizada em diferentes datas a fim de que a colheita fosse realizada, aproximadamente, no mesmo período. A densidade de plantas nas parcelas foi ajustada de acordo com o hábito de crescimento de cada genótipo (CEPEF, 2001), sendo obtida com o desbaste de plantas duas semanas após a emergência.

O controle de insetos foi efetuado com aplicação de metamidofós (Metamidofós Fersol, na dose de 750 ml/ha); para a eliminação de plantas invasoras foi utilizado o herbicida fluazifop-p-butyl (Fusilade, na dose de 850 ml/ha) e a eliminação manual de plantas remanescentes. Esses tratos culturais e a irrigação foram realizados sempre que necessário, de forma a não prejudicar o desenvolvimento da cultura. Não foi feito o controle de doenças, a fim de verificar a reação dos genótipos às mesmas.

A colheita e a trilha das plantas foram realizadas manualmente em janeiro de 2002. Depois de retiradas as impurezas, os grãos foram secos em terreiro de cimento, até atingirem umidade média de 12,15% (avaliado com o aparelho portátil medidor de umidade). Em seguida, foram preparados os lotes de 50 g de grãos, que foram acondicionados em sacos de papel, para comporem os tratamentos.

O ensaio de absorção de água foi realizado no Laboratório de Análises de Sementes da UFSM, utilizando-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com três repetições. Amostras de 50 g de grãos de cada um dos 219 genótipos de feijão, sendo 84 do grupo preto e 135 de cor (carrioca, branco, manteiga e outros) constituíram as

parcelas. Foram avaliadas linhagens e cultivares provenientes de diversos programas de melhoramento do país, que constituem parte do Banco de Germoplasma de Feijão da Universidade Federal de Santa Maria, RS.

Os grãos foram colocados em copos de Becker com 200 ml de água destilada permanecendo em embebição por um período de 12 horas; amostras dos grãos foram retiradas e parcialmente secas com papel toalha, procedendo-se a contagem dos grãos normais, duros (hardshell) e totais (normais + duros). O número de grãos normais em relação ao total de grãos avaliados nas amostras de 50g de grãos, ou seja, aqueles que absorveram água após a imersão em água destilada foi utilizado para o cálculo da percentagem de absorção de água. Por sua vez, o número de grãos duros (sem hidratação) em relação ao número de grãos totais, serviu para o cálculo da percentagem de grãos hardshell.

Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância e fez-se o cálculo das frequências obtidas, considerando os valores percentuais inteiros.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os coeficientes de variação obtidos para absorção de água pelos grãos e para umidade de grãos foram de 1,79% e 2,33%, respectivamente, conferindo boa precisão às estimativas deste ensaio (Tabela 1).

Houve efeito significativo de genótipos quando avaliada a absorção de água pelos grãos (Tabela 1). Apesar do alto valor médio obtido para essa variável (98,41%), observou-se que os genótipos desenvolvidos pelos diferentes programas de melhoramento, ainda apresentam diferenças genéticas que podem ser consideradas na facilidade de absorção de água pelos grãos de feijão dos grupos comerciais preto e de cores (Tabela 2). Isto é fundamentado no fato de que genótipos que apresentam alta taxa de absorção de água pelos grãos terão facilidades para o cozimento (PLHAK et al., 1989). Sendo assim, no germoplasma avaliado é possível a identificação de genótipos que podem ter, teoricamente, menor tempo de cozimento, haja vista a total absorção de água pelos grãos (100% de absorção).

Pode-se notar que um número reduzido de genótipos apresentou valores inferiores a 95% de

absorção de água pelos grãos (BR IPA 6, CII-54, Goiano Precoces, FT Tarumã, BR IPA 9, TB 95-01, CII-299, Emgopa Ouro e Olho de Pomba), o que indica uma percentagem reduzida de grãos duros (grãos 'hardshell') no germoplasma considerado (Tabela 2). Acredita-se que por terem sido avaliados cultivares comerciais e linhagens elite, a quase ausência de grãos sem a capacidade de hidratação tenha sido predominante, o que é desejável (RAMOS JÚNIOR e LEMOS, 2002).

Em grãos de feijão de cores (grupos carioca, manteiga, branco e outros) observou-se maior amplitude de variação para o caráter absorção de água (84% a 100%) quando comparados a feijões do grupo comercial preto (94% a 100%) (Figura 1). Isso sugere que em feijão preto, os programas de melhoramento estejam priorizando a identificação de genótipos com cocção rápida, devido ao maior número de genótipos com elevada percentagem de absorção de água pelos grãos observados neste estudo. Já em feijões de cores, onde maior variabilidade para absorção de água foi encontrada, cabe ressaltar que existe uma grande diversidade genotípica de tipos de grãos no germoplasma avaliado. Nesse caso, o mercado não é tão exigente em grãos com cocção rápida para feijões branco e manteiga que são utilizados, principalmente, para o preparo de sopas e saladas.

A grande maioria dos genótipos avaliados apresentou de 95% a 100% de absorção de água pelos grãos (Figura 1). Acredita-se que os altos valores encontrados podem ser justificados pelo fato de terem sido utilizados grãos recém-colhidos e que permaneceram por 12 horas em embebição antes da avaliação. Provavelmente, o período de tempo em que os grãos ficaram submersos em água destilada tenha nivelado os genótipos de absorção rápida com os de absorção mais lenta, o que explicaria as diferenças genéticas observadas por COSTA et al. (2001), quando avaliaram grãos obtidos de famílias segregantes de feijão, considerando quatro horas de embebição. Isto sugere que 12 horas de embebição possa ser um tempo demasiadamente longo para a avaliação da percentagem de absorção de água pelos grãos de feijão.

A existência de variabilidade genética para absorção de água pelos grãos de feijão tem sido relatada por outros autores (COSTA et al., 2001; RAMOS JÚNIOR e LEMOS, 2002). Esse fato indica que a seleção para esse caractere pode ser

útil para a identificação precoce de linhagens com maiores facilidades para cocção, desde que seja padronizada a metodologia para a identificação rápida e eficiente da percentagem de absorção de água pelos grãos, haja vista que trabalhos recentes questionam a utilização dessa metodologia como indicativo de tempo de cocção em feijão, devido à baixa correlação entre esses dois caracteres (CARBONELL et al., 2002). Por outro lado, PLHAK et al. (1989) afirmam que a capacidade de cozimento parece estar associada à absorção rápida de água pelos grãos de feijão.

CONCLUSÃO

Há variabilidade genética para absorção de água pelos grãos em genótipos de feijão dos grupos preto e de cores, o que sugere ser factível a seleção para esse caráter.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Rio Grande do Sul (FAPERGS) pelo financiamento deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARBONELL, S.A.M.; CARVALHO, C.R.L.; PEREIRA, V.R. Qualidade tecnológica de grãos de genótipos de feijoeiro cultivados em diferentes ambientes. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2002. p. 425-428.

CEPEF. **Feijão: recomendações técnicas para cultivo de feijão no Rio Grande do Sul**. Erechim: São Cristóvão, 2001. 112 p.

COSTA, G.R.; RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.F.B. Variabilidade para absorção de água nos grãos de feijão do germoplasma da UFLA. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, n.4, p.1017-1021, 2001.

GARCIA-VELA, L.A.; STANLEY, D.W. Water-holding capacity in hard-to-cook beans (*Phaseolus vulgaris*): effect of pH and ionic strength. **Journal of Food Science**, Chicago, v.54, n.4, p.1080-1081, 1989.

PLHAK, L.C.; CALDWELL, K.B.; STANLEY, D.W. Comparison of methods used to characterize water imbibition in hard-to-cook beans. **Journal of Food Science**, Chicago, v.54, n.2, p.326-336, 1989.

PROCTOR, J.R.; WATTS, B.M. Development of a modified Mattson bean cooker procedure based on sensory panel cookability evaluation. **Canadian Institute of Food Science and Technology Journal**, Apple Hill, v.20, n.1, p.9-14, 1987.

RAMOS JÚNIOR, E.U.; LEMOS, L.B. Comportamento de cultivares de feijão quanto à produtividade e qualidade dos grãos. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa. **Anais...** Brasília: UFV, 2002. p.263-266.

ROLAS. **Recomendação de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 3. ed. Passo Fundo: SBCS, 1995. 223 p.

Tabela 1. Análise da variância para absorção de água pelos grãos e para umidade de grãos avaliados em 219 genótipos de feijão comum de diferentes grupos comerciais. Santa Maria-RS, UFSM, 2002.

Caracteres	QM de genótipos	Média	C.V. (%)
Umidade dos grãos (%)	4,89*	12,15	2,33
Absorção de água pelos grãos (%)	5,77*	98,41	1,79

* Significativo pelo teste de F em nível de 1% de probabilidade de erro.

Tabela 2. Média de absorção de água pelos grãos (%) de genótipos de feijão comum de diferentes grupos comerciais. Santa Maria - RS, UFSM, 2002.

Genótipo	Hard (%)	Genótipo	Hard (%)
ESAL 693 ²	100,0 a*	CI – 140 ¹	99,5 a
Ouro Branco ²	100,0 a	Cari. Precoce Silmar ²	99,5 a
Bambu ²	100,0 a	Pitocoitauba MG ²	99,5 a
TB 94-20 ¹	100,0 a	Valente ¹	99,5 a
TB 95-03 ¹	100,0 a	Macanudo ¹	99,5 a
FT 96 – 1117 ¹	100,0 a	PR 468 ²	99,5 a
FT 91 – 1338 ¹	100,0 a	Irai ²	99,5 a
Empasc 201 ¹	100,0 a	Minuano ¹	99,5 a
Preto Vagem ¹	100,0 a	Rio Tibagi ¹	99,5 a
IAC Una ¹	100,0 a	Pérola ²	99,5 a
Varre e Sai ¹	100,0 a	Iapar 31 ²	99,5 a
DF OO-1 ²	100,0 a	Macotaço ¹	99,5 a
M 8985 – 2 ¹	100,0 a	LM 92204133 ¹	99,5 a
Safira ²	100,0 a	CI – 9690 ¹	99,5 a
Xamego ¹	100,0 a	CNFP – 8104 ¹	99,5 a
CII 348 ²	100,0 a	CNFP – 8044 ²	99,5 a
17 – 4 – 22 ²	100,0 a	Feijão Mouro ²	99,0 a
R 110 ²	100,0 a	TB 94-09 ¹	99,0 a
LP 9672 ¹	100,0 a	MT 95202057 ¹	99,0 a
Iapar 44 ¹	100,0 a	FT 91-58 ¹	99,0 a
FTS Magnífico ²	100,0 a	Capixaba Precoce ¹	99,0 a
CI – 9844 ¹	100,0 a	Ônix ¹	99,0 a
TB 94 – 01 ¹	100,0 a	FT 97 – 159 ²	99,0 a
CNFP – 8097 ¹	100,0 a	Ouro Negro ¹	99,0 a
CI – 9637 ¹	100,0 a	IAPAR 14 ²	99,0 a
CI 102 ²	99,5 a	FT 97 – 124 ²	99,0 a
Jalo Precoce ²	99,5 a	Brigida ²	99,0 a
TB 94-08 ¹	99,5 a	CII – 90 ²	99,0 a
FPGCF 101 ¹	99,5 a	LH 11 ²	99,0 a
SM 89153 ¹	99,5 a	Carioca Listra Marrom ²	99,0 a
FE 821732 ¹	99,5 a	SM 89 – 15 ¹	99,0 a
CII – 328 ²	99,5 a	DF OO-2 ²	99,0 a
FT 96-838 ¹	99,5 a	M 91 – 012 ²	99,0 a
FT 96 – 745 ¹	99,5 a	LH 7 ²	99,0 a
FT 96-1087 ¹	99,5 a	Pyatã ²	99,0 a
FT 96 – 735 ²	99,5 a	CI 107 – 6 ²	99,0 a
Barriga Verde ¹	99,5 a	FT 97 – 278 ²	99,0 a
FT 97 – 23 ²	99,5 a	LH 6 ²	99,0 a
FT 84 – 105 ¹	99,5 a	FT 97 – 41 ²	99,0 a
H 4 – 10 ²	99,5 a	FT 91 – 1535 ²	99,0 a
FT 97 – 144 ²	99,5 a	FT 96 – 1099 ¹	99,0 a
Carioca Listra Preta ²	99,5 a	LH 9 ²	99,0 a
LH 2 ²	99,5 a	LH 8 ²	99,0 a
IAC Maravilha ¹	99,5 a	IAPAR 81 ²	99,0 a
FT 97 – 175 ²	99,5 a	BR IPA 7 ²	99,0 a
FT 91 – 2129 ¹	99,5 a	FT 97 – 255 ²	99,0 a
BR IPA 8 ²	99,5 a	MB 841 ¹	99,0 a
São José ²	99,5 a	Campeão 3 ²	99,0 a
Feijão Amendoim ²	99,5 a	UTF 3 Laranja ²	99,0 a
FT 91 – 1363 ¹	99,5 a	Campeão 2 ²	99,0 a
Princesa ²	99,5 a	TPS Bionobre ¹	99,0 a
RELAV 37 – 19 ²	99,5 a	TPS Nobre ¹	99,0 a
FT 91 – 4044 ²	99,5 a	Guapo Brilhante ¹	99,0 a
LH 10 ²	99,5 a	FTS Soberano ¹	99,0 a

Continua...

CNFP – 8100 ¹	99,0	a	LH 3 ²	98,0	a
TB 96 – 11 ¹	99,0	a	FT 91 – 4067 ²	98,0	a
CII – 103 ²	98,5	a	CII – 314 ²	98,0	a
FPGCF 058 ¹	98,5	a	CNFP – 8078 ¹	98,0	a
TB 94-06 ¹	98,5	a	CII – 102 ²	98,0	a
BR IPA 10 ¹	98,5	a	LP 97 – 28 ²	98,0	a
ESAL 696 ²	98,5	a	LP 97 – 58 ²	98,0	a
FT 97-115 ²	98,5	a	VI – 0699 ²	98,0	a
FT 84-113 ¹	98,5	a	VI – 4599 ²	98,0	a
LH 1 ²	98,5	a	R 290 ²	97,5	a
R 244 ²	98,5	a	IAPAR 65 ¹	97,5	a
ESAL 694 ²	98,5	a	TB 96 – 08 ¹	97,5	a
Porto Real ²	98,5	a	IAC Bico D'Ouro ²	97,5	a
CII – 71 ²	98,5	a	SM 9708 ¹	97,5	a
FT 96 – 1142 ¹	98,5	a	UTF 4 Silvestre ¹	97,5	a
CII – 340 ²	98,5	a	Campeão ²	97,5	a
FT 96 – 1244 ¹	98,5	a	CI – 9867 ¹	97,5	a
Argentino ¹	98,5	a	LH 11 ²	97,5	a
R 78 ²	98,5	a	FT 97-155 ²	97,0	b
FT 206 ²	98,5	a	CI 107 – 5 ²	97,0	b
LH 12 ²	98,5	a	Roxo 90 ²	97,0	b
Rudá ²	98,5	a	CII – 244 ²	97,0	b
LM 95102835 ²	98,5	a	FT 96 – 1159 ¹	97,0	b
IPR 88 Uirapuru ¹	98,5	a	IAPAR 57 ²	97,0	b
IAC Caritybatã ²	98,5	a	IAPAR 80 ²	97,0	b
Diamante Negro ¹	98,5	a	SM 97 – 04 ¹	97,0	b
LP 98 – 13 ¹	98,5	a	IAC ETE ²	97,0	b
TB 96 – 13 ¹	98,5	a	TB 95-02 ¹	96,5	b
SM 9809 ¹	98,5	a	CII – 281 ²	96,5	b
CI – 9633 ²	98,5	a	FT 97 – 188 ²	96,5	b
CNFP – 8066 ²	98,5	a	Mãezinha ²	96,5	b
LM 95102798 ²	98,5	a	UTF 2 Gaurama ¹	96,5	b
ESAL 695 ²	98,0	a	VI – 4899 ²	96,5	b
IAPAR 72 ²	98,0	a	CII – 43 ²	96,0	b
ESAL 550 ²	98,0	a	Feijão Cavalo ¹	96,0	b
Carioca Precoce ²	98,0	a	Meia Noite ¹	96,0	b
M 89148-2 ¹	98,0	a	Aporé ²	96,0	b
IAC Carioca ²	98,0	a	FT 97 – 68 ²	96,0	b
FT 120 ¹	98,0	a	CII 285 ²	96,0	b
Akytã ²	98,0	a	CI 164-3 ²	96,0	b
R 175 ²	98,0	a	Jalo EEP – 558 ²	96,0	b
Aruã ²	98,0	a	Coimbra ²	95,5	b
FT 96 – 1282 ¹	98,0	a	Xodó ¹	95,5	b
EPABA I ²	98,0	a	LM 93204217 ¹	95,5	b
FT 97 – 117 ²	98,0	a	Corrente ²	95,5	b
Vermelho Fabiano ²	98,0	a	Carioca ²	95,5	b
FT 91 – 3037 ²	98,0	a	BR IPA 6 ²	95,0	c
Cati-Taquari ²	98,0	a	CII – 54 ²	95,0	c
FT 97 – 119 ²	98,0	a	Goiano Precoce ²	94,5	c
Carioca MG ²	98,0	a	FT Tarumã ¹	94,5	c
TB 97 – 07 ¹	98,0	a	BR IPA 9 ²	94,5	c
H - 4 – 5 ²	98,0	a	TB 95-01 ¹	94,0	c
LH 5 ²	98,0	a	CII-299 ²	92,5	c
FT 90 – 1909 ²	98,0	a	Emgopa Ouro ²	90,5	d
Goytacazes ²	98,0	a	Olho de Pomba ²	84,5	e
CII 74 ²	98,0	a			

¹ Grupo comercial preto; ² Grupos comerciais de cor.

* Genótipos com médias não seguidas da mesma letra diferem pelo teste de Skott-Knott em nível de 5% de probabilidade.

VARIABILIDADE GENÉTICA PARA ABSORÇÃO DE ÁGUA EM GRÃOS DE FEIJÃO

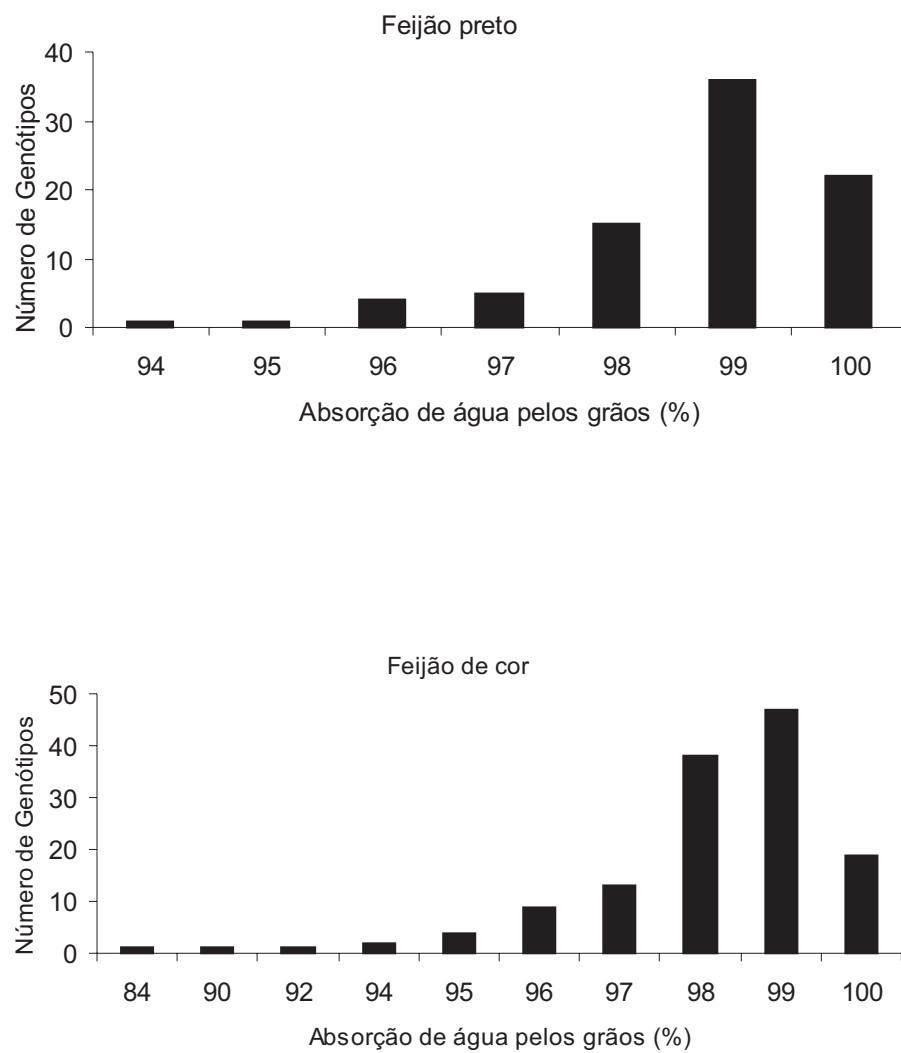


Figura 1. Percentagem de absorção de água de 219 genótipos de feijão dos grupos preto e de cores. Santa Maria-RS, UFSM, 2002.

SECAGEM DE GRÃOS DE MILHO EM SECADOR DE LEITO FIXO: DANOS FÍSICOS

LUIZ EICHELBERGER¹ e JOSÉ ANTÔNIO PORTELLA²

RESUMO - Esse trabalho foi conduzido para determinar danos físicos causados pela secagem artificial de grãos de milho, empregando temperaturas de secagem de 40°C, 70°C e 100°C, e colheita com graus de umidade de 18%, 25% e 35% e correlacionar esses danos com suscetibilidade à quebra de grãos. Foi usado secador estacionário de leito fixo com vazão de ar de 15 m³/min/m². Em cada combinação de grau umidade de colheita e de temperatura de secagem foram secados lotes de 1.400 kg, utilizando três repetições. Foram avaliados peso hectolítrico, peso de mil grãos, percentagem de grãos trincados com uma, duas e múltiplas fissuras, índice de fissuras e suscetibilidade à quebra. O índice de fissuras de grãos de milho aumenta com a elevação da umidade de colheita e da temperatura de secagem em secador de leito fixo. A incidência de grãos fragmentados no pré-processamento é influenciada pela severidade do trincamento. Índice de fissuras e incidência de grãos com múltiplas fissuras são estreitamente correlacionadas com suscetibilidade a quebras.

Palavras-chave: colheita antecipada, índice de fissuras, peso hectolítrico, secagem, trincamento.

DRYING OF CORN KERNELS IN A FIXED BED DRIER: PHYSICAL INJURIES

ABSTRACT - This experiment was carried out in order to determine physical injuries caused by artificial drying of corn kernels using drying air temperatures of 40°C, 70°C and 100°C) and harvested at moisture contents of 18%, 25% and 35% and to correlate them to breakage susceptibility. A stationary fixed bed drier with an air flow of 15 m³/min/m² was used. Lots of 1,400 kg, using three replications, were dried for each combination of harvest moisture content and drying temperature level. Hectoliter weight, 1,000-kernels weight, percentage of kernels with one, two and multiple cracks, stress cracks index and breakage susceptibility were evaluated. Stress cracks index of corn kernels increases when harvest moisture and drying temperature increase in a stationary fixed bed drier. Occurrence of broken kernels during pre processing is affected by stress cracks severity. Stress cracks index and percentage of kernels with multiple cracks are fairly correlated to breakage susceptibility.

Key words: drying, earlier harvest, hectoliter weight, stress cracks, stress cracks index.

¹Doutor em Ciência e Tecnologia de Sementes, Pesquisador da Embrapa Trigo, Caixa Postal 451, 99001-970 Passo Fundo, RS. e-mail: luizei@cnpt.embrapa.br

²Doutor em Engenharia Mecânica, Pesquisador da Embrapa Trigo, Caixa Postal 451, 99001-970 Passo Fundo, RS. e-mail: portella@cnpt.embrapa.br

Recebido para publicação em 15-05-2003

INTRODUÇÃO

A permanência de grãos na lavoura, após a maturação fisiológica, é causa importante de perdas, tanto sob aspecto quantitativo quanto qualitativo. Por cessar o aporte de substâncias assimiladas para os grãos, a partir da maturação fisiológica as reações de síntese são superadas pelas de respiração, responsáveis pela manutenção dos tecidos vivos dos grãos, e que ocorrem às custas de reservas acumuladas durante a formação do grão (BEWLEY e BLACK, 1994). Somam-se, ainda, perdas decorrentes de ataque de fungos e insetos e de condições climáticas desfavoráveis.

Colheita antecipada permite evitar perdas de produção no campo. No entanto, devido à elevada umidade, torna-se necessária a secagem dos grãos. Para adequada conservação dos grãos durante o armazenamento, é condição fundamental a secagem até níveis de umidade ao redor de 13%.

Em algumas espécies, como trigo, milho e arroz, o processo de secagem tem sido importante causa de danos à qualidade dos grãos com reflexos sobre o valor nutritivo e o rendimento industrial (WASSERMANN et al., 1983; MAIER e WATKINS, 1998). Na secagem de trigo, segundo MARSANS (1987), temperatura do grão superior a 55°C produz desnaturação de proteínas, enquanto temperaturas ao redor de 70°C desnaturam a amilase, enzima responsável pela transformação do amido em açúcares solúveis, os quais servem de substrato às bactérias durante a panificação. RAGASITS (1993) observou que lotes de trigo que sofreram danos térmicos na secagem não puderam ser diferenciados de lotes não danificados sob os aspectos de cor e odor, no entanto, a temperatura de 80°C danificou proteínas de elevado peso molecular levando à menor quantidade de glúten. Segundo BROOKER et al. (1992), temperatura de secagem elevada pode desnaturar proteínas e gelatinizar o amido de milho e, assim, afetar a produção animal. A eficiência alimentar do milho é afetada negativamente em monogástricos quando milho é secado com temperatura superior a 50°C (RIVERA et al., 1978), o que pode ter relação com a deficiência de aminoácidos como L-lisina (NORDSTROM et al., 1971). Quanto a danos físicos, além de grãos quebrados e ardidos, ASCHERI (2001) considera que o mínimo número de fissuras nos grãos é atributo importante de alta

qualidade.

A retirada da água dos grãos envolve duas fases, que ocorrem simultaneamente: o transporte do vapor de água da superfície do grão para o ar intergranular, devido ao gradiente de pressão parcial de vapor de água e o movimento de água do interior para a superfície do grão (HALL, 1980; BROOKER et al., 1981). A temperatura de secagem é fundamental no processo de secagem, pois, juntamente com o fluxo de ar, é o principal fator determinante da velocidade de secagem (SILVA, 2000). O que limita o uso de temperatura elevada são as conseqüências sobre a qualidade dos grãos. Temperatura muito alta conduz a alta taxa de evaporação de água na superfície. Se a taxa de transporte de água do interior para a superfície torna-se inferior à taxa de evaporação da água na superfície, aumenta o gradiente de umidade entre o interior e a superfície dos grãos, gerando tensões internas que provocam danos mecânicos por trincamento (LASSERAN, 1978; VILLELA, 1991), aumentam a suscetibilidade à quebra dos grãos (BAKKER-ARKEMA, 1994) e podem constituir-se em porta de entrada para microrganismos como fungos.

O objetivo do trabalho foi determinar os danos físicos em grãos de milho causados pela secagem artificial e correlacionar esses danos com a suscetibilidade à quebra durante o pré-processamento.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Centro Nacional de Pesquisa de Trigo da Embrapa, em Passo Fundo, RS. Três lotes de 1.400 kg de milho, híbrido BRS 3133, provenientes de campos experimentais da Embrapa, foram colhidos com umidades de 35%, 25% e 18% e secados a temperaturas do ar de secagem de 40°C, 70°C e 100°C. Uma quarta colheita foi feita quando os grãos atingiram umidade de 13%, sob condições de campo. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 3. A secagem dos grãos foi realizada em secador estacionário de leito fixo, com 1,5 m de largura, 2,0 m de comprimento e 0,5 m de altura, tendo sido dividido transversalmente em três compartimentos, sendo cada um considerado uma repetição do tratamento. O enchimento do secador foi realizado com rosca sem-fim até nivelamento superior da camada de grãos com a altura do secador. A vazão média de ar foi de 15 m³/min/m². O ar de secagem foi aquecido em queimador

de gás, abastecido com GLP. A temperatura do ar de secagem foi monitorada com a colocação de termopares no plenum e no compartimento de secagem. A temperatura dos grãos foi determinada em quatro alturas da camada de grãos através de amostragens por orifícios laterais, utilizando amostrador tubular duplo. A amostra foi colocada em recipiente de poliestireno e a temperatura determinada com termômetro de vidro após 3 minutos. Após resfriamento das amostras foi determinado o grau de umidade. A secagem foi realizada até os grãos atingirem umidade média das quatro amostras de 13%.

Após resfriamento até a temperatura ambiente no próprio compartimento de secagem, a massa de grãos de milho foi homogeneizada e extraída amostra para determinação do peso hectolítrico, do peso de mil grãos, da percentagem de grãos trincados com uma, duas e múltiplas fissuras, do índice de fissuras e da suscetibilidade à quebra. Previamente, foram eliminados todos os grãos que apresentavam danos evidentes causados pela colheita.

A determinação do peso hectolítrico foi feita com balança Dallemole mod. 40, em duas repetições por amostra. O peso de mil grãos foi determinado em oito repetições de 100 grãos, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992). O trincamento dos grãos foi avaliado visualmente, em grãos inteiros, contra luz, com auxílio de diafanoscópio e classificados, de acordo com o número de fissuras, em grãos com uma, duas e múltiplas fissuras. O total de grãos trincados foi obtido somando-se os grãos que apresentaram algum tipo de fissura, expresso em percentagem. O índice de fissuras (IF) foi obtido através da equação proposta por MAIER e WATKINS (1998):

$$IF = S + 3.D + 5.M,$$

onde: S = uma fissura;
D = duas fissuras; e
M = múltiplas fissuras.

A suscetibilidade à quebra durante o pré-processamento foi obtida por simulação de estresse por choque, em amostra de 200 grãos inteiros, em duas repetições. Para tal, foi utilizada bateadeira industrial KITCHEN AID Professional, Modelo 5KPM5 CE. Testes preliminares utilizando diversas rotações e tempos de exposição dos grãos de milho com menor índice de fissuras (colheita com 13% de umidade), indicaram a combinação de rotação correspondente a de nº 6 na escala do apa-

relho e o tempo de exposição de 2 minutos.

Para análise estatística dos dados foi utilizado o programa SANEST (ZONTA e MACHADO, 1984). Foi determinado coeficiente de correlação simples entre os parâmetros e a comparação das médias foi feita pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Umidade de colheita e temperatura de secagem influenciaram todas as características físicas avaliadas.

A temperatura máxima, a mínima e a média atingida pela massa de grãos no fim da secagem, quando os grãos apresentavam grau de umidade próximo de 13%, bem como a duração de secagem, encontram-se na Tabela 1. O sistema estacionário de secagem caracteriza-se por extrair água dos grãos por camadas, resultando na formação de frente de secagem. Essa frente desloca-se no mesmo sentido do fluxo de ar do secador (CAVARIANI et al., 1999). De forma similar ocorre com a temperatura da massa de grãos, uma vez que o ar de secagem em contato com os grãos troca calor por massa de água (BROOKER et al., 1981). Observou-se que a temperatura máxima da massa de grãos ocorreu na camada próxima da entrada do ar aquecido na câmara de secagem e a mínima nas camadas mais afastadas. Além disso, quanto maior a temperatura do ar de secagem maior foi a temperatura da massa de grãos. No entanto, utilizando temperatura mais elevada, a temperatura da massa de grãos aproximou-se menos da temperatura do ar de secagem. Esse comportamento foi independente da umidade inicial dos grãos. Isso indica que, para cada temperatura, o período de exposição ao ar aquecido afetou a temperatura da massa de grãos de maneira semelhante, dentro dos limites usados no presente trabalho.

Independentemente da umidade de colheita, a diminuição do tempo de secagem foi menor ao aumentar a temperatura do ar de secagem de 70°C para 100°C comparativamente à elevação de 40 para 70°C. Essa ocorrência sugere que o ganho de tempo de secagem proporcionado pela elevação da temperatura de secagem pode não compensar os possíveis danos causados aos grãos, conforme PORTELLA e EICHELBERGER (2002).

Tabela 1. Médias de temperaturas máxima, mínima e média dos grãos no fim da secagem e de duração da secagem de milho colhido com umidade de 35%, 25% e 18% e sob secagem em secador de leito fixo, a temperaturas de 40°C, 70°C e 100°C.

Umidade de colheita (%)	Temperatura de secagem (°C)								
	40			70			100		
	-----Temperatura dos grãos (°C) -----								
	Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média
35	40,0	32,0	36,3	63,5	44,5	54,5	82,0	44,5	66,0
25	39,5	35,0	37,2	62,5	46,0	52,2	87,5	57,0	74,2
18	40,0	35,5	38,2	63,5	48,0	52,2	85,5	57,5	63,5
	----- Duração da secagem (h) -----								
35		13,43			7,28			5,95	
25		11,01			5,47			3,28	
18		4,77			3,28			2,20	

Conforme dados constantes na Tabela 2, quanto maior a temperatura do ar de secagem e da umidade de colheita, maior foi a porcentagem total de grãos danificados por trincamento. A elevação da temperatura de secagem causa aumento da velocidade de secagem (PORTELLA e EICHELBERGER, 2001). No entanto, a taxa de remoção de água é limitada pelo deslocamento de água do interior para a superfície dos grãos, o que gera tensões internas que levam à ruptura dos tecidos (LASSERAN, 1978; VILLELA, 1991). Com temperatura de secagem de 100°C, praticamente a totalidade dos grãos restaram trincados nas umidades de colheita 35, 25 e 18%. Esse efeito ficou mais evidente ao ser comparado com o total de grãos trincados colhidos secos. Inclusive, a utilização de temperaturas mais baixas, como 70°C e 40°C, causou elevada porcentagem de grãos trincados. Temperatura de secagem de 40°C em grãos colhidos com 18% de umidade resultou em 20% dos grãos trincados. Essa ocorrência indica que essa temperatura, apesar de recomendada para secagem de sementes, pode ser elevada para esse sistema de secagem por resultar em umidade relativa do ar de secagem muito baixa e, conseqüentemente, em taxas de secagem muito altas, desenvolvendo fissuras que podem prejudicar a qualidade fisioló-

gica de sementes. Em colheita com porcentagem de umidade mais elevada (25 e 35%), o problema foi agravado. Trincamento é efeito característico do sistema de secagem estacionário em secadores de leito fixo. Os grãos permanecem estáticos, em permanente contato com o ar de secagem, o que provoca elevada taxa de retirada de água dos grãos, especialmente nas camadas mais próximas da entrada de ar aquecido. Essas observações concordam com GUNASEKARAN et al. (1985) ao afirmarem que o desenvolvimento de trincas durante a secagem é causado por fatores como umidade inicial e final dos grãos, temperatura de secagem e método de secagem, além de outros como a vazão de ar e o tipo de milho.

O trincamento de grãos pode ser avaliado em termos de severidade quando se separam grãos que sofreram uma, duas ou múltiplas fissuras (MAIER e WATKINS, 1998). Na temperatura de secagem de 40°C, observou-se maior ocorrência de apenas uma fissura por grão. Na temperatura de 70°C, a severidade do trincamento aumentou, pois os grãos sofreram duas ou múltiplas fissuras. Finalmente, a 100°C, a porcentagem de múltiplas fissuras foi elevada. Essa severidade de trincamento, para cada temperatura de secagem utilizada, foi aumentada com a elevação da umidade na colheita.

Tabela 2. Médias de porcentagem total de grãos trincados, porcentagem de grãos trincados com uma, duas e múltiplas fissuras, índice de fissuras, suscetibilidade à quebra, peso hectolítrico e peso de mil grãos de milho colhidos com 35%, 25%, 18% e 13% de umidade e secos em secador de leito fixo, com temperatura de 40°C, 70°C e 100°C.

Umidade de colheita (%)	Temperatura de secagem (°C)		
	40	70	100
----- Total de grãos trincados (%) – CV = 14,65 -----			
35	A75b	AB83ab	A100a
25	A61b	A97a	A100a
18	B20c	B67b	A96a
13	4	4	4
----- Grãos com uma fissura (%) – CV = 26,57 -----			
35	A37a	B16b	B13b
25	A52a	AB31b	B11c
18	B17b	A42a	A28ab
13	3	3	3
----- Grãos com duas fissuras (%) – CV = 21,86 -----			
35	A23a	B26 a	B18 a
25	B6c	A37 a	AB27b
18	B2c	C15b	A34 a
13	1	1	1
----- Grãos com múltiplas fissuras (%) – CV = 21,03 -----			
35	A15c	A41b	A69a
25	AB3c	A29b	A62a
18	B1b	B10b	B34a
13	1	1	1
----- Índice de fissuras – CV = 15,17 -----			
35	A182c	A300b	A413a
25	B87c	A287b	A403a
18	B28c	B138b	B299a
13	6	6	6
----- Suscetibilidade à quebra (%) – CV = 12,11 -----			
35	A22c	A34b	A55a
25	B14c	B27b	B41a
18	B10b	C17b	C29a
13	10	10	10
----- Peso hectolítrico (g) – CV = 0,42 -----			
35	A76,8 a	B75,2b	C73,4c
25	A79,4 a	A78,5b	B76,7c
18	A79,4 a	A78,8 a	A78,0b
13	78,7	78,7	78,7
----- Peso de mil grãos (g) – CV = 0,65 -----			
35	A272,0a	B266,7b	B269,5 ab
25	A274,7a	A277,0a	A276,2a
18	B265,8a	B268,9a	B269,2a
13	270,3	270,3	270,3

Médias acompanhadas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Associando número de grãos trincados com número de fissuras por grão, o índice de fissuras avalia mais eficientemente danos provocados aos grãos pela elevada taxa de secagem (ASCHERI, 2001). Observou-se que o índice de fissuras aumentou com a elevação da temperatura, dentro de cada umidade de colheita. A colheita de grãos mais úmidos (25% e 35%) provocou trincamento mais

severo, especialmente quando se elevou a temperatura do ar de secagem para 70°C e 100°C. Em secagem com 40°C, apenas a colheita com umidade de 35% aumentou significativamente o índice de fissuras. Esses resultados mostram que quanto mais elevada a umidade dos grãos na colheita, a taxa de secagem deve ser diminuída pela utilização de menor temperatura de secagem.

O trincamento fragiliza os grãos favorecendo a quebra, ocasionando o aumento da quantidade de grãos partidos durante o pré-processamento e, conseqüentemente, diminuindo a qualidade comercial. A aplicação de estresses mecânicos como friccionamento e impactos torna grãos trincados mais suscetíveis a desintegração. No presente trabalho foi aplicado estresse mecânico severo, capaz de partir grãos que apresentassem baixo índice de fissuras (IF = 6). Os resultados mostraram que a suscetibilidade à quebra aumentou com a ele-

vação da temperatura de secagem e da umidade de colheita e apresentou elevada correlação positiva ($r = 0,93$) com o índice de fissuras (Tabela 3). Quanto maior o índice de fissuras, maior a suscetibilidade à quebra de grãos. No entanto, se considerados apenas os grãos com múltiplas fissuras, houve maior correlação com a suscetibilidade a quebras ($r = 0,97$) do que com o índice de fissuras. Conforme MAIER e WATKINS (1998), grãos com múltiplas fissuras apresentam menor aceitação no mercado consumidor.

Tabela 3. Coeficientes de correlação simples entre as variáveis peso hectolétrico (PH), peso de mil grãos (PMG), total de grãos trincados (TGT), grãos com múltiplas (MF) fissuras, índice de fissuras (IF) e suscetibilidade a quebras (SQ) de grãos de milho colhidos com 35%, 25%, 18% e 13% de umidade e secos em secador de leito fixo, com temperatura de 40°C, 70°C e 100°C.

Variável	PH	PMG	TGT	MF	IF
MF	-0,80**	0,12 ^{ns}	-0-	-0-	-0-
IF	-0,74**	0,22 ^{ns}	-0-	-0-	-0-
SQ	-0,88**	0,08 ^{ns}	0,75**	0,97**	0,93**

Ns: não significativo; *: significativo $P < 0,05$; **: significativo $P < 0,01$; -o-: correlação sem interesse.

Os efeitos da temperatura do ar de secagem e da umidade de colheita sobre o peso hectolétrico (PH) evidenciaram maior dano causado pela temperatura de secagem com a elevação da umidade dos grãos na colheita. Observa-se na Tabela 2 que, na colheita com umidade de 18%, a temperatura de secagem de 100°C reduziu significativamente o PH em relação à de 40°C e 70°C. Observou-se que a antecipação de colheita para 25% ou 35%, secagem a 70°C já prejudicou o PH. Secagem com temperatura de 40°C permitiu que se antecipasse a colheita para 35% de umidade, sem que tenha ocorrido redução significativa do PH. Conforme Tabela 3, o PH apresentou correlação significativa com o índice de fissuras ($r = -0,74$), com a percentagem de grãos com múltiplas fissuras ($r = -0,80$) e com a suscetibilidade a quebras ($r = 0,88$). Assim, quanto mais severo o trincamento, menor peso hectolétrico apresentaram os grãos de milho, possivelmente devido a presença de espaços vazios que se formam nas fissuras no interior dos grãos.

Na secagem a 40°C, os dados de peso de mil grãos (PMG) mostraram que entre a colheita com 35% e 25% de umidade (demora de 17 dias) ainda houve acúmulo de matéria seca e que entre 25% e 18% (demora de 12 dias) houve significati-

va perda de matéria seca durante a permanência no campo. Isso sugere que a maturação fisiológica ocorreu entre as umidades de 35% e 25%. Na colheita com 35% de umidade, o PMG foi significativamente reduzido ao utilizar-se temperatura de 70°C. Embora não tenha diferido significativamente da temperatura de 40°C, a secagem a 100°C também diminuiu o PMS. Nas colheitas com umidade de 18% e 25%, a temperatura de secagem não teve efeito sobre o PMS.

A colheita de grãos secos (13% de umidade), apesar de não ter sido incluída na comparação das médias uma vez que não sofreu processo de secagem, proporcionou menores danos físicos para todos os parâmetros avaliados. O retardamento da colheita para permitir que a umidade diminuísse de 18% para 13% representou um período de 17 dias. Confrontando-se as avaliações da colheita de grãos secos com as de grãos úmidos e secados logo após a colheita, os resultados desse trabalho mostraram que a secagem estacionária em secador de leito fixo produz dano nos grãos, mesmo na colheita com umidade de 18% e secagem a temperatura de 40°C. Assim, para evitar danos físicos aos grãos, especialmente o trincamento, a secagem nesse tipo de secador deve ser feita com temperatura do ar de secagem mais baixa que a mínima usada no pre-

sente trabalho.

CONCLUSÕES

O índice de fissuras de grãos de milho aumenta com a elevação da umidade de colheita e da temperatura de secagem em secador de leito fixo.

A incidência de grãos fragmentados no pré-

processamento é influenciada pela severidade do trincamento.

Índice de fissuras e incidência de grãos com múltiplas fissuras são estreitamente correlacionadas com suscetibilidade a quebras.

O peso hectolítrico de grãos de milho é afetado por danos por trincamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASCHERI, J.L.R. Qualidade versus competitividade no mercado globalizado. In: CONFERÊNCIA NACIONAL DE PÓS-COLHEITA SAG-MERCOSUL, 2., 2001. **Resumos e palestras...** Londrina: FAPEAGRO, 2001. p. 328-338.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds, physiology of development and germination**. New York: Plenum Press, 1994. 445p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária, 1992. 365 p.
- BAKKER-ARKEMA, F.W. High-temperature grain drying. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE GRÃOS, 1993, Canela. **Anais...** Canela: CESA / FAO, 1994. p.163-176.
- BROOKER, D.B.; BAKKER-ARKEMA, F.W.; HALL, C.W. **Drying and storage of grains and oilseeds**. Van Nostrand Reinold: New York, 1992. 450p.
- BROOKER, D.B.; BAKKER-ARKEMA, F.W.; HALL, C.W. **Drying cereal grains**. 3.ed. Westport: AVI Publishing, 1981. 265p.
- CAVARIANI, C.; SILVA, R.S.; MIRANDA, L.C.; NAKAGAWA, J.; BELGIORNO, D.C. Secagem estacionária de sementes de milho com distribuição radial do fluxo de ar. II - Andamento físico. **Revista Brasileira de Sementes**, Campinas, v.21, n.1, p.7-17, 1999.
- GUNASEKARAN, S.; DESHPANDE, S.S.; PAULSEN, MR.; SHOVE, G.C. Size characterization of stress cracks in corn kernels. **Transactions of the ASAE**, Saint Joseph, v.28, n.5, p.1668-1672, 1985.
- HALL, C.W. **Drying and storage of agricultural crops**. Westport: Avi Publishing Company, 1980. 381p.
- LASSERAN, J.C. Princípios gerais de secagem. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v.3, n.3, p. 17-46. 1978.
- MAIER, D.E.; WATKINS, A. E. **Drying of high oil corn quality**. Purdue: Purdue University, 1998. 4 p. html. (Grain quality. Fact sheet, 35). Disponível: <http://www.agcom.purdue.edu/AgCom/Pubs/grain.htm>
- MARSANS, G.J. **Manejo y conservación de granos**. Buenos Aires: Hemisfério Sur, 1987. 266p.
- NORDSTROM, P.A.V.; MEADE, R.J.; SOWERS, J.E. Effect of drying temperatures on nutritive value of opaque-2 corn. **Journal of Animal Science**, v.33, p.237-238, 1971.
- PORTELLA, J.A.; EICHELBERGER, L. **Uso de gás liqüefeito de petróleo na secagem estacionária de milho em secador de leito fixo**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2001. 4 p. html. (Embrapa Trigo. Comunicado Técnico Online, 64). Disponível: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_co64.htm
- PORTELLA, J.A.; EICHELBERGER, L. Gás liqüefeito de petróleo na secagem grãos de trigo em secador de leito fixo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 31., 2002. Salvador. A engenharia agrícola para o desenvolvimento sustentável: água, energia e meio ambiente. **Anais...** Salvador: SBEA/UFBA/Embrapa, 2002. 4p. CD 030.
- RAGASITS, I. Effect of drying on the baking quality of wheat. **Cereal Research Communication**, Szeged, v.21, n.1, p.87-92, 1993.
- RIVERA, P. H.; PEO, E. R.; MOSER, B.D. Effect of drying temperature on nutritional quality and availability of amino acids in normal and opaque-2 corn for rats. **Journal of Animal Science**, v. 46, n. 5, p. 1257-1286, 1978.
- SILVA, J.S. **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2000. 502p.
- VILLELA, F.A. **Efeitos da secagem intermitente sobre a qualidade de sementes de milho**. Piracicaba: USP-ESALQ, 1991. 104p. Tese de Doutorado.
- WASSERMANN, L.; MUHLBAUER, W.; SCHREIBER, H. Influence of drying on wheat quality. Part 3: Influence of moisture content of the kernels on drying and baking behavior. **Getreide Mehl Brot**, Bochum, v. 37, n.9, p.268, 1983.
- ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A. **Sistema para análise estatística para microcomputadores – SANEST**. Pelotas: UFPel. 1984. 109p.

DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO E CONTEÚDO EM RESERVAS DE PORTA-ENXERTOS DE VIDEIRA INOCULADOS COM FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES¹

SOFIA AGOSTINI² e PAULO VITOR DUTRA DE SOUZA³

RESUMO - Este estudo teve por objetivo avaliar a influência de três espécies de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) (*Glomus clarum*, *Scutellospora pellucida* e *Gigaspora margarita*) sobre o desenvolvimento vegetativo e conteúdo em substâncias de reserva de dois porta-enxertos de videira: Paulsen 1103 (*Vitis Berlandieri* x *Vitis Rupestris*) e 101-14 Millardet et De Grasset (*Vitis Riparia* x *Vitis Rupestris*). As estacas dos porta-enxertos, previamente enraizadas, foram colocadas em sacos de polietileno (5 L), contendo um substrato composto por solo:areia:resíduo decomposto de casca de acácia negra (2:2:1; v:v:v) previamente desinfestado com formaldeído (7%). Utilizou-se, como inóculo, 20 g de solo rizosférico e fragmentos de raízes de aveia (*Avena strigosa*) contendo as estruturas dos FMA. Após 126 dias da implantação do experimento, avaliou-se o desenvolvimento vegetativo dos porta-enxertos, assim como o conteúdo em substâncias de reserva e a porcentagem de colonização pelos FMA. O porta-enxerto 101-14 mostrou-se mais vigoroso que o Paulsen 1103, porém os conteúdos em reservas nos tecidos foram semelhantes entre os dois porta-enxertos. *Glomus clarum* e *Scutellospora pellucida* mostraram-se eficientes na promoção de um melhor desenvolvimento dos porta-enxertos utilizados, além de incrementarem os teores em substâncias de reserva, como consequência de uma maior colonização radicular.

Palavras-chave: *Vitis* sp., propagação, endomicorriza, fisiologia.

VEGETATIVE GROWTH AND CARBOHIDRATE CONTENTS OF GRAPEVINE ROOTSTOCKS INOCULATED WITH ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI

ABSTRACT - This study was aimed to evaluate the effect of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) (*Glomus clarum*, *Scutellospora pellucida* and *Gigaspora margarita*) on vegetative growth and carbohydrate contents of two grapevine rootstocks cultivars: Paulsen 1103 (*Vitis Berlandieri* x *Vitis Rupestris*) and 101-14 Millardet et De Grasset (*Vitis Riparia* x *Vitis Rupestris*). The rooted cuttings were cultivated in 5L black plastic bags containing desinfested substrate (soil: sand: decomposed residue of acacia (*Acacia mearnsii*); 2:2:1, v:v:v). Rhizospheric soil and *Avena strigosa* roots with AMF structures were used as inoculum (20 g/plant). After 126 days, vegetative growth of the cultivars was evaluated, as well as the carbohydrate content and relative root colonization by AMF. The cultivar 101-14 was more vigorous than cv. Paulsen 1103, but carbohydrate contents were similar in both cultivars. *Glomus clarum* and *Scutellospora pellucida* increased vegetative development, and induced higher reserve content and root colonization in both cultivars.

Key words: *Vitis* sp., propagation, endomycorrhizal fungi, plant physiology.

¹ Extraído da Dissertação de Mestrado apresentada pelo primeiro autor à Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

² Tecnóloga em Viticultura e Enologia, Mestre em Fitotecnia, Fac. Agronomia/UFRGS. E-mail: sofiaa@terra.com.br.

³ Eng. Agrônomo, Dr., Professor Adjunto, Depto. de Hortic. e Silvíc., Fac. Agronomia/UFRGS. Bolsista CNPq. E-mail: pvd Souza@vortex.ufrgs.br. Autor para correspondência.

Apoio financeiro da FAPERGS

Recebido para publicação em 26-06-2003

INTRODUÇÃO

O solo e substratos não esterilizados contêm microrganismos em contínua interação com a planta, afetando o desenvolvimento do hospedeiro. Dentre os microrganismos presentes no solo estão os simbiontes, dentre os quais os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) merecem especial atenção por induzirem respostas no crescimento das plantas, através da interação planta – fungo (SOUZA, 2000).

O potencial de impacto decorrente da ausência desses simbiontes, principalmente dos FMA, no vigor e qualidade das plantas no campo, só recentemente passou a ser devidamente avaliado. Atualmente, é sabido que a grande maioria das espécies de plantas destinadas ao transplântio, que normalmente são produzidas em substratos tratados ou artificiais, devem ser inoculadas com uma espécie de FMA ou uma mistura de espécies apropriadas e indicadas para a promoção do desenvolvimento da muda, por proporcionarem aceleração no desenvolvimento das mudas, melhor aclimatização e maior resistência quando transplantadas (LOVATO et al., 1996; ZAMBOLIM, 1991).

No entanto, os resultados da simbiose planta x FMA são variáveis com a espécie e/ou cultivar de planta e com a espécie de fungo em questão (BÜTTENBENDER, 2001).

Em viticultura são empregados diferentes porta-enxertos segundo sua aptidão a diferentes condições de solo, clima e resistência a patógenos. Dentre eles, estão os porta-enxertos 101-14 (*Vitis riparia* X *Vitis rupestris*) e 1103 Paulsen (*Vitis berlandieri* X *Vitis rupestris*). O primeiro tem a característica de induzir um fraco vigor às copas, acelerando a maturação das uvas e o segundo tem boa compatibilidade com as copas, induz um vigor médio a alto às mesmas, retardando a maturação das uvas (GIOVANNINI, 2001).

Estes dois porta-enxertos, quando oriundos de micropropagação, apresentaram variações quanto à dependência aos FMA (SILVA et al., 1999; SOUZA et al., 1999), indicando a necessidade de estudos mais aprofundados com diferentes espécies de endomicorrizas para melhor avaliar a interação porta-enxerto X FMA.

Assim, considerando o efeito benéfico dos FMA no crescimento e vigor das plantas, o presente estudo foi desenvolvido tendo como finalidade avaliar o potencial de utilização de diferentes espé-

cies de FMA sobre o desenvolvimento vegetativo e conteúdo em reservas dos porta-enxertos 1103 Paulsen e 101-14 Millardet et De Grasset.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na Estação Experimental Agronômica (EEA) da UFRGS, BR 290, Km 146, em Eldorado do Sul, RS.

Foi utilizado um substrato à base de solo, areia e resíduo decomposto de casca de acácia negra (*Acacia mearnsii* Bark) (2:2:1, v:v:v), previamente desinfestado com formaldeído (7%) e seu pH corrigido para pH 6,0 com carbonato de cálcio conforme recomendação da ROLAS (1995).

Não foi realizada correção dos níveis nutricionais, que se encontravam satisfatórios.

O solo empregado no substrato foi do tipo Argissolo Vermelho (EMBRAPA, 1999), textura franco-argilosa, coletado na EEA, em Eldorado do Sul, RS. A areia apresentava textura mediana e o resíduo decomposto de casca de acácia negra proveio do depósito da empresa TANAC, de Montenegro, RS.

Os tratamentos testados foram: dois porta-enxertos de videira (Paulsen 1103 (*V. Berlandieri* x *V. Rupestris*) e 101-14 Millardet et De Grasset (*V. Riparia* x *V. Rupestris*)) e três espécies de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) (*Gigaspora margarita*, *Glomus clarum* e *Scutellospora pellucida*), além da testemunha não inoculada.

Os porta-enxertos, previamente enraizados em tubetes de 360ml contendo substrato comercial, foram cedidos pela EMBRAPA Uva e Vinho, Bento-Gonçalves, RS. Apresentavam, aproximadamente, 20 cm de comprimento e 4 gemas, sendo que as 2 gemas centrais haviam sido eliminadas, fortalecendo a gema de brotação.

Os porta-enxertos foram transplantados para sacos de polietileno preto (5 L) (1 estaca/recipiente), nos quais haviam sido adicionados 20g de inoculo de FMA por recipiente, dispostos em uma camada na porção mediana dos mesmos. Os inóculos de FMA utilizados nos respectivos tratamentos consistiram de raízes e solo rizosférico (substrato: solo+areia esterilizada, 1:1, v:v) de aveia (*Avena strigosa*) contendo estruturas dos FMA.

Após 126 dias da instalação do experimento, os porta-enxertos foram coletados, sendo lava-

dos com água, realizando-se, imediatamente, as seguintes avaliações: número de raízes primárias, comprimento de brotos, superfície média de folha e número de folhas por planta. Considerou-se raiz primária aquela que saía diretamente da estaca. A avaliação da área foliar foi realizada utilizando-se um medidor de área foliar da marca LI-COR, modelo LI-3100.

Após estas avaliações, os porta-enxertos foram separados em parte aérea e raízes, colocados em sacos de papel, passando por secagem em estufa a 65°C, até peso constante. Após a secagem, o material foi moído em moinho, acoplado a uma peneira de 20 malhas por polegada. O material foi empregado para a determinação de substâncias de reserva, adotando-se, para a digestão, a metodologia descrita por PRIESTLEY (1965).

Determinou-se a colonização radicular por FMA, coletando-se duas radículas por planta, imediatamente após a lavagem dos porta-enxertos, as quais foram cortadas em segmentos de 1 cm. Utilizou-se 30 segmentos ao acaso por tratamento e repetição, que foram tingidos segundo o método descrito por PHILLIPS e HAYMAN (1970), visando a determinação da intensidade de colonização micorrízica (percentagem de colonização, intensidade de hifas intrarradiciais e número de arbúsculos e vesículas), que foi quantificada seguindo o método proposto por NEMEC (1992).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em um arranjo fatorial 2x4, com 10 plantas por parcela e quatro repetições, num total de 320 determinações. Foi utilizada a ANOVA para análise estatística e o teste Duncan a 5% para determinar a separação de médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisar-se o número de raízes primárias, verificou-se que o mesmo foi maior nas plantas de 101-14, comparativamente às de P1103 (Tabela 1), em decorrência de fatores genéticos destes porta-enxertos (GIOVANNINI, 2001).

Os FMA testados foram eficientes em incrementar o número de raízes primárias. *G. clarum* e *S. pellucida* induziram a formação de uma média de 37,62 e 34,62 raízes por planta, respectivamente. As plantas inoculadas com *G. margarita* apresentaram um número de raízes primárias intermediário às inoculadas com as outras espécies de FMA e a

testemunha, mas também superior a esta.

Segundo SOUZA (1995), os FMA podem estar envolvidos nos processos hormonais das plantas, interferindo na síntese de translocação de fitormônios e, com isto, aumentando em quantidade a emissão de raízes. Esta afirmação confirmou-se neste experimento, onde os porta-enxertos com FMA promoveram um maior estímulo na formação de raízes primárias em relação aos porta-enxertos sem FMA.

O comprimento da brotação foi maior nas plantas de 101-14 que no P1103 (Tabela 1). O comprimento dos brotos dos porta-enxertos foi maior nos inoculados com *G. clarum*, seguido dos inoculados com *S. pellucida* (Tabela 1). Os porta-enxertos inoculados com *G. margarita* não demonstraram diferenças significativas em relação à testemunha para este parâmetro (Tabela 1). Vários trabalhos relatam que plantas micorrizadas apresentam maior altura que as não inoculadas. SOUZA (2000) verificou incremento no desenvolvimento vegetativo de plantas de Citrange Carrizo ao serem inoculadas com FMA. SILVA et al. (1999) também obtiveram bons resultados no desenvolvimento vegetativo do porta-enxertos de videira 101-14 quando utilizaram *G. clarum*. Já BÜTTENBENDER (2001) observou que este mesmo porta-enxerto teve um maior desenvolvimento geral quando inoculado com *S. heterogama* em comparação com *G. clarum* e *A. scrobiculata*.

O porta-enxerto 101-14 apresentou folhas maiores, em média 71,87 cm², em relação ao P1103, que foi de 48,94 cm² (Tabela 1). Dentre os FMA testados, somente *G. clarum* induziu um maior tamanho das folhas em relação à testemunha (Tabela 1).

Há relato de maior área foliar no porta-enxerto 101-14 ao ser inoculado com *S. heterogama*, acompanhado de maior matéria fresca (BÜTTENBENDER, 2001). KUMARAN e AZIZAH (1995) verificaram que mudas de goiabeira inoculadas com FMA dos gêneros *Glomus* e *Scutellospora* apresentaram aumento da área foliar em relação às mudas não micorrizadas.

Apesar das diferenças verificadas no comprimento das brotações e na área foliar, o número de folhas foi semelhante entre os dois porta-enxertos estudados (Tabela 1), indicando que o PE 101-14 apresenta entrenós maiores que o P1103.

Tabela 1. Número de raízes primárias, comprimento da brotação, área foliar por folha e número folhas por planta em porta-enxertos de videira inoculados ou não com fungos micorrízicos arbusculares. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2001

Número de raízes primárias/planta					
Porta-enxertos	Fungos Micorrízicos Arbusculares				Médias
	<i>Glomus clarum</i>	<i>Scutellospora pellucida</i>	<i>Gigaspora margarita</i>	Testemunha	
101-14	43,00	39,00	34,00	25,75	35,44 A
P1103	32,25	30,25	25,25	21,50	27,31 B
Médias	37,62 a	34,62 a	29,62 b	23,62 c	
Comprimento dos brotos (m/planta)					
Porta-enxertos	Fungos Micorrízicos Arbusculares				
Médias	<i>Glomus clarum</i>	<i>Scutellospora pellucida</i>	<i>Gigaspora margarita</i>	Testemunha	
101-14	2,57	2,35	1,92	1,72	2,14 A
P1103	2,12	1,70	1,42	1,32	1,64 B
Médias	2,35 a	2,02 b	1,67 c	1,52 c	
Área foliar/folha (cm ²)					
Porta-enxertos	Fungos Micorrízicos Arbusculares				Médias
	<i>Glomus clarum</i>	<i>Scutellospora pellucida</i>	<i>Gigaspora margarita</i>	Testemunha	
101-14	80,00	65,00	73,00	69,50	71,87 A
P1103	54,75	48,75	44,00	48,25	48,94 B
Médias	67,37 a	56,87 ab	58,50 ab	58,87 b	
Número de folhas/planta					
Porta-enxertos	Fungos Micorrízicos Arbusculares				Médias
	<i>Glomus clarum</i>	<i>Scutellospora pellucida</i>	<i>Gigaspora margarita</i>	Testemunha	
101-14	51,50	48,50	34,25	24,75	39,75 A
P1103	55,75	41,75	38,50	34,50	42,62 A
Médias	53,62 a	45,12 b	36,37 c	29,62 d	

* Médias seguidas por letra minúscula distinta, na linha, e maiúscula na coluna, diferem significativamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Com relação às espécies de FMA, todas foram eficazes em incrementar o número de folhas/planta, porém diferindo entre si, onde *G. clarum* proporcionou um maior número de folhas, seguida por *S. pellucida* e por *G. margarita*, respectivamente (Tabela 1).

SILVA et al. (1999) e SOUZA et al. (1999) também encontraram maior número de folhas no porta-enxerto 101-14 quando inoculado com *S. heterogama*, concordando com o presente experimento, no qual *S. pellucida* foi a segunda melhor espécie na promoção de número de folhas.

O conteúdo em substâncias de reserva, tan-

to na parte aérea (Tabela 2), como nas raízes (Tabela 2), foi semelhante entre as duas cultivares de porta-enxertos estudadas. Por sua vez, as plantas inoculadas com *G. clarum* apresentaram maior conteúdo de reservas na parte aérea em relação à testemunha e às plantas inoculadas com *G. margarita*. As plantas inoculadas com *S. pellucida* apresentaram conteúdo intermediário a estas (Tabela 2). No sistema radicular, em valores absolutos, o comportamento foi semelhante. Porém, não houve variação significativa entre os FMA e a testemunha.

Tabela 2. Substâncias de reserva nas partes aérea e radicular de porta-enxertos de videira (*Vitis* sp.) inoculados ou não com fungos micorrízicos arbusculares. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2001

Substâncias de reserva na parte aérea (%/planta)					
Porta-enxertos	Fungos Micorrízicos Arbusculares				Médias
	<i>Glomus clarum</i>	<i>Scutellospora pellucida</i>	<i>Gigaspora margarita</i>	Testemunha	
101-14	17,50	15,40	14,42	14,57	15,47 A
P1103	17,50	16,25	13,90	13,85	15,40 A
Médias	17,50 a	15,87 ab	14,16 b	14,21 b	
Substâncias de reserva radicular (%/planta)					
Porta-enxertos	Fungos Micorrízicos Arbusculares				Médias
	<i>Glomus clarum</i>	<i>Scutellospora pellucida</i>	<i>Gigaspora margarita</i>	Testemunha	
101-14	28,82	28,02	25,72	27,02	27,40 A
P1103	34,25	33,20	25,75	27,49	30,17 A
Médias	31,53 a	30,61 a	25,73 a	27,26 a	

* Médias seguidas por letra minúscula distinta, na linha, e maiúscula na coluna, diferem significativamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

SILVEIRA et al. (2002) observaram incremento significativo nos teores de substâncias de reserva na parte aérea de mudas de abacateiro, quando inoculadas com FMA, em sincronia com o presente experimento. Porém BÜTTENBENDER (2001), trabalhando com os porta-enxertos de videira 420-A e 101-14, não observou diferenças significativas nos teores de substâncias de reservas das partes aérea e radicular, atribuindo-o ao curto período experimental, o qual não permitiu que os FMA expressassem todo o seu potencial.

No tocante às substâncias de reserva radiculares, a ausência de diferenças significativas entre os tratamentos explica-se pelo possível consumo de parte dos carboidratos produzidos pelas plantas, os quais foram enviados às raízes, pelos FMA (SIQUEIRA e FRANCO, 1988), como parte do mutualismo.

O incremento no número de folhas, associado a folhas maiores, proporcionado principalmente por *G. clarum*, permite inferir que as plantas têm um maior potencial para realizar fotossíntese, em virtude da maior área foliar por planta, culminando em uma maior quantidade de substâncias de reserva nos tecidos.

As três espécies testadas colonizaram as raízes de videira, independentemente do porta-enxerto (Tabela 3), porém *G. clarum* o fez em maior

intensidade que as duas outras espécies. Nas plantas inoculadas com *G. clarum*, a porcentagem de colonização foi de 86%, enquanto que *S. pellucida* e *G. margarita* colonizaram 77% e 71% das raízes, respectivamente.

As diferenças na intensidade de colonização radicular encontradas no presente estudo também foram relatadas por SILVEIRA et al. (2002), podendo ser consequência do grau de afinidade entre a planta e a espécie de FMA. Por outro lado, o pH do substrato também pode ter sido responsável pela resposta, pois segundo SIQUEIRA e FRANCO (1988), *Gigaspora margarita* está adaptado ao pH ácido, enquanto que as outras espécies estão adaptadas a pH próximo da neutralidade. Como no presente estudo o pH do substrato foi corrigido para 6,0, *G. margarita* pode ter sido prejudicada pelas condições do meio, sendo favorável às demais.

A presença de hifas intrarradicais foi semelhante entre as espécies estudadas (Tabela 3). Já a presença de arbúsculos foi maior nas plantas inoculadas com *G. clarum*, independentemente do porta-enxerto (Tabela 3). As outras duas espécies de FMA proporcionaram um número de arbúsculos menor que a anterior, sendo que, no porta-enxerto 101-14, não diferiram entre si e, em P 1103, *S. pellucida* proporcionou um maior número que *G. margarita*. O maior número de arbúsculos signifi-

ca uma maior presença de pontos de troca entre a planta e os FMA, possibilitando maior fornecimento de nutrientes e água para a planta, maior acúmulo de reservas nos tecidos, o que, associado à maior colonização, justifica a maior eficácia desta espécie em relação às demais testadas.

Quanto à formação de vesículas, estas apenas foram encontradas nas plantas inoculadas com *G. clarum*. Isto é justificável, pois dentre as espécies testadas, apenas as pertencentes ao gênero *Glomus* formam vesículas (SIQUEIRA, 1994), havendo grande quantidade de formação destas estruturas.

De uma maneira geral, o porta-enxerto 101-14 mostrou-se mais vigoroso que o P1103. Este

comportamento, a princípio, contraria a literatura que relata que o primeiro é responsável por atribuir um menor vigor às copas sobre ele enxertadas em relação ao segundo porta-enxerto (GIOVANNINI, 2001). Normalmente, há uma relação direta entre o vigor do porta-enxerto e o vigor que o mesmo atribui à copa sobre ele enxertada, porém, esta relação pode variar segundo o grau de compatibilidade entre o porta-enxerto e a copa. Neste experimento, *G. clarum* e *S. pellucida* foram as que proporcionaram os melhores resultados, evidenciando a influência da espécie de FMA sobre a eficiência da simbiose e, portanto, sobre o desenvolvimento das plantas e o conteúdo de substâncias de reserva.

Tabela 3. Porcentagem de colonização radicular e índices de estruturas de três espécies de FMA em segmentos de raízes de dois porta-enxertos de videira. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2001

FMA		Porta-enxertos	
		101-14	P1103
Colonização ⁽¹⁾	<i>Glomus clarum</i>	86,0 a	87,0 a
	<i>Scutellospora pellucida</i>	76,0 b	78,0 ab
	<i>Gigaspora margarita</i>	70,0 b	72,0 b
	Testemunha	3,00 c	2,0 c
Hifas ⁽²⁾	<i>Glomus clarum</i>	1,25 a	1,45 a
	<i>Scutellospora pellucida</i>	1,20 a	1,25 a
	<i>Gigaspora margarita</i>	1,50 a	1,47 a
	Testemunha	0,10 b	0,10 b
Arbúsculos ⁽³⁾	<i>Glomus clarum</i>	1,90 a	1,75 a
	<i>Scutellospora pellucida</i>	1,20 b	1,35 b
	<i>Gigaspora margarita</i>	1,20 b	1,10 c
	Testemunha	0,00 c	0,00 d
Vesículas ⁽⁴⁾	<i>Glomus clarum</i>	2,15 a	1,90 a
	<i>Scutellospora pellucida</i>	0,00 b	0,00 b
	<i>Gigaspora margarita</i>	0,00 b	0,00 b
	Testemunha	0,00 b	0,00 b

⁽¹⁾ Porcentagem de colonização de raízes por FMA = divisão do número de segmentos de raízes colonizadas (hifas, arbúsculos ou vesículas) pelo número total de segmentos de raízes observadas X 100.

⁽²⁾ Índice de presença de hifas de FMA, segundo Nemec (1992):

0 = inexistência de hifas de FMA; 1 = escasso desenvolvimento de hifas de FMA; 2 = desenvolvimento moderado de hifas de FMA; 3 = intenso desenvolvimento de hifas de FMA.

⁽³⁾ Índice de presença de arbúsculos de FMA, segundo Nemec (1992):

0 = inexistência de arbúsculo no segmento de raiz; 1 = presença de 1 a 50 arbúsculos por segmento de raiz; 2 = presença de 51 a 100 arbúsculos por segmento de raiz; 3 = presença de mais de 100 arbúsculos por segmento de raiz.

⁽⁴⁾ Índice de presença de vesículas de FMA, segundo Nemec (1992):

0 = inexistência de vesículas no segmento de raiz; 1 = presença de uma a 50 vesículas no segmento de raiz; 2 = presença de 51 a 100 vesículas no segmento de raiz; 3 = presença de mais de 100 vesículas no segmento de raiz.

Letras distintas na coluna diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

O porta-enxerto 101-14 é mais vigoroso que o Paulsen 1103.

Os FMA testados são eficientes na promoção do desenvolvimento vegetativo e incremento

no conteúdo em reservas dos tecidos de porta-enxertos de videira, em especial *Glomus clarum* e *Scutellospora pellucida*. A maior eficiência destes FMA é consequência de sua maior colonização radicular.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BÜTTENBENDER, D. **Utilização de fungos micorrízicos arbusculares em porta-enxertos de videira**. Porto Alegre, 2001. 59 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, 1999. 412 p. il. (EMBRAPA/CNPQ-RJ. Documentos, 5).
- GIOVANNINI, E. **Uva agroecológica**. Porto Alegre: Renascença, 2001. 136p.
- KUMARAN, S.; AZIZAH, H.C. Influence of biological soil conditioner on mycorrhizal versus non-mycorrhizal guava seedlings. **Tropical Agriculture**, Surrey, v.72, n.1, p.39-43, 1995.
- LOVATO, P.E.; GUILLEMIN, J.P.E., TROUVELOT, A. Micorrização de plantas micropropagadas. In: SIQUEIRA, J.O., **Avanços em fundamentos e aplicação de micorrizas**. UFLA, Lavras, MG, 1996. p.175-202.
- NEMEC, S. *Glomus intraradix* effects on citrus rootstock seedling growth in various potting media. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 118, p. 315-323, Jun. 1992.
- PHILLIPS, J. M.; HAYMAN, D. S. Improved procedures for cleaning roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. **Transactions British Mycology Society**, Cambridge, v. 55, p. 158-161, Aug. 1970.
- PRIESTLEY, G. A. New method for the estimation of the resources of apple trees. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 16, p. 717-721, Dec. 1965.
- ROLAS - **Recomendação de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 3. ed. Passo Fundo/SBCS-Núcleo Regional Sul, 1995. 224p.
- SILVA, R. P.; SOUZA, P. V. D. de.; AMARAL, A. L. do. Influência de fungos micorrízicos arbusculares na aclimação do porta-enxerto de videira 101-14 micropropagado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 9., 1999. Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: EMBRAPA-CNPV, 1999. p.137.
- SILVEIRA, S. V. da.; SOUZA, P. V. D. de; KOLLER, O. C. Influência de fungos micorrízicos arbusculares sobre o desenvolvimento vegetativo de porta-enxertos de abacateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 3, p. 303-309, Mar. 2002.
- SILVEIRA, S. V. da.; SOUZA, P. V. D. de; BENDER, R.J.; KOLLER, O. C. Effect of arbuscular mycorrhizae on cv. Carmen avocado plants. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Athens, v. 33, n. 7 e 8, p. 1323-1333, Apr. 2002.
- SIQUEIRA, J. O. Micorrizas arbusculares. In.: ARAUJO, R.S.; HUNGRIA, M. **Microorganismos de importância agrícola**. Brasília: Embrapa, 1994. p.151-194.
- SIQUEIRA, J. O.; FRANCO, A. A. Micorrizas. In.: SIQUEIRA, J.O.; FRANCO, A. A. **Biotecnologia do solo: fundamentos e perspectivas**. Brasília: MEC-ESAL, 1988. p.125-177.
- SOUZA, P. V. D. de. **Optimización de la producción de plantones de cítricos en vivero. Inoculación com micorrizas vesiculares-arbusculares**. Valencia: Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, 1995. 201 f. Tesis Doctoral-Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, 1995.
- SOUZA, P. V. D. de.; AMARAL, A. L.; SILVA, R. P. Efeito de fungos micorrízicos arbusculares na aclimação do porta-enxerto 1103 Paulsen micropropagado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 9., 1999. Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: EMBRAPA-CNPV, 1999. p.135.
- SOUZA, P.V.D. de. Interação entre micorrizas arbusculares e ácido giberélico no desenvolvimento vegetativo de plantas de Citrange Carrizo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.5, p.783-787, set./out. 2000.
- ZAMBOLIN, L. Potencial dos fungos micorrízico-arbuscular no controle de fitopatógenos e implicações com a nutrição fosfatada. In.: Reunião Sobre Controle Biológico de Doenças de Plantas. 1991. Jaguariúna. **Anais...** Jaguariúna: EMBRAPA-CNPDA, 1991. p. 87-120.

EFEITO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO COM PASTAGENS SOBRE RENDIMENTO E FERTILIDADE DO SOLO SOB PLANTIO DIRETO

HENRIQUE PEREIRA DOS SANTOS¹, RENATO SERENA FONTANELI², SILVIO TULIO SPERA³ e GILBERTO OMAR TOMM⁴

RESUMO - Os atributos de solo relativos à fertilidade química e ao rendimento foram avaliados num Latossolo Vermelho Distrófico típico, em Passo Fundo, RS, oito anos após o estabelecimento (1993 a 2000) dos seguintes sistemas de produção: sistema I (trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja); sistema II (trigo/soja, pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho e aveia branca/soja); sistema III [pastagens perenes de estação fria (festuca + trevo branco + trevo vermelho + cornichão)]; sistema IV [pastagens perenes de estação quente (pensacola + aveia preta + azevém + trevo branco + trevo vermelho + cornichão)]; e sistema V (alfafa para feno), acrescentado como tratamento adicional, sendo repetido, em áreas contíguas ao experimento em 1994. Tratamentos foram distribuídos em blocos ao acaso com quatro repetições. Valores de Al trocável, de Ca + Mg trocáveis, de matéria orgânica, de P extraível e de K trocável diferiram entre os sistemas de produção. Os sistemas de produção elevaram o nível de matéria orgânica e o teor de K trocável, principalmente na camada de solo 0-5 cm. Os níveis de matéria orgânica e os teores de Al trocável, de P extraível e de K trocável diminuíram da camada 0-5 cm para a camada 15-20 cm, enquanto para os valores de pH e de Ca + Mg trocáveis ocorreu o contrário.

Palavras-chave: rotação de culturas, integração lavoura-pecuária, pastagem anual, pastagem perene.

EFFECT OF PRODUCTION SYSTEMS WITH FORAGES ON YIELD AND SOIL FERTILITY UNDER NO-TILLAGE

ABSTRACT - Soil fertility and yield was evaluated on a typical dystrophic Red Latosol (Typic Haplorthox) located in Passo Fundo, State of Rio Grande do Sul, Brazil, after eight years under mixed production systems (1993 to 2000). Five production systems were evaluated: system I (wheat/soybean, common vetch/corn, and white oat/soybean); system II (wheat/soybean, grazed black oat + grazed common vetch/corn, and white oat/soybean); system III [perennial cool season pastures (fescue + white clover + red clover + birdsfoot trefoil)]; system IV [perennial warm season pastures (bahiagrass + black oat + rye grass + white clover + red clover + birdsfoot trefoil)]; and system V (alfalfa as hay crop), which was established in replicated plots in an adjacent area in 1994. The treatments were arranged in a randomized complete block design, with four replications. Exchangeable Al, exchangeable Ca + Mg, organic matter, extractable P, and exchangeable K levels displayed differences among crop production systems, whereas the production systems raised the corresponding contents, chiefly in the 0-5 cm layer. Organic matter, exchangeable Al, extractable P, and exchangeable K levels decreased from the 0-5 cm soil layer to the 15-20 cm layer, while the opposite occurred with the pH and exchangeable Ca + Mg contents.

Key words: crop rotation, ley farming, annual pasture, perennial pasture.

¹ Engº Agrº, Dr., Embrapa - Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Embrapa Trigo), Caixa Postal 451, CEP 99001-970 Passo Fundo RS. Bolsista CNPq - PQ E-mail: hpsantos@cnpt.embrapa.br - Autor para correspondência.

² Engº Agrº, Ph.D., Embrapa Trigo e Professor Titular da UPF-FAMV. E-mail: renatof@cnpt.embrapa.br

³ Engº Agrº, M.Sc., Embrapa Trigo. E-mail: spera@cnpt.embrapa.br

⁴ Engº Agrº, Ph.D., Embrapa Trigo. E-mail: tomm@cnpt.embrapa.br

Recebido para publicação em 05-11-2002

INTRODUÇÃO

Poucos são os trabalhos, no Brasil, dedicados a avaliar aspectos agronômicos relacionados a sistemas de produção de grãos ou sistemas mistos (lavoura + pecuária). Além disso, existem relativamente poucas informações publicadas sobre comparações entre sistemas para produção de grãos com sistemas com pastagens perenes de estação fria ou de estação quente, e alfafa, quanto a fertilidade do solo.

Quando estuda-se somente sistemas de produção manejados sob plantio direto, na região sul do Brasil e em outros países, têm sido observados maiores valores para matéria orgânica e para teor de cálcio, de magnésio, de fósforo e de potássio na camada superficial do solo, em relação às camadas mais profundas (SÁ, 1993; DE MARIA et al., 1999; MATOWO et al., 1999; SANTOS e TOMM, 1999; SILVEIRA e STONE, 2001). Por outro lado, também na camada superficial, tem sido verificada acidificação do solo (ECKERT, 1991; PAIVA et al., 1996; SALET, 1994), com aumento dos teores de alumínio trocável e não trocável (SIDIRAS e PAVAN, 1985) e necessidade de recalagem.

Para sistemas de produção mistos que incluem combinação de pastagens perenes de gramíneas e de leguminosas, além de culturas anuais, têm sido relatados como mais eficientes na manutenção de níveis adequados de nutrientes (ANDREOLA et al., 2000). Nesse caso, as pastagens perenes atuam por períodos mais prolongados, permitindo que as gramíneas desenvolvam sistema radicular extenso e em constante renovação, e, ainda, os resíduos de leguminosas contribuem com nitrogênio, induzindo aumento na taxa de decomposição pela baixa relação C/N (CARPENEDO e MIELNICZUK, 1990). Essa reciclagem e incorporação de nutrientes poderão aumentar a produtividade das culturas em seqüência.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de sistemas de produção de grãos integrando pastagens anuais de inverno e pastagens perenes, sob plantio direto, após oito anos de cultivo, sobre parâmetros de fertilidade do solo, no Planalto Médio do RS.

MATERIAL E MÉTODOS

Experimento foi conduzido na Embrapa Trigo, município de Passo Fundo, RS, longitude 28° 15' S, latitude 52° 24' W e altitude 684 m, no período de 1993

a 2000, em Latossolo Vermelho Distrófico típico (STRECK et al., 2002) de textura muito argilosa e relevo suave ondulado. Os teores médios de argila, de silte e de areia na superfície são respectivamente: 720, 130 e 150 g kg⁻¹. As culturas componentes dos sistemas de produção que precederam o experimento foram soja, no verão, e cevada ou trigo, no inverno.

Os tratamentos consistiram de cinco sistemas: sistema I (trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja); sistema II (trigo/soja, aveia preta + ervilhaca/milho e aveia branca/soja); sistema III [pastagens perenes da estação fria (festuca + trevo branco + cornichão)]; sistema IV [pastagens perenes da estação quente (pensacola + aveia preta + azevém + trevo vermelho + cornichão)]; e sistema V (alfafa para feno), acrescentado como tratamento adicional, com repetições, em áreas contíguas ao experimento, em 1994 (Tabela 1). As culturas produtoras de grãos, tanto de inverno quanto de verão, bem como as pastagens anuais de inverno, foram estabelecidas sob plantio direto. As pastagens perenes de estação fria e de estação quente foram estabelecidas em associação com trigo em 1993. As pastagens anuais de inverno e as pastagens perenes foram pastejadas por animais mestiços de raças européias, duas e cinco vezes por ano, respectivamente.

Em abril de 1993, antes da semeadura das culturas de inverno, para instalação do experimento, o solo da camada 0-20 cm foi amostrado, e os resultados da análise foram: pH = 6,0; Al trocável = 0,5 mmol_c dm⁻³; Ca + Mg trocáveis = 102,8 mmol_c dm⁻³; matéria orgânica = 23,0 g kg⁻¹; P extraível = 5,3 mg kg⁻¹; e K trocável = 60 mg kg⁻¹. Três anos antes da instalação do experimento, foi efetuada calagem com calcário dolomítico, com base no método SMP (pH 6,0). A acidez do solo das parcelas destinadas a alfafa foi corrigida novamente com 6,0 t ha⁻¹ de calcário (PRNT 100 %), para elevar o pH para 6,5, aplicadas em duas vezes: metade antes da aração (arado de discos) e metade antecedendo a gradagem (grade de discos). Foram usados, de 1993 a 2000, como adubação de manutenção para as culturas de inverno, de 200 a 280 kg ha⁻¹ das fórmulas 5-20-20 e 5-25-25; para milho, de 250 a 280 kg ha⁻¹ da fórmula 5-25-25; e para soja, de 200 a 300 kg ha⁻¹ das fórmulas 0-20-20 e 0-25-25. Foram aplicados, de 1993 a 1997, para as pastagens perenes de estação fria e de estação quente, 200 kg ha⁻¹ das fórmulas 0-25-25 e 5-25-25; e para alfafa, de 1994 a 1996, de 110 a 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e de 240 a 260 kg ha⁻¹ de K₂O.

A adubação de manutenção foi baseada na média dos valores observados nas análises químicas da área experimental. Amostras de solo foram coletadas após cada três anos, depois da colheita das culturas de verão. Em maio de 2000, após a colheita das culturas de verão, foram coletadas amostras de solo compostas de duas subamostras por parcela, em cada uma das seguintes profundidades: 0-5 cm, 5-10 cm, 10-15 cm e 15-20 cm. As análises (pH em água, P extraível, K trocável, matéria orgânica, Al trocável e Ca + Mg trocáveis) seguiram o método descrito por TEDESCO et al. (1985).

O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso, com quatro repetições, sendo a área de cada parcela de 400 m². Os diversos sistemas de produção integrando pastagens anuais de inverno e pastagens perenes com produção de grãos foram comparados para cada parâmetro de fertilidade de solo numa determinada profundidade de amostragem. As profundidades de amostragem de solo foram comparadas em um mesmo sistema de produção. Todas as comparações foram realizadas por meio de contrastes com um grau de liberdade (STEEL e TORRIE, 1980). A significância dos contrastes foi dada pelo teste F, levando-se em conta o desdobramento dos graus de liberdade do erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Características químicas do solo - A seguir, são apresentados e discutidos dados sobre pH, Al, Ca + Mg trocáveis, matéria orgânica, P extraível e K trocável referentes à amostragem realizada em 2000, que representam o efeito acumulativo dos sistemas no período de 1993 a 2000 (oito anos), com exceção do sistema V, o qual foi estabelecido em 1994. Foram realizadas duas avaliações, uma preliminar em maio de 1998 e outra em maio de 2000. Na avaliação de 2000, o pH do solo (Tabela 2), em todas as camadas e em todos os sistemas de produção, apresentou valores menores do que o verificado nas camadas estudadas, após dois anos de cultivo (maio de 1998) sob plantio direto (SANTOS et al., 2001). Por outro lado, não foi observada diferença entre pH do solo, nos cinco sistemas estudados. Resultados semelhantes foram obtidos por SANTOS e TOMM (1999) com sistemas de rotação de culturas para trigo, durante cinco anos, sob sistema plantio direto, em Latossolo Bruno álico. Deve ser levado em conta que, nos quatro primeiros sistemas, havia sido

aplicado calcário há mais de oito anos, bem como no sistema V, em abril de 1994. Na avaliação de maio de 1998, este último sistema apresentou pH, na camada 0-5 cm, superior ao dos demais sistemas. Isso foi reflexo da aplicação de 6,0 t ha⁻¹ de calcário (PRNT 100 %), aproximadamente quatro anos antes.

Em todos os sistemas, houve perda gradual do efeito residual da calagem que foi realizada antes do estabelecimento deste experimento, e principalmente no sistema V. Nos quatro primeiros sistemas continua havendo acidificação da camada 0-5 cm, necessitando nova calagem após sete anos para o cultivo eficiente de leguminosas (CFSRS/SC, 1995). A acidificação nessa camada pode ser consequência da liberação de ácidos orgânicos pelas culturas em virtude do acúmulo de palha na superfície ou do uso de fertilizantes nitrogenados (PAIVA, et al., 1996; FRANCHINI et al., 2000). Em estudo conduzido por SANTOS e TOMM (1999), verificou-se que, após cinco anos de aplicação de calcário (11,7 t ha⁻¹), ainda não havia sido atingido o pH em nível desejado (5,0 a 6,0). Entretanto, para correção de acidez de Latossolos Brunos, em razão das características químicas, a demanda de calcário é maior que nos demais Latossolos (RESENDE et al., 1988). Portanto, essa quantidade de calcário pode ter sido insuficiente. Nos quatro primeiros sistemas de produção foram observadas diferenças em pH do solo entre determinadas profundidades de amostragem. Entretanto, no tratamento V, o pH não diferiu entre as profundidades, provavelmente devido ao revolvimento do solo. Do mesmo modo que na avaliação de 1998, o pH aumentou gradativamente, com o aumento da profundidade do solo (0-5 cm e 10-15 cm) nos diversos sistemas. SANTOS e TOMM (1996), estudando sistemas de rotação de culturas para trigo, em Latossolo Bruno álico, durante 4,5 anos, sob plantio direto, no Paraná, verificaram que o pH aumentou da camada 0-5 cm (4,8) para a camada 15-20 cm (5,2). Parte da resposta positiva das culturas à calagem pode ocorrer pelo aumento de absorção de N pelas plantas (EDMEADES et al., 1981). Por outro lado, a acidificação do solo tende a reduzir a atividade microbiana para decomposição dos materiais orgânicos, a liberação de nitrogênio mineral e a absorção de N, que, por sua vez, limita o crescimento de plantas. Porém, isso não foi verificado entre os sistemas de produção estudados, em virtude de acúmulo de material orgânico na superfície como decorrência do plantio direto.

O valor de Al trocável do solo (Tabela 2), na maioria das camadas e nos quatro primeiros sistemas de produção, sob plantio direto, foi mais elevado do que na avaliação de maio de 1998 (SANTOS et al., 2001). Com exceção da camada 0-5 cm de profundidade, nas demais camadas não foram verificadas diferenças no teor de Al trocável entre os sistemas de produção. Na profundidade 0-5 cm, os sistemas I, II, III e IV apresentaram valores de Al trocável do solo maior que o do sistema V. Nessa mesma camada, o sistema IV foi superior ao sistema III, para o teor de Al trocável. A neutralização do teor de Al trocável no tratamento V deveu-se à quantidade de calcário aplicada em abril de 1994. Em três dos cinco sistemas de produção, foram observadas diferenças no teor de Al trocável entre as profundidades do solo. Contudo, os sistemas II e V não diferiam entre as profundidades de amostragem para o valor de Al trocável. Nos sistemas I, III e IV, o teor de Al trocável do solo diminuiu da camada 0-5 cm para a camada 10-15 cm. SANTOS e TOMM (1996) obtiveram dados semelhantes somente para um sistema de rotação de culturas para trigo, durante 4,5 anos (trigo/soja: de $10,4 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ para $4,9 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$). Em ensaio conduzido por SIDIRAS e PAVAN (1985), com sistemas de rotação de culturas para trigo, sob plantio direto, também, no Paraná, os resultados foram inversos, ou seja, houve aumento dos valores de Al trocável da camada 0-10 cm ($2,0 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$) para a camada 10-20 cm ($4,0 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$).

Nesta avaliação, e principalmente nos quatro primeiros sistemas de produção, houve diminuição do pH e aumento do valor de Al trocável na camada 0-5 cm, em relação aos valores de maio de 1998, caracterizando acidificação nos primeiros centímetros do solo. Isso pode ser atribuído à aplicação de fertilizantes nitrogenados, nos dois primeiros sistemas de produção, e à mineralização de resíduos culturais na superfície do solo (SALET, 1994). Para os demais sistemas de produção estudados, essa explicação não é totalmente válida, já que não foi aplicado fertilizante nitrogenado e grande parte da massa vegetal foi consumida pelos animais, exceto pelo esterco dos animais. Além disso, deve ser observado que, os valores de Al trocável de solo mantiveram-se abaixo daqueles considerados prejudiciais.

Os teores médios de Ca + Mg trocáveis do solo (Tabela 2), em todas as camadas, são considerados elevados para crescimento e desenvolvimento de culturas tradicionais da região (CFSRS/SC, 1995).

Contudo, esses valores estiveram abaixo do observado dois anos antes, na camada 0-5 cm (SANTOS et al., 2001). A aplicação de calcário dolomítico, antes da instalação do experimento, forneceu quantidades de Ca e de Mg, suficientes para que os teores críticos desses elementos, exigidos pelas culturas (CFSRS/SC, 1995), fossem ultrapassados, em todas as camadas, superando os teores medidos antes do início do experimento.

Em todos os sistemas de produção houve diferenças quanto aos teores de Ca + Mg trocáveis do solo, na mesma profundidade. Somente os sistemas I e II não diferiram entre si para os teores de Ca + Mg trocáveis. Os sistemas I e II apresentaram menores teores de Ca + Mg do que os demais sistemas estudados. Isso pode ser devido a que, nesses sistemas, tais elementos químicos foram exportados para os grãos e retirados da lavoura mais intensamente do que nos sistemas III, IV e V, que contemplam somente pastagens perenes. O sistema V apresentou valores maiores de Ca + Mg trocáveis, em todas as camadas, em comparação aos demais sistemas estudados. Isso pode ser atribuído à aplicação de calcário, em 1994, no sistema V. Por sua vez, o sistema III foi superior aos sistemas II e IV quanto aos teores de Ca + Mg trocáveis. Da mesma forma, o sistema IV apresentou teores de Ca + Mg trocáveis mais elevados do que o do sistema II. SILVEIRA e STONE (2001), estudando sistemas de rotação de culturas, em Latossolo Vermelho Distrófico perférrico, durante cinco anos, observaram teores de Ca + Mg trocáveis mais elevados que os dos sistemas soja/trigo ($29,7 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$) e soja/trigo/soja/feijão/arroz/feijão ($27,2 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$). Entretanto, este último sistema foi igual a milho/feijão ($25,2 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$) e milho/feijão/milho/feijão/arroz/feijão ($25,3 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$), na camada 0-10 cm. Nas comparações em um mesmo sistema de rotação, foram observadas diferenças significativas para a maioria das profundidades de amostragem quanto aos teores de Ca + Mg trocáveis do solo. Nos sistemas III e IV os teores de Ca + Mg trocáveis aumentaram da camada 0-5 cm para a camada 15-20 cm. SANTOS e TOMM (1996), estudando nas mesmas profundidades, obtiveram dados semelhantes para os teores de Ca + Mg trocáveis (de $70,0$ para $85,9 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$). Por outro lado, FRANCHINI et al. (2000), em sistemas de rotação de culturas com soja, no estado do Paraná (de $90,0$ para $70,0 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$), e SILVEIRA e STONE (2001), em sistemas de rotação de culturas de culturas para arroz e feijão, no

estado de Goiás (de 25,4 para 24,8 mmol_c dm⁻³), observaram maiores teores de Ca + Mg trocáveis na camada 0-10 cm, em relação aos da camada 10-20 cm. Por sua vez, os sistemas I e II elevaram os teores de Ca + Mg trocáveis até a camada 10-15 cm. Esses resultados foram o inverso dos obtidos para pH e para Al trocável. O sistema V não diferiu entre as profundidades de amostragem para os teores de Ca + Mg trocáveis.

Nesta avaliação, o nível de matéria orgânica do solo (Tabela 3), em todas as camadas e sistemas de produção foi igual ou superior ao registrado dois anos antes (SANTOS et al., 2001). Na maioria dos estudos sobre plantio direto, tem sido observado acúmulo de matéria orgânica nas camadas próximas à superfície do solo. Por sua vez, esse acúmulo de matéria orgânica sob plantio direto aumenta a força iônica da solução de solo na camada superficial (SALET, 1994). Isso explica, em parte, a não ocorrência de toxicidade de alumínio, resultante de menor atividade iônica do alumínio trocável.

Nos sistemas de produção estudados, em algumas camadas de amostragem houve diferenças entre as médias para matéria orgânica do solo. Porém, o nível de matéria orgânica não diferiu entre os sistemas de produção, na camada 0-5 cm. O sistema V apresentou matéria orgânica do solo maior, em relação aos sistemas I, II, III e IV, nas camadas 5-10 cm, 10-15 cm e 15-20 cm. Na camada 5-10 cm, os sistemas III e IV foram superiores ao sistema II, para níveis de matéria orgânica. Nessa avaliação, não ficou evidente a diferença nos níveis de matéria orgânica entre os sistemas para produção de grãos, em comparação com os sistemas formados por pastagens perenes. DE MARIA et al. (1999), estudando sistemas rotação de culturas, em Latossolo Vermelho Distrófico perférrico, durante nove anos, observaram que o nível de matéria orgânica em soja (32-25 g kg⁻¹) e em milho em monocultura (31-27 g kg⁻¹) foi mais elevado do que na sucessão milho/soja (28-23 g kg⁻¹) ou na soja/milho (31-24 g kg⁻¹), nas camadas de 0-5 cm a 10-20 cm. Foram verificadas diferenças no nível de matéria orgânica entre determinadas profundidades do solo na maioria dos sistemas de produção. Em todos os sistemas houve redução progressiva da camada superficial para a camada mais profunda. Resultados semelhantes sobre variações entre níveis de matéria orgânica da camada 0-5 cm para a camada 15-20 cm foram verificados por SÁ (1993), de 53 para 35 g kg⁻¹, e por SANTOS e TOMM (1996), de

72-74 para 69-71 g kg⁻¹, em sistemas de rotação de culturas envolvendo trigo, sob plantio direto. A manutenção do nível de matéria orgânica em valores mais elevados na camada superficial do solo decorre do acúmulo de resíduos vegetais sobre a superfície do solo sob plantio direto, pela ausência de incorporação física através do revolvimento do solo, praticada no preparo convencional de solo, o que diminui a taxa de mineralização no sistema plantio direto. Resultados similares foram relatados por MUZILLI (1983) e por BAYER e MIELNICZUK (1997).

O teor de P extraível do solo na camada superficial (0-5 cm), em todos os sistemas, foi superior ao valor considerado crítico (9,0 mg.kg⁻¹), nesse tipo de solo, para crescimento e desenvolvimento de culturas tradicionais (CFSRS/SC, 1995) (Tabela 3). Na avaliação realizada, somente o teor de P extraível das camadas 0-5 cm e 10-15 cm, nos sistemas I e III aumentou, em relação ao teor medido em 1998 (SANTOS et al., 2001). Como tem sido observado, o plantio direto provoca alterações nas propriedades químicas, as quais, por sua vez, têm reflexos na dinâmica e na eficiência de uso de nutrientes pelas plantas (ECKERT, 1991; SÁ, 1992; PAIVA et al., 1996). A rotação de culturas tem importante papel na reciclagem de nutrientes, uma vez que as espécies vegetais diferem entre si no que se refere à quantidade e à qualidade de resíduos, à eficiência de absorção de íons e à exploração de nutrientes em profundidades no solo.

Houve diferenças entre sistemas de produção para teor de P extraível do solo apenas na camada 0-5 cm. O teor de P extraível do solo, nessa camada, foi maior no sistema II do que nos sistemas III, IV e V, em razão das maiores quantidades aplicadas de fertilizantes fosfatados. Nesses sistemas, as aplicações foram realizada uma vez por ano, enquanto nos sistemas I e II, duas vezes ao ano. DE MARIA et al. (1999), não encontraram diferença entre teor de P extraível em nenhum dos sistemas estudados. Os sistemas avaliados diferiram quanto ao teor de P extraível na maioria das profundidades. Em todos os sistemas, o valor de P extraível na camada 0-5 cm foi 3,2 a 5,5 vezes maior do que o teor registrado na camada 20-30 cm. Resultados semelhantes foram obtidos em outros estudos, em plantio direto, por SÁ (1993), de 87,8 para 6,4 mg kg⁻¹, por MATOWO et al. (1999), de 87,7 para 14,6 mg kg⁻¹, e por SANTOS e TOMM (1999), de 9,6 para 3,4 mg kg⁻¹. Segundo SIDIRAS e PAVAN (1985), o acúmulo de P extraível próximo à superfície do solo decorre de aplicações anuais de fer-

tilizantes fosfatados, da liberação de P durante a decomposição de resíduos vegetais e da menor fixação de P, em razão do menor contato desse elemento com os constituintes inorgânicos do solo, uma vez que não há incorporação de resíduos vegetais através do revolvimento de solo no plantio direto.

O teor de K trocável do solo observado na camada 0-5 cm (Tabela 3), em todos os sistemas, foi superior ao considerado crítico (80 mg kg^{-1}) para crescimento e desenvolvimento de culturas tradicionais (CFSRS/SC, 1995). Além disso, o teor de K trocável observado nos sistemas I, II e III, nas camadas de 0-5 cm a 10-15 cm, manteve-se acima do teor registrado na avaliação de 1998 (SANTOS et al., 2001).

O valor de K trocável do solo diferiu entre alguns sistemas de produção. O teor de K trocável, nas camadas 0-5 cm a 10-15 cm, foi mais elevado no sistema I do que nos sistemas III e IV. O sistema II foi superior aos sistemas III e IV, para trocável, em todas as camadas estudadas. Isso, da mesma forma, deve-se à adubação potássica, que nos sistemas I e II foi duas vezes por ano, e nos sistemas II e IV, somente uma vez ao ano. Na camada 0-5 cm, o sistema IV apresentou teor de K trocável maior do que o do sistema III. Na camada 5-10 cm ocorreu o inverso. SILVEIRA e STONE (2001), encontraram diferença somente na camada 10-20 cm, em que as rotações milho/feijão/milho/feijão/arroz/feijão (83 mg kg^{-1}), milho/feijão (79 mg kg^{-1}), arroz consorciado com calopogônio/feijão (76 mg kg^{-1}) e arroz/feijão (72 mg kg^{-1}) apresentaram teor de K trocável mais elevado. Contudo, estes dois últimos sistemas foram semelhantes a soja/feijão (64 mg kg^{-1}) e soja/trigo/soja/feijão/arroz/feijão (64 mg kg^{-1}). Foram verificadas diferenças significativas de K trocável entre todas as profundidades de solo de todos os sistemas de produção avaliados. Houve acúmulo de K trocável na camada próxima à superfície nos diferentes sistemas de rotação. O teor de K trocável, na camada 0-5 cm, foi de 3,0 a 3,8 vezes maior que a concentração verificada na camada 10-20 cm. Acúmulos semelhantes de K trocável, na camada 0-5 cm, em relação à camada 15-20 cm, em sistemas de rotação de culturas, sob PD, foram observados por DE MARIA et al. (1999), de 47 para 17 mg kg^{-1} , e por SANTOS e TOMM (1999), de 189 para 79 mg kg^{-1} .

Rendimento de grãos, matéria seca da ervilhaca e ganho de peso animal – Deve ser considerado que, no sistema I (trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja), havia somente culturas

produtoras de grãos, enquanto o sistema II (trigo/soja, pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho e aveia branca/soja) continha culturas produtoras de grãos mais pastagem anual de inverno e os sistemas III, IV e V foram compostos por pastagens perenes de estação fria, pastagens perenes de estação quente e alfafa, respectivamente (Tabelas 1 e 4). No ano de 2000, a alfafa foi ressemeada, devido a infestação de plantas daninhas perenes. No período de maio a outubro de 2000, não houve diferença significativa entre o ganho de peso animal da pastagem anual de inverno (413 kg ha^{-1}), das pastagens perenes de estação fria (481 kg ha^{-1}) e das pastagens perenes de estação quente (436 kg ha^{-1}). Na comparação das culturas de aveia branca (3.644 e 3.419 kg ha^{-1} - SANTOS e FONTANELI, 2003) e de trigo (2.270 e 2.271 kg ha^{-1} - FONTANELI e SANTOS, 2003), entre os sistemas I e II, respectivamente, não houve diferença significativa para rendimento de grãos. No período de novembro de 2000 a abril de 2001, as pastagens perenes de estação fria e perenes de estação quente, entraram em decadência, após oito anos de uso. Nesse período, o rendimento de grãos de milho, no sistema II ($10.282 \text{ kg ha}^{-1}$) foi superior ao do sistema I (8.926 kg ha^{-1} - FONTANELI et al., 2003). Para a cultura de soja, não houve diferença significativa entre os sistemas I (soja após aveia branca: 3.318 kg ha^{-1} e após trigo: 3.291 kg ha^{-1}) e II (soja após aveia branca: 3.256 kg ha^{-1} e trigo: 3.222 kg ha^{-1}) para rendimento de grãos (SANTOS et al., 2003).

CONCLUSÕES

Os valores de Al trocável, de cálcio + magnésio trocáveis, de matéria orgânica, de P extraível e de K trocável do solo diferiram entre os sistemas de produção estudados.

Os sistemas de produção favoreceram elevação do nível de matéria orgânica e o teor de K trocável, principalmente na camada de solo de 0-5 cm.

Os níveis de matéria orgânica e os teores de Al trocável, P extraível e de K trocável diminuíram progressivamente da camada 0-5 cm para a camada 15-20 cm, enquanto para os valores de pH e de Ca + Mg ocorreu o contrário.

Os rendimentos não foram afetados pelos sistemas de produção estudados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDREOLA, F.; COSTA, L.M.; OLSZEWSKI, N. Influência da cobertura vegetal de inverno e da adubação orgânica e ou mineral sobre as propriedades físicas de uma Terra Roxa Estruturada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, n.4, p.857-865, 2000.
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Nitrogênio total de um solo submetido a diferentes métodos de preparo e sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.21, n.2, p.235-239, 1997.
- CARPENEDO, V.; MIELNICZUK, J. Estado de agregação e qualidade de agregados de latossolos roxos submetidos a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.14, n.1, p.99-105, 1990.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO – CFSRR/SC. **Recomendações de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 3.ed. Passo Fundo: Sociedade Brasileira de Ciência do solo – Núcleo Regional Sul, 1995. 224 p.
- DE MARIA, I.C.; NNABUDE, P.C.; CASTRO, O.M. Long-term tillage and crop rotation effects on soil chemical properties of a Rhodic Ferralsol in southern Brazil. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v.51, n.1, p.71-79, 1999.
- ECKERT, D.J. Chemical attributes of soils subjected to no-till cropping with rye cover crops. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.55, n.2, p.405-409, 1991.
- EDMEADES, D.C.; JUDO, M.; SARATHCHANDRA, S.U. The effect of lime on nitrogen mineralization as measured by grass growth. **Plant and Soil**, The Hague, v.60, n.2, p.177-186, 1981.
- FONTANELI, R.S.; SANTOS, H. P. dos. Efeito de pastagens perenes no rendimento de grãos de trigo, sob plantio direto. In: CONGRESSO MUNDIAL SOBRE AGRICULTURA CONSERVACIONISTA, 2., 2003. **Produzindo em harmonia com a natureza**: resumos expandidos e poster. Fóz do Iguaçu: Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha; Confederación de Asociaciones Americanas para la Agricultura Sustentavel, 2003. v. 2, p. 194-196.
- FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P. dos; SPERA, S. T. Rendimento de grãos de milho em sistemas de produção de grãos e de pastagens anuais de inverno e perenes, sob plantio direto. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 48.; REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO, 31., 2003, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: EMATER-RS: FEPAGRO, 2003. 4 p. 1 CD-ROM. Cultura do milho - Trabalho 38.
- FRANCHINI, J.C.; BORKERT, C.M.; FERREIRA, M.M.; GAUDÊNCIO, C.A. Alterações na fertilidade do solo em sistemas de rotação de culturas em semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, n.2, p.459-467, 2000.
- MATOWO, P.R.; PIERZYNSKI, G.M.; WHITNEY, D.; LAMOND, R.E. Soil chemical properties as influenced by tillage and nitrogen source, placement, and rates after 10 years of continuous sorghum. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v.50, n.1, p.11-19, 1999.
- MUZILLI, O. Influência do sistema de 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.
- PAIVA, P.J.R.; VALE, F.R.; FURTINI NETO, A.E.; FAQUIN, V. Acidificação de um latossolo roxo do estado do Paraná sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.20, n.1, p.71-75, 1996.
- RESENDE, M.; CURI, N.; SANTANA, D.P. **Pedologia e fertilidade do solo: interações e implicações**. Brasília: MEC; Lavras, ESAL; Piracicaba: POTAFOS, 1988. 81p.
- SÁ, J.C.M. Manejo da fertilidade do solo no sistema plantio direto. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. **Plantio direto no Brasil**. Passo Fundo, 1993. p.37-60.
- SALET, R.L. **Dinâmica de íons na solução de um solo submetido ao sistema plantio direto**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande Sul, 1994. 111p. (Dissertação). Mestrado em Agronomia, área de Concentração Solos, Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- SANTOS, H.P. dos; FONTANELI, R.S. Rendimento de grãos de aveia branca em sistemas de produção envolvendo pastagens anuais e perenes, sob plantio direto. **Revista Científica Rural**, Bagé, v.8, n.1, p.123-128, 2003.
- SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R.S.; SPERA, S.T. Efeito de pastagens anuais e perenes no rendimento de grãos de soja, sob plantio direto. In: CONGRESSO MUNDIAL SOBRE AGRICULTURA CONSERVACIONISTA, 2., 2003. **Produzindo em harmonia com a natureza**: resumos expandidos e poster. Fóz do Iguaçu: Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha; Confederación de Asociaciones Americanas para la Agricultura Sustentavel, 2003. v. 2, p. 201-203.
- SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S.; TOMM, G.O. Efeito de sistemas de produção de grãos e de pastagens sob plantio direto sobre o nível de fertilidade do solo após cinco anos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.3, p.645-653, 2001.
- SANTOS, H.P.; TOMM, G.O. Estudos da fertilidade do solo sob quatro sistemas de rotação de culturas envolvendo trigo em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.20, n.3, p.407-414, 1996.
- SANTOS, H.P.; TOMM, G.O. Rotação de culturas para trigo, após quatro anos: efeitos na fertilidade do solo em plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.29, n.2, p.259-265, 1999.
- SIDIRAS, N.; PAVAN, M.A. Influência do sistema de manejo do solo no seu nível de fertilidade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.9, n.2, p.249-254, 1985.
- SILVEIRA, P.M.; STONE, L.F. Teores de nutrientes e de matéria orgânica afetados pela rotação de culturas e sistemas de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.2, p.387-394, 2001.
- STEEL, G.D.; TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistic: a biometrical approach**. 2.ed. New York: McGraw-Hill, 1980. 633p.
- STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P.C. do; SCHNEIDER, P. **Solos do**

Tabela 1. Sistemas de produção grãos integrados com pastagens anuais de inverno, perenes de estação fria e perenes de estação quente, em plantio direto. Passo Fundo, RS

Sistema de Produção	Ano							
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Sistema I (somente produção de grãos)	T/S	E/M	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S	E/M
	E/M	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S
	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S
Sistema II (pastagem anual de inverno)	T/S	Ap+E/M	Ab/S	T/S	Ap+E/M	Ab/S	T/S	Ap+E/M
	Ap+E/M	Ab/S	T/S	Ap+E/M	Ab/S	T/S	Ap+E/M	Ab/S
	Ab/S	T/S	Ap+E/M	Ab/S	T/S	Ap+E/M	Ab/S	T/S
Sistema III (pastagem perene de inverno, depois produção de grãos)	T/PPF	PPF	PPF	PPF/S	E/M	Ab/S	T/S	E/M
	T/PPF	PPF	PPF	PPF/M	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S
	T/PPF	PPF	PPF	PPF/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S
Sistema IV (pastagem perene de verão, depois produção de grãos)	T/PPQ	PPQ	PPQ	PPQ/S	E/M	Ab/S	T/S	E/M
	T/PPQ	PPQ	PPQ	PPQ/M	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S
	T/PPQ	PPQ	PPQ	PPQ/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S
Alfafa (feno, depois produção de grãos)		Al	Al	Al/S	E/M	Ab/S	T/S	E/M
		Al	Al	Al/M	Ab/S	T/S	E/M	Ab/S
		Al	Al	Al/S	T/S	E/M	Ab/S	T/S

Ab: aveia branca; Ap: aveia preta; Al: alfafa; E: ervilhaca; M: milho; PPF: pastagem perene de estação fria (festuca + cornichão + trevo branco + trevo vermelho); PPQ: pastagem perene de estação quente (pensacola + cornichão + trevo branco + trevo vermelho + aveia preta + azevém); S: soja; e T: trigo.

EFEITO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO COM PASTAGENS SOBRE RENDIMENTO E FERTILIDADE DO SOLO
SOB PLANTIO DIRETO

Tabela 2. Valores médios de pH em água, de alumínio trocável e de cálcio + magnésio trocáveis, avaliados após as culturas de verão de 2000, em quatro camadas de solo e para diferentes sistemas de produção.

Sistema de rotação	Profundidade (cm)									
	0-5	5-10	10-15	15-20	0-5 x 5-10	0-5 x 10-15	0-5 x 15-20	5-10 x 10-15	5-10 x 15-20	10-15 x 15-20
----- pH (água 1:1) -----					----- Contrastes entre profundidades (P > F) -----					
I	5,52	5,71	6,21	6,09	ns	**	**	**	*	ns
II	5,54	5,89	6,18	6,03	*	**	**	ns	ns	ns
III	5,65	6,05	6,58	6,50	*	**	**	ns	ns	ns
IV	5,55	6,03	6,33	6,18	**	**	**	**	**	ns
V	6,10	6,38	6,55	6,50	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Contrastes entre sistemas										
I x II	ns	ns	ns	ns						
I x III	ns	ns	ns	ns						
I x IV	ns	ns	ns	ns						
I x V	ns	ns	ns	ns						
II x III	ns	ns	ns	ns						
II x IV	ns	ns	ns	ns						
II x V	ns	ns	ns	ns						
III x IV	ns	ns	ns	ns						
III x V	ns	ns	ns	ns						
IV x V	ns	ns	ns	ns						
----- Al (mmol _c dm ⁻³) -----					----- Contrastes entre profundidades (P > F) -----					
I	1,78	1,36	0,36	0,52	ns	*	*	ns	ns	ns
II	1,51	0,83	0,40	0,92	ns	ns	ns	ns	ns	ns
III	1,08	0,00	0,00	0,10	**	**	**	ns	ns	ns
IV	1,68	0,25	0,13	0,00	*	*	*	ns	ns	ns
V	0,00	0,00	0,00	0,48	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Contrastes entre sistemas										
I x II	ns	ns	ns	ns						
I x III	ns	ns	ns	ns						
I x IV	ns	ns	ns	ns						
I x V	*	ns	ns	ns						
II x III	ns	ns	ns	ns						
II x IV	ns	ns	ns	ns						
II x V	*	ns	ns	ns						
III x IV	*	ns	ns	ns						
III x V	**	ns	ns	ns						
IV x V	**	ns	ns	ns						
-- Ca + Mg (mmol _c dm ⁻³) --					----- Contrastes entre profundidades (P > F) -----					
I	62	70	78	77	ns	**	*	ns	ns	ns
II	56	71	75	74	**	**	**	ns	ns	ns
III	89	100	103	105	**	**	**	ns	ns	ns
IV	86	99	99	100	**	**	**	ns	ns	ns
V	104	111	111	108	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Contrastes entre sistemas										
I x II	ns	ns	ns	ns						
I x III	**	**	*	**						
I x IV	**	**	**	**						
I x V	**	**	**	**						
II x III	**	**	**	**						
II x IV	**	**	**	**						
II x V	**	**	**	**						
III x IV	**	**	**	**						
III x V	**	**	**	**						
IV x V	**	**	**	**						

ns = não significativo; * = nível de significância de 5 %; ** = nível de significância de 1 %. I: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja; II: trigo/soja, pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho e aveia branca/soja; III: pastagem de festuca + trevo branco + cornichão; IV: pastagem de pensacola + aveia preta + azevém + trevo vermelho + cornichão; e V: alfafa para feno.

Tabela 3. Valores médios de matéria orgânica, de fósforo extraível e de potássio trocável, avaliados após as culturas de verão de 2000, em quatro camadas de solo e para diferentes sistemas de produção.

Sistema de rotação	Profundidade (cm)									
	0-5	5-10	10-15	15-20	0-5 x 5-10	0-5 x 10-15	0-5 x 15-20	5-10 x 10-15	5-10 x 15-20	10-15 x 15-20
-- Matéria orgânica (g kg ⁻¹) -					----- Contrastes entre profundidades (P > F) -----					
I	33,6	28,8	25,4	23,9	**	**	**	**	**	ns
II	33,3	26,7	23,8	24,0	**	**	**	*	*	ns
III	37,0	30,8	25,8	27,3	**	**	**	**	**	ns
IV	37,3	30,8	26,0	26,8	**	**	**	**	*	ns
V	33,0	35,5	30,8	29,8	ns	ns	*	**	**	ns
Contrastes entre sistemas										
I x II	ns	ns	ns	ns						
I x III	ns	ns	ns	ns						
I x IV	ns	ns	ns	ns						
I x V	ns	**	**	**						
II x III	ns	*	ns	ns						
II x IV	ns	*	ns	ns						
II x V	ns	**	**	**						
III x IV	ns	ns	ns	ns						
III x V	ns	*	**	**						
IV x V	ns	*	**	**						
----- P (mg kg ⁻¹) -----					----- Contrastes entre profundidades (P > F) -----					
I	18,4	12,3	5,7	3,5	**	**	**	**	**	ns
II	21,3	11,5	5,4	3,9	**	**	**	**	**	ns
III	13,0	5,7	4,4	4,1	**	**	**	ns	ns	ns
IV	17,5	6,3	3,6	2,8	**	**	**	ns	ns	ns
V	13,3	0,8	5,7	3,8	ns	**	**	*	**	ns
Contrastes entre sistemas										
I x II	ns	ns	ns	ns						
I x III	ns	ns	ns	ns						
I x IV	ns	ns	ns	ns						
I x V	ns	ns	ns	ns						
II x III	*	ns	ns	ns						
II x IV	*	ns	ns	ns						
II x V	*	ns	ns	ns						
III x IV	ns	ns	ns	ns						
III x V	ns	ns	ns	ns						
IV x V	ns	ns	ns	ns						
----- K (mg kg ⁻¹) -----					----- Contrastes entre profundidades (P > F) -----					
I	194	116	74	51	**	**	**	**	**	ns
II	174	109	74	55	**	**	**	**	**	ns
III	69	48	32	23	*	**	**	ns	ns	ns
IV	89	44	26	26	**	**	**	**	**	ns
V	148	89	58	26	**	**	**	**	**	*
Contrastes entre sistemas										
I x II	ns	ns	ns	ns						
I x III	**	**	**	ns						
I x IV	**	**	*	ns						
I x V	ns	ns	ns	ns						
II x III	**	**	**	*						
II x IV	**	**	*	*						
II x V	ns	ns	ns	*						
III x IV	**	*	ns	ns						
III x V	ns	ns	ns	ns						
IV x V	ns	ns	ns	ns						

ns = não significativo; * = nível de significância de 5 %; ** = nível de significância de 1 %. I: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja; II: trigo/soja, pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho e aveia branca/soja; III: pastagem de festuca + trevo branco + cornichão; IV: pastagem de pensacola + aveia preta + azevém + trevo vermelho + cornichão; e V: alfafa para feno.

Tabela 4. Rendimento de grãos de espécies de inverno e de verão, matéria seca da ervilhaca e ganho de peso animal para diferentes sistemas produção, 1993 a 2000

	Anos									
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000		
Sistema I (somente produção de grãos)										
T	S	E	M	S	E	Ab	S	T	S	E
975	2.370	2.370	7.625	1.371	2.232	5.800 ⁵	7.240	1.899	3.811	5.020 ⁵
E	M	Ab	S	T	Ab	S	7	T	E	Ab
1	4.238	597	2.631	2.745	5.264	2.420	3.180	2.229	4.840 ⁵	6.731
Ab	S	T	S	E	T	S	S	E	Ab	S
1.166	2.263	992	2.698	1	2.047	6	2.974	4.840 ⁵	2.946	3.219
Sistema II (pastagem anual de inverno)										
T	S	Ap + E	M	Ab	Ap + E	Ab	S	T	S	Ap + E
1.132	2.750	203 ²	7.809	1.513	338 ²	6.796	1.837	4.028	3.080	413 ²
Ap + E	M	Ab	S	T	Ab	S	S	Ap + E	M	Ab
170 ²	4.450	513	2.608	2.462	5.668	3.256	2.520	129 ²	6.096	3.419
Ab	S	T	S	Ap + E	T	S	Ap + E	Ab	S	T
1.333	2.288	947	2.703	285 ²	2.137	2.956	222 ²	2.442	3.296	2.271
Sistema III (pastagem perene de inverno)										
2	223 ²	464 ²	417 ²	248 ²	296 ²	370 ²	401 ²	252 ²	8	481
Sistema IV (pastagem perene de verão)										
2	118 ²	191 ²	377 ²	433 ²	432 ²	328 ²	546 ²	416 ²	283 ²	436
Alfafa (feno)										
4	192 ²	698 ²	411 ²	649 ²	462 ²	369 ²	515 ²	532 ²	7	8

Ab: aveia branca; Ap: aveia preta; Al: alfafa; E: ervilhaca; M: milho; PPF: pastagem perene de estação fria (festa + cornichão + trevo branco + trevo vermelho); PPQ: pastagem perene de estação quente (pensacola + cornichão + trevo branco + trevo vermelho + aveia preta + azevém); S: soja; e T: trigo.

¹ A ervilhaca não foi avaliada neste ano; ² Ganho de peso animal; ³ As pastagens perenes estavam sendo estabelecidas; ⁴ A alfafa foi estabelecida a partir de 1994; ⁵ Quantidade de matéria seca de ervilhaca; ⁶ O trigo não foi colhido, devido ao ataque de giberela; ⁷ A soja não foi colhida, devido a estiagem; e ⁸ As pastagens entraram em decadência.

CONVERSÃO E BALANÇO ENERGÉTICO DE SISTEMAS DE MANEJO DE SOLO E DE ROTAÇÃO DE CULTURAS

HENRIQUE PEREIRA DOS SANTOS¹, JOÃO CARLOS IGNACZAK², JULIO CESAR BARRENECHE LHAMBY³ e CRISTIANO DO CARMO⁴

RESUMO - Foi conduzido, de 1986 a 1995, em Passo Fundo, RS, um experimento constituído de quatro sistemas de manejo de solo — 1) plantio direto, 2) cultivo mínimo, 3) preparo convencional de solo com arado de discos e 4) preparo convencional de solo com arado de aivecas — e 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). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com parcelas subdivididas e três repetições. A parcela principal foi constituída pelos sistemas de manejo de solo, e as subparcelas, pelos sistemas de rotação de culturas. Neste trabalho, apresentam-se a conversão energética (energia produzida/energia consumida) e o balanço energético (energia produzida - energia consumida) no período de 10 anos. Para conversão e balanço energético, o plantio direto (6,38 e 16.252 Mcal/ha) e o cultivo mínimo (6,53 e 16.434 Mcal/ha) apresentaram os maiores índices, enquanto o preparo convencional de solo com arado de discos situou-se em posição intermediária (6,27 e 17.578 Mcal/ha) e o preparo convencional de solo com arado de aivecas teve o menor índice (6,06 e 14.987 Mcal/ha), respectivamente. A rotação de culturas para trigo foi mais eficiente energeticamente do que a monocultura desse cereal. O milho apresentou maior eficiência energética.

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

ENERGY CONVERSION AND BALANCE OF SOIL TILLAGE SYSTEMS AND DIFFERENT WINTER CROPS

ABSTRACT - From 1986 to 1995, in Passo Fundo, RS, Brazil, the effects of soil tillage systems and crop rotation were assessed. Four soil tillage systems — 1) no-tillage, 2) minimum tillage, 3) conventional tillage using disk plow, and 4) conventional tillage using moldboard plow — 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 design of blocks at random with split-plots and three replications was used. The main plot was formed by the soil tillage systems, while the split-plots consisted of the crop rotation systems. Energy conversion (energy produced/energy consumed) and balance (energy produced - energy consumed) during a ten-year period is presented in this paper. For energy conversion and balance, no-tillage (6.38 e 16,252 Mcal/ha) and minimum tillage (6.53 e 16,434 Mcal/ha) presented the higher rates, while conventional tillage using disk plow remained in an intermediate position (6.27 e 17,578 Mcal/ha) and tillage using moldboard showed the lowest rate (6.06 e 14,987 Mcal/ha), respectively. The crop rotation for wheat was more efficient in energy than the monoculture of this cereal. Corn presented the higher efficient in energy.

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

¹ Bolsista CNPq-PQ, Eng. Agr., Dr., Embrapa Trigo, Caixa Postal 451, 99001-970, Passo Fundo, RS, Brasil, hpsantos@cnpt.embrapa.br

² Eng. Agr., M.Sc., Embrapa Trigo.

³ Eng. Agr., Dr., Embrapa Trigo

⁴ Bolsista CNPq-IC, Eng. Agr., Tomaz Gonzaga 461, 99020-170, Passo Fundo, RS, Brasil.
Recebido para publicação em 23-07-2002

INTRODUÇÃO

Em propriedade agrícola gasta-se energia desde o estabelecimento até a secagem das espécies em cultivo. Dependendo das tecnologias usadas, poder-se-á estar colocando mais energia do que a retirada via rendimento de grãos ou pastejo por animais. Se a energia produzida for menor do que a energia consumida, o balanço energético será negativo (QUESADA e BEBER, 1990).

A produção de cereais e de oleaginosas para consumo humano, em vários locais, como Alemanha, Brasil, Canadá, Estados Unidos da América, França e Inglaterra depende de elevado consumo de energia (WHITE, 1975; PIMENTEL, 1980). Segundo WILSON e BRIGSTOCKE (1980), a produção dessas espécies na região de clima tropical pode ocorrer com menor consumo de energia, em decorrência da elevada luminosidade.

Nem toda a tecnologia usada em propriedade agrícola mostra-se eficiente energeticamente. No trabalho desenvolvido por QUESADA et al. (1987), houve espécies que tiveram balanço energético negativo. Isso também foi verificado no trabalho realizado por ZENTNER et al. (1984) com sistemas de rotação de culturas envolvendo trigo, em que havia somente uma cultura por ciclo.

No Brasil, existem poucos estudos relacionando a conversão e o balanço energético entre espécies. Além disso, muitos desses trabalhos relataram essa relação em culturas isoladamente (QUESADA et al., 1987; QUESADA e BEBER, 1990; MONEGAT, 1998). Há também poucos trabalhos relativos à conversão e ao balanço energético em sistemas de produção de grãos usando rotação de culturas (SANTOS et al., 2000a; 2001).

Em sistemas mistos (lavoura + pecuária), sob plantio direto, SANTOS et al. (2000a) verificaram diferenças significativas entre os sistemas de produção de grãos para os índices de conversão e de balanço energético. Neste trabalho, os sistemas II (trigo/soja e aveia preta + ervilhaca pastejada/milho) e III (trigo/soja, aveia preta + ervilhaca/soja e aveia preta + ervilhaca/milho) foram mais eficientes energeticamente do que os sistemas I (trigo/soja, aveia preta pastejada/soja e aveia preta pastejada/soja) e IV (trigo/soja, aveia branca/soja e aveia branca/soja). SANTOS et al. (2001) em sistemas de rotação de culturas envolvendo a cultura de trigo, sob preparo convencional de solo, e

sob plantio direto no verão, não encontraram diferenças significativas entre essas variáveis.

Relacionado ao consumo de energia com sistemas de manejo de solo, existem relativamente poucos trabalhos (REGO, 1993; HERNÁZ et al., 1995; BORIN, et al., 1997; MONEGAT, 1998). Com sistemas de manejo de solo e rotação de culturas envolvendo a cultura de trigo, até ao presente momento não foi realizado nenhum trabalho.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de sistemas de manejo de solo e de sistemas de produção de grãos usando rotação de culturas na conversão energética e no balanço energético, na região de Passo Fundo, RS.

MATERIAL E MÉTODOS

No presente trabalho foram usados dados de rendimento de grãos obtidos em experimento de sistemas de manejo de solo, incluindo a cultura de trigo, instalado na Embrapa Trigo, no município de Passo Fundo, RS, de 1986 a 1995, em solo classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico.

Os tratamentos consistiram em quatro sistemas de manejo de solo – 1) plantio direto, 2) preparo de solo com implemento cultivo mínimo marca 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 três sistemas de rotação de culturas sistema I (trigo/soja), sistema II [trigo/soja e ervilhaca/milho (de 1986 a 1993) ou sorgo (de 1994 a 1996)] e sistema III [trigo/soja, aveia preta (de 1986 a 1989) ou aveia branca (de 1990 a 1996)/soja e ervilhaca/milho (de 1986 a 1993) ou ervilhaca/sorgo (de 1994 a 1996)].

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com parcelas subdivididas e três repetições. A parcela principal (4 m de largura por 90 m de comprimento) foi constituída pelos sistemas de manejo de solo, e as subparcelas (4 m de largura por 10 m de comprimento), pelas culturas componentes das rotações de culturas.

Em novembro de 1985, antes da instalação do experimento, foram efetuadas descompactação e correção com calcário da área experimental de acordo com os resultados da análise de solo. As amostragens de solo, para determinação dos níveis de nutrientes e do teor de matéria orgânica, foram

realizadas em todas as parcelas, após a colheita das culturas de inverno e de verão.

A semeadura, o controle de plantas daninhas e os tratamentos fitossanitários foram realizados para cada cultura, conforme a recomendação, e a colheita das culturas produtoras de grãos foi realizada com colhedora especial para parcelas experimentais. O rendimento de grãos de aveia branca, milho, soja e trigo foi corrigido para umidade de 13 %.

Na quantificação dos dados agroenergéticos das culturas utilizou-se as matrizes de produção a partir das quais procedeu-se as transformações para contabilizar as energias produzidas e consumidas no processo. Para os cálculos dos diversos índices envolvendo sistemas, rendimento de grãos, matéria seca, quantidade de N na matéria seca e operações de campo, foram empregados dados e orientações gerados por PIMENTEL (1980), ZENTNER et al. (1984), EMBRAPA (1991), FREITAS et al. (1994), MONEGAT (1998) e SANTOS et al. (2001). No caso aveia preta e ervilhaca, de 1989 a 1993, considerou-se como rendimento a contribuição ao solo de 90 kg ha^{-1} de N = 90 kg/ha (DERPSCH e CALEGARI, 1992), e na ervilhaca semeada de 1994 a 1995 levou-se em conta o percentual de nitrogênio da matéria seca. Os dados foram transformados em Mcal ($\text{kcal} \times 1.000$).

Como energia produzida ou receita energética (Mcal/ha), considerou-se a transformação do rendimento de grãos ou da quantidade de N na matéria seca em energia. Como energia consumida ou energia cultural (Mcal/ha), considerou-se a soma dos coeficientes energéticos equivalentes aos corretivos, aos fertilizantes, às sementes, aos fungicidas, aos herbicidas e aos inseticidas usados em cada sistema, bem como a energia consumida pelas operações de preparo de solo (aração e gradeação), de cultivo mínimo, de semeadura, de adubação, de aplicação de produtos, de adubação nitrogenada e de colheita. A conversão energética de sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas resulta da divisão da energia produzida pela consumida, em cada sistema ou rotação. O balanço energético de sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas resulta da diferença entre a energia produzida e a consumida, em cada sistema ou rotação.

A análise estatística consistiu na análise de variância da conversão energética e do balanço

energético, dentro de cada ano (inverno + verão) e na média conjunta dos anos, nos períodos de 1986 a 1995. Na análise da variância, consideraram-se as energias produzida e consumida pelas culturas componentes dos sistemas de manejo do solo e de rotação de culturas estudados. Nas análises conjuntas, considerou-se o efeito tratamento como fixo, e o efeito do ano, como aleatório. Devido ao número balanceado de parcelas nos sistemas de manejo de solo, as diferenças entre as médias de tratamentos foram avaliadas pelo teste de Duncan, ao nível de 5 %. Devido ao número de parcelas diferentes por rotação de culturas, a avaliação, em todas as análises, foi realizada pelo teste F, usando-se contrastes que incluem os diferentes tratamentos dos sistemas envolvidos em cada comparação. Essa metodologia de contrastes compara os sistemas dois a dois, em uma unidade de base homogênea.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos anos de 1986/87, 1989/90, 1990/91 e 1992/93, não houve diferenças significativas entre os sistemas de manejo de solo para conversão energética (Tabela 1). No ano de 1987/88, o plantio direto, o cultivo mínimo e o preparo convencional de solo com arado de aivecas apresentaram os valores mais elevados para conversão energética. Entretanto, os dois últimos tratamentos foram semelhantes estatisticamente ao preparo de convencional de solo com arado de discos. No ano de 1988/89, o cultivo mínimo, o plantio direto e o preparo convencional de solo com arado de discos foram superiores ao preparo convencional de solo com arado de aivecas, para conversão energética. No ano de 1991/92, o preparo convencional de solo com arado de discos e o cultivo mínimo mostraram os maiores índices de conversão energética. Todavia, o último tratamento foi estatisticamente equivalente ao plantio direto e ao preparo convencional de solo com arado de aivecas. No ano de 1993/94, o cultivo mínimo e o plantio direto manifestaram índices mais elevados para conversão energética. Contudo, este último tratamento foi estatisticamente semelhante ao preparo convencional de solo com arado de discos. No ano de 1994/95, o cultivo mínimo foi superior aos demais sistemas de manejo de solo, para conversão energética. No ano de 1995/96, o cultivo mínimo e o plantio direto foram superiores ao preparo convencional de solo com arado

de discos e com arado de aivecas.

Na média conjunta dos anos (1986/87 a 1995/96), houve diferenças significativas entre os índices de conversão energética, em função dos sistemas de manejo de solo (Tabela 1). O cultivo mínimo e o plantio direto apresentaram conversão energética superior à do preparo convencional de solo com arado de aivecas. O preparo convencional de solo com arado de discos mostrou índice de conversão energética intermediária, não se diferenciando dos outros três sistemas de manejo de solo. Resultados semelhantes foram obtidos por REGO (1993). A maior conversão energética dos sistemas conservacionistas de manejo de solo, em relação aos sistemas de preparo convencionais de solo, pode ser explicada, em parte, pela redução das demandas energéticas propiciadas pela diminuição no número de operações agrícolas (ZENTNER et al., 1991; BURT et al., 1994; HERNÁNZ et al., 1995; BORIN et al., 1997). Além disso, os sistemas de manejo de solo influíram no aumento rendimento de grãos das culturas. No decorrer dos anos estudados, aveia branca (2.818 kg/ha), milho (5.955 kg/ha), sorgo (6.109 kg/ha) e trigo (2.504 kg/ha) tiveram menor rendimento de grãos (SANTOS et al., 2000b) sob preparo convencional de solo com arado de aivecas do que sob plantio direto e sob cultivo mínimo (aveia branca: 3.110 e 3.121 kg/ha; milho: 6.921 e 6.879 kg/ha; sorgo: 6.992 e 6.958 kg/ha; e trigo: 2.798 e 2.729 kg/ha, respectivamente).

Em todos os anos estudados e na média conjunta dos anos, houve diferenças significativas entre a conversão energética dos diferentes sistemas de rotação de culturas (Tabela 2). O valor mais elevado, na maioria dos anos, no tocante à conversão energética, manifestou-se no sistema II (trigo/soja e ervilhaca/milho), em comparação com os sistemas I (trigo/soja) e III (trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho).

Na média conjunta dos anos, os sistemas II e III foram superiores ao sistema I para o índice de conversão energética (Tabela 2). Isso, pode ser devido, em parte, a cultura de milho que mostrou maior conversão energética do que a soja e as espécies de inverno estudadas. Por sua vez, o sistema II foi superior ao sistema III para conversão energética. Portanto, a rotação de culturas (sistemas II e III) foi mais eficiente na conversão de energia, em relação à monocultura trigo/soja (sis-

tema I), e o melhor sistema foi o sistema II. Resultados similares foram obtidos por SANTOS e REIS (1995). De acordo com PELLIZZI (1992), o cultivo de cereais em monocultura tende a gastar de 1 a 3 % mais energia do que em rotação de culturas devido ao ataque de doenças.

ZENTNER et al. (1984), trabalhando com 12 sistemas de rotação de culturas para trigo, durante 12 anos, observaram que os sistemas com um inverno sem trigo (0,93) e com dois invernos sem trigo (0,97) mostram índice de conversão energética maior do que a monocultura desse cereal (0,68). Nesses estudos não foram semeadas culturas no verão e por esse motivo a conversão energética foi bem inferior aos verificados no presente estudo.

SANTOS et al. (2000a), trabalhando com sistemas mistos (integração lavoura + pecuária), durante seis anos, sob sistema plantio direto, verificaram que os sistemas trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho (5,78) e trigo/soja, pastagem de aveia preta + ervilhaca/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho (5,44) apresentam maior índice de conversão energética do que os sistemas trigo/soja, pastagem de aveia preta/soja e pastagem de aveia preta/soja (3,79) e trigo/soja, aveia branca/soja e aveia branca/soja (4,33). Nesse estudo, o milho foi a espécie que apresentou maior conversão energética, daí a importância dessa gramínea em sistemas de rotação de culturas. SANTOS et al. (2001), comparando índices de conversão energética para sistemas de rotação de culturas para trigo, durante nove anos, sob preparo convencional de solo, no inverno, e sob plantio direto, no verão, não encontraram diferenças significativas entre os sistemas estudados.

Pelo observado, todos os sistemas de manejo de solo, bem como os sistemas de rotações de culturas, mostraram índice de conversão energética superior ao da unidade (1,0). Segundo QUESADA e BEBER (1990), isso caracteriza um balanço positivo dos sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas. Quando menor do que 1,0, o balanço é negativo. Logo, do ponto de vista energético, todos os sistemas de manejo de solo ou de rotação de culturas estudados podem ser considerados sustentáveis.

Nos anos de 1986/87, 1989/90 e 1992/93, os sistemas de manejo de solo não diferiram entre si

para os índices de balanço energético (Tabela 3). Nos anos de 1987/88 e 1990/91, o plantio direto, o cultivo mínimo e o preparo convencional de solo com arado de aivecas apresentaram os maiores valores para balanço energético, enquanto o preparo convencional de solo com arado de discos apresentou o menor valor. No ano de 1988/89, o cultivo mínimo, o plantio direto e o preparo convencional de solo com arado de discos foram superiores ao preparo convencional de solo com arado de aivecas, para balanço energético. No ano de 1991/92, o preparo convencional de solo com arado de discos e o cultivo mínimo mostraram os valores mais elevados para balanço energético. Contudo, o último tratamento foi estatisticamente semelhante ao plantio direto e ao preparo convencional de solo com arado de aivecas. Nos anos de 1993/94 e 1995/96, o cultivo mínimo e o plantio direto foram superiores para balanço energético, em relação ao preparo convencional de solo com arado de discos e com arado de aivecas. No ano de 1994/95, o plantio direto situou-se em posição intermediária para balanço energético, entre o cultivo mínimo e o preparo convencional de solo com arado de discos e com arado de aivecas.

Na média conjunta dos anos (1986/87 a 1995/96), os maiores valores de balanço energético ocorreram no cultivo mínimo e no plantio direto. Contudo, o plantio direto foi semelhante estatisticamente ao preparo convencional de solo com arado de discos (Tabela 3). O preparo convencional de solo com arado de aivecas mostrou o menor valor para balanço energético, porém estatisticamente equivalente ao preparo convencional de solo com arado de discos.

Conforme foi relatado anteriormente, inexistiu estudo envolvendo sistemas de manejo de solo no que tange ao balanço energético. Neste estudo, o sistema de manejo de solo que mais usou energia (preparo convencional de solo com arado de aivecas) teve o menor retorno energético.

Em todos os anos estudados e na média conjunta dos anos, houve diferenças significativas entre o balanço energético obtido nos diferentes sistemas de rotação de culturas avaliados (Tabela 4). Na média conjunta dos anos (de 1986/87 a 1995/96), para o índice de balanço energético, os sistemas II e III foram estatisticamente semelhantes entre si, mas superiores ao sistema I (Tabela 4).

Isso, pode ser devido, em parte, a cultura de milho que foi a espécie mais eficiente no aproveitamento da energia disponível. Para o balanço energético, repetiu-se, em parte, o desempenho da conversão energética dos sistemas de rotação de culturas, na qual o sistema II superou a monocultura trigo/soja (sistema I).

No trabalho desenvolvido por ZENTNER et al. (1984), com 12 sistemas de rotação de culturas para trigo, não foram observadas diferenças significativas para o balanço energético entre os sistemas estudados. Nesses casos havia somente uma cultura por ciclo.

No trabalho conduzido por SANTOS et al. (2000a) com sistemas mistos, durante seis anos, sob plantio direto, os sistemas trigo/soja e aveia preta pastejada/milho (23.728 kg/Mcal) e trigo/soja, aveia preta + ervilhaca pastejadas/soja e aveia preta + ervilhaca pastejadas/milho (21.741 kg/Mcal) mostraram maior índice de balanço energético do que os sistemas trigo/soja, aveia preta pastejada/soja e aveia preta pastejada/soja (11.553 kg/Mcal) e trigo/soja, aveia branca/soja e aveia branca/soja (12.879 kg/Mcal). SANTOS et al. (2001), trabalhando com sistemas de rotação de culturas para trigo, durante nove anos, sob preparo convencional de solo, no inverno, e sob semeadura direta, no verão, verificaram que os sistemas de rotação com um, dois e três invernos sem trigo foram superiores ao pousio de inverno para índice de balanço energético. Por outro lado, esses mesmos autores não encontraram diferenças significativas para os índices de balanço energético entre os sistemas com rotação de culturas e a monocultura desse cereal.

CONCLUSÕES

Os maiores índices de conversão energética e de balanço energético ocorrem nos sistemas de manejo conservacionistas, cultivo mínimo e plantio direto, em comparação com os sistemas de preparo convencional de solo, com arado de discos e de aivecas.

Os sistemas II (trigo/soja e ervilhaca/milho) e III (trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho), por serem mais eficientes energeticamente e por incorporarem a prática de rotação de culturas em suas composições, devem ser preferidos, em substituição ao sistema I, monocultura trigo/soja.

Tabela 1. Efeito de sistemas de manejo de solo na conversão energética no ano (inverno + verão) de 1986 a 1995. Passo Fundo, RS

Ano	Manejo de solo				Média
	PD ¹	PCD	PCA	PM	
1986/87	3,91A ²	3,88A	3,94A	3,91A	3,91
1987/88	5,68A	5,25B	5,42AB	5,55 ^{AB}	5,48
1988/89	7,67A	7,64A	6,90B	7,88 ^A	7,52
1989/90	8,31A	8,72A	8,32A	8,36 ^A	8,43
1990/91	2,90A	2,61A	2,86A	2,97 ^A	2,84
1991/92	7,20B	7,73A	7,29B	7,41 ^{AB}	7,41
1992/93	5,05A	5,19A	4,96A	5,19 ^A	5,10
1993/94	4,09AB	3,81B	3,47C	4,31 ^A	3,92
1994/95	11,61B	11,35B	11,10B	12,23 ^A	11,57
1995/96	7,38A	6,50B	6,32B	7,46A	6,91
Média	6,38	6,27	6,06	6,53	6,31

¹PD: 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; e PM: cultivo mínimo, no inverno, e semeadura direta, no verão. ²Médias seguidas da mesma letra, na horizontal, não apresentam diferenças significativas, pelo teste de Duncan ao nível de 5 %.

Tabela 2. Efeito de sistemas de rotação de culturas na conversão energética no ano (inverno + verão) de 1986 a 1995. Passo Fundo, RS

Ano	Sistema de rotação de culturas ¹			I x II	I x III	II x III
	Sistema I	Sistema II	Sistema III	Contraste entre sistemas (P>F)		
1986/87	5,00	3,86	3,58	**	**	**
1987/88	3,85	6,94	5,04	**	**	**
1988/89	4,52	8,64	7,78	**	**	**
1989/90	4,71	10,24	8,46	**	**	**
1990/91	3,27	2,18	3,13	**	ns	**
1991/92	5,81	7,60	7,81	**	**	ns
1992/93	5,85	4,27	5,40	**	**	**
1993/94	3,95	3,20	4,39	**	**	**
1994/95	7,44	13,56	11,63	**	**	**
1995/96	5,91	6,97	7,21	**	**	ns
Média	5,03	6,75	6,44	**	**	**

¹Sistema I: trigo/soja; Sistema II: trigo/soja e ervilhaca/milho (de 1986 a 1993) ou sorgo (de 1994 a 1996); e Sistema III: trigo/soja, aveia preta (de 1986 a 1989) ou aveia branca (de 1990 a 1996)/soja e ervilhaca/milho (de 1986 a 1993) ou sorgo (de 1994 a 1996).

ns: não significância.

** : nível de significância de 1 % (teste F para contrastes).

Tabela 3. Efeito de sistemas de manejo de solo no balanço energético no ano (inverno + verão) de 1986 a 1995. Passo Fundo, RS

Ano	Manejo de solo				Média
	PD ¹	PCD	PCA	PM	
			Mcal/ha		
1986/87	10.668A ²	10.326A	10.529A	10.694A	10.554
1987/88	14.288A	12.647B	13.290AB	13.562AB	13.447
1988/89	20.551A	19.872A	18.035B	20.930A	19.847
1989/90	19.697A	20.249A	18.924A	19.674A	19.636
1990/91	8.279AB	6.843B	7.880AB	8.370A	7.843
1991/92	18.591B	19.907A	18.570B	18.923AB	18.998
1992/93	15.130A	15.363A	14.498A	15.257A	15.062
1993/94	11.553A	10.231B	8.965C	12.053A	10.700
1994/95	25.663B	24.580C	23.986C	26.850A	25.270
1995/96	18.103A	15.761B	15.199B	18.026A	16.772
Média	16.252AB	15.578BC	14.987C	16.434A	15.813

¹PD: 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; e PM: cultivo mínimo, no inverno, e semeadura direta, no verão. ²Médias seguidas da mesma letra, na horizontal, não apresentam diferenças significativas, pelo teste de Duncan ao nível de 5 %.

Tabela 4. Efeito de sistemas de rotação de culturas no balanço energético no ano (inverno + verão) de 1986 a 1995. Passo Fundo, RS

Ano	Sistema de rotação de culturas					
	Sistema I	Sistema II	Sistema III	I x II	I x III	II x III
	Mcal/ha			Contraste entre sistema s (P>F)		
1986/87	15.294	10.390	9.084	**	**	**
1987/88	11.390	17.163	11.655	**	ns	**
1988/89	14.860	22.537	19.716	**	**	**
1989/90	14.728	23.164	18.920	**	**	**
1990/91	9.505	5.174	9.069	**	ns	**
1991/92	16.258	18.955	19.940	**	**	*
1992/93	18.146	12.453	15.773	**	**	**
1993/94	11.236	8.366	12.078	**	*	**
1994/95	20.797	27.360	25.367	**	**	**
1995/96	16.166	16.147	17.391	ns	ns	*
Média	14.838	16.171	15.899	**	**	ns

Sistema I: trigo/soja.

Sistema II: trigo/soja e ervilhaca/milho (de 1986 a 1993) ou sorgo (de 1994 a 1996).

Sistema III: trigo/soja, aveia preta (de 1986 a 1989) ou aveia branca (de 1990 a 1996)/soja e ervilhaca/milho (de 1986 a 1993) ou sorgo (de 1994 a 1996).

ns: não significância.

*: nível de significância de 5 % (teste F para contrastes).

** : nível de significância de 1 % (teste F para contrastes).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BORIN, M.; MENINI, C.; SARTORI, L. Effects of tillage systems on energy and carbon balance in north-eastern Italy. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 40, n. 3-4, p. 209-226, 1997.
- BURT, E. C.; REEVES, D. W.; RAPER, R. L. Energy utilization as affected by traffic in a conventional and conservation tillage system. **Transactions of the Asae**, St. Joseph, v. 37, n. 3, p. 759-762, 1994.
- DERPSCH, R.; CALEGARI, A. **Plantas para adubação verde de inverno**. Londrina: IAPAR, 1992. 80p. (IAPAR. Circular, 73).
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves (Concórdia, SC). **Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves**. 3. ed. Concórdia, 1991. 97p. (EMBRAPA-CNPSA. Documentos, 19).
- FREITAS, E. A. G. de; DUFLOTH, J. H.; GREINER, L. C. **Tabela de composição química-bromatológica e energética dos alimentos para animais ruminantes em Santa Catarina**. Florianópolis: EPAGRI, 1994. 33 p. (EPAGRI. Documentos, 155).
- HERNÁZ, J. L.; GIRÓN, V. S.; CERISOLA, C. Long-term energy use and economic evaluation of three tillage systems for cereal and legume production in central Spain. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 35, n. 4, p. 183-198, 1995.
- MONEGAT, C. **Avaliação multidimensional do desempenho do manejo do solo no sistema do pequeno agricultor**. 1998. 144f. Tese (Mestrado em Agrossistemas)-Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- PELLIZZI, G. Use of energy and labour in Italian agriculture. **Journal of Agricultural Engineering Research**, London, v. 52, n.1, p. 111-119, 1992.
- PIMENTEL, D., (Ed.) **Handbook of energy utilization in agriculture**. Boca Raton: CRC Press, 1980. 475 p.
- QUESADA, G. M.; BEBER, J. A. C. Energia e mão-de-obra. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v.11, n.62, p.21-26, 1990.
- QUESADA, G. M.; BEBER, J. A. C.; SOUZA, S. P. de. Balanços energéticos agropecuários. Uma proposta metodológica para o Rio Grande do Sul. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.39, n.1, p.20-28, 1987.
- REGO, P. Q. A sustentabilidade do plantio direto. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE PLANTIO DIRETO NA PEQUENA PROPRIEDADE, 1., 1993, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa: SEAB/IAPAR, 1993. p. 89-100.
- SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S.; IGNACZAK, J. C.; ZONDAN, S.M. Conversão e balanço energético de sistemas de produção de grãos com pastagens sob sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 4, p. 743-752, abr. 2000a.
- SANTOS, H. P. dos; LHAMBY, J. C. B.; IGNACZAK, J. C.; SCHNEIDER, G.A. Conversão energética e balanço energético de sistemas de sucessão e de rotação de culturas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 1, n. 2, p. 191-198, 2001.
- SANTOS, H. P. dos; LHAMBY, J. C. B.; PRESTES, A. M.; LIMA, M.R. de. Efeito de manejo de solo e de rotação de culturas de inverno no rendimento e doenças de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 12, p. 2355-2361, dez. 2000b.
- SANTOS, H. P. dos; REIS, E. M. Rotação de culturas em Guarapuava, PR. Brasil. XVI Eficiência energética dos sistemas de rotações de culturas com trigo, em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 2, p. 215-222, fev. 1995.
- WHITE, D. J. Energy in agricultural systems. **The Agricultural Engineer**, Bedford, v. 30, n. 3, p. 52-58, 1975.
- WILSON, P. N.; BRIGSTOCKE, T. D. A. Energy usage in British agriculture - a review of future prospects. **Agricultural Systems**, Essex, v. 5, n. 1, p. 51-70, 1980.
- ZENTNER, R. P.; CAMPBELL, D. W.; CAMPBELL, C. A.; REID, D.W. Energy consideration of crop rotation in southwestern Saskatchewan. **Canadian Agricultural Engineering**, Ottawa, v. 26, n. 1, p. 25-29, 1984.
- ZENTNER, R. P.; TESSIER, S.; PERU, M.; DYCK, F.B.; CAMPBELL, C.A. Economics of tillage systems for spring wheat production in southwestern Saskatchewan, **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 21, n. 3-4, p. 225-242, 1991.

ANÁLISE ECONÔMICA DE CULTURAS DE INVERNO E VERÃO EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO MISTOS SOB PLANTIO DIRETO

HENRIQUE PEREIRA DOS SANTOS¹, RENATO SERENA FONTANELI² e IVO AMBROSI³

RESUMO - Num período de cinco anos, foi avaliada, em Passo Fundo, RS, a contribuição de culturas de inverno e de verão para a receita líquida de sistemas de produção mistos, sob plantio direto. Os tratamentos consistiram em seis sistemas de produção de grãos integrados com pastagens anuais de inverno e de verão: sistema I (trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho); sistema II (trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca + azevém/milho); sistema III (trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/pastagem de milho); sistema IV (trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca + azevém/pastagem de milho); sistema V (trigo/soja, aveia branca/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/pastagem de milho); e sistema VI (trigo/soja, aveia branca/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca + azevém/pastagem de milho). A análise econômica é discutida neste trabalho. Tratamentos foram repetidos quatro vezes no delineamento em blocos ao acaso. Milho foi superior às demais culturas estudadas com receita líquida por hectare (R\$ 551,00 ha⁻¹). Os sistemas I (R\$ 335,00 ha⁻¹) e II (R\$ 351,00 ha⁻¹) mostraram maior receita líquida. O engorde de novilhos suplementou a rentabilidade da lavoura.

Palavras-chave: custos, receita líquida, rotação de culturas, lavoura, pastagem de inverno e pastagem de verão.

ECONOMIC ANALYSIS OF WINTER AND SUMMER CROPS IN MIXED PRODUCTION SYSTEMS UNDER NO-TILLAGE

ABSTRACT - During five years, in Passo Fundo, RS, Brazil, the contribution of winter and summer crops to net return in mixed production systems, under no-tillage, was assessed. Six production systems were evaluated: system I (wheat/soybean, black oats + common vetch pasture/corn); system II (wheat/soybean, black oats + common vetch + ryegrass pasture/corn); system III (wheat/soybean, black oats + common vetch pasture/pearl millet pasture); system IV (wheat/soybean, black oats + common vetch + ryegrass pasture/pearl millet pasture); system V (wheat/soybean, white oats/soybean, and black oats + common vetch pasture/pearl millet pasture); and system VI (wheat/soybean, white oats/soybean, and black oats + common vetch + ryegrass pasture/pearl millet pasture). Economic analysis is discussed in this paper. Treatments were replicated four times in a randomized blocks design. Corn was superior to other crops studied for net return per hectare (R\$ 551.00 ha⁻¹). The systems I (R\$ 335.00 ha⁻¹) and II (R\$ 351.00 ha⁻¹) had a higher net return. Stocker cattle enterprise supplemented the net return of crop production.

Key words: costs, net return, crop rotation, field, winter and summer annual pastures.

¹ Bolsista CNPq-PQ, Eng. Agr., Dr., Embrapa Trigo, Caixa Postal 451, CEP 99001-970 Passo Fundo, RS. E-mail: hpsantos@cnpt.embrapa.br.

² Eng. Agr., PhD., Embrapa Trigo, Professor Titular da UPF-FAMV. E-mail: renatof@cnpt.embrapa.br

³ Economista, MSc, UPF-FEA, Caixa Postal 566, CEP 99001-970, Passo Fundo, RS.
Recebido para publicação em 06-01-2003

INTRODUÇÃO

A diversidade de espécies passíveis de integrar sistemas de rotação de culturas ou sistemas de produção no Brasil é ampla, sendo o planejamento dependente de características regionais (KOCHHANN e DENARDIN, 2000). O arranjo de espécies, no tempo e no espaço, além de permitir a obtenção dos benefícios técnicos preconizados, aliado à diversidade de cultivares e sua integração com a pecuária, deve permitir escalonamento de épocas de plantio, de épocas de colheita e de épocas de desfrute, permitindo maximização de oportunidades de comercialização de produtos.

No sistema plantio direto, a integração da agricultura com a pecuária é perfeitamente viável mediante utilização de áreas de lavouras com pastagens (FONTANELI et al., 2000). Nessas circunstâncias, cuidados especiais devem ser tomados quanto ao manejo de piquetes e de animais, buscando-se evitar compactação do solo e retirada excessiva da fitomassa.

Existem poucos relatos, no Brasil, sobre sistemas de rotação de culturas ou de produção de grãos (ZENTNER et al., 1990; ALBUQUERQUE et al., 1995; SANTOS et al., 1993; 1995; 1999a; 1999b; 1999c; FRANCHINI et al., 2000; SILVEIRA e STONE, 2001). Relativamente a sistemas de integração da lavoura com a pecuária, até o presente momento, cita-se o trabalho conduzido por FONTANELI et al. (2000). Porém, este estudo abrange somente pastagens de inverno.

No tocante à análise econômica de sistemas de rotação de cultura ou de produção de grãos, envolvendo a cultura de trigo, sob plantio direto, salientam-se os trabalhos realizados para as áreas de Cruz Alta, RS, de Guarapuava, PR, e de Passo Fundo, RS (ZENTNER et al., 1990; RUEDELL, 1995; SANTOS et al., 1999a; FONTANELI et al. 2000). No exterior, podem ser citados os trabalhos de ZENTNER et al. (1991), de HERNÁZ et al. (1995), de GRAY et al. (1997) e de SIJTSMA et al. (1998). Estes últimos trabalhos de rotação de culturas são incompletos, porque nem todas as espécies estudadas aparecem todos os anos.

No estudo de ZENTNER et al. (1990), para Guarapuava, PR, o sistema com um ano de rotação (trigo/soja e ervilhaca/milho) rendeu anualmente mais (US\$ 427,00) do que com dois anos (trigo/soja, linho/soja e ervilhaca/milho: US\$ 328,00)

e com três anos de rotação (trigo/soja, aveia branca/soja, cevada/soja e ervilhaca/milho: US\$ 279,00). Nos estudos conduzidos por RUEDELL (1995) para Cruz Alta, RS, e por SANTOS et al. (1999a), também para Guarapuava, PR, não foram encontradas diferenças significativas entre os sistemas estudados. No estudo relatado por FONTANELI et al. (2000), para Passo Fundo, os sistemas mistos com um ano de rotação (trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho: R\$ 433,00) foram superiores ao sistema com três anos de rotação, que era somente para produção de grãos (no inverno e no verão - trigo/soja, aveia branca/soja e aveia branca/soja: R\$ 323,00).

O presente estudo teve por objetivo avaliar a contribuição das culturas de inverno e de verão para receita líquida de sistemas de produção mistos.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi realizado na Embrapa Trigo, no município de Coxilha, RS, no período de 1995 a 1999, em solo classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico (EMBRAPA, 1999).

Os tratamentos consistiram em seis sistemas de produção de grãos integrados com pastagens anuais de inverno e de verão: sistema I {trigo (*Triticum aestivum* L.)/soja [*Glycine max* (L.) Merrill] e pastagem de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) + ervilhaca (*Vicia sativa* L.)/milho (*Zea mays* L.)}; sistema II [trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca + azevém (*Lolium multiflorum* Lam.)/milho]; sistema III {trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/pastagem de milheto [*Pennisetum americanum* (L.) Leeke]}; sistema IV (trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca + azevém/pastagem de milheto); sistema V [trigo/soja, aveia branca (*Avena sativa* L.)/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/pastagem de milheto]; e sistema VI (trigo/soja, aveia branca/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca + azevém/pastagem de milheto) (Tabela 1). As culturas, tanto de inverno como de verão, foram estabelecidas sob plantio direto.

A adubação de manutenção foi realizada de acordo com a recomendação para cada cultura e baseada nos resultados de análise de solo. As amostras de solo foram coletadas anualmente, após colheita das culturas de verão.

A época de semeadura, o controle de plan-

tas daninhas e os tratamentos fitossanitários foram realizados, para cada cultura, conforme a indicação, e a colheita das culturas produtoras de grãos foi realizada com automotriz especial de parcelas, exceto milho, que foi colhido manualmente. O tamanho das parcelas foi de 20 m de comprimento por 10 m de largura (200 m²). O rendimento de grãos (aveia branca, milho, soja e trigo) foi determinado a partir da colheita de 1/3 da área central de cada parcela, ajustando-se o rendimento para umidade de 13 %.

Os pastejos de aveia preta + ervilhaca e de aveia preta + ervilhaca + azevém foram realizados por bovinos mistos (corte e leite) quando a aveia preta atingia estatura de, aproximadamente, 30 cm, deixando-se uma altura de plantas de 7 a 10 cm. No caso do milheto, isso ocorreu com 70 cm, deixando-se uma altura de plantas de 10 a 15 cm. Os bovinos (de 7 a 10 animais) foram colocados nas parcelas quando o solo não apresentava excesso de umidade, e a forragem disponível geralmente era consumida no primeiro dia. Por ocasião dos pastejos, foi avaliada a matéria verde, antes e depois do pastejo, e, posteriormente, a matéria seca. Foram realizados, em média dois a três pastejos, no inverno e três a quatro pastejos, no verão. Após cada pastejo foi colocado 22,5 kg de N/ha, como adubação de cobertura. A matéria verde foi secada em estufa (60 °C até peso constante). Após o último pastejo, permitia-se o rebrote durante 30 a 40 dias, quando acumulava-se biomassa de 1,5 t a 2,0 t de matéria seca por hectare dessecando-se a vegetação para semeadura da cultura de verão (milho e milheto) ou de inverno (aveia branca e trigo).

O ganho de peso de animais foi estimado por meio da matéria seca consumida. A conversão considerada foi de 10 kg de forragem seca consumida para 1 kg de ganho de peso vivo de animais, para pastagens de inverno (RESTLE et al., 1998), e de 15 kg de matéria seca consumida para 1 kg de ganho de peso vivo de animais, para pastagens de milheto.

A análise econômica foi determinada, nos seis sistemas de produção de grãos com pastagens anuais de inverno e de verão, pela receita líquida. Entende-se por receita líquida a diferença entre receita bruta (rendimento de grãos e/ou ganho de peso animal multiplicado pelos respectivos preços) e custos totais [custos variáveis (custos de insumos + custos de operações de campo) e custos fixos (de-

preciação de máquinas e equipamento e juros sobre capital)]. Os custos de insumos e de operações de campo foram levantados em janeiro de 2001, e os valores de venda dos produtos representam os preços médios de mercado nos últimos anos. Para o cálculo dos insumos foram considerados somente a quantidade de sementes, fertilizantes, inseticidas, fungicidas, herbicidas e vacinas. Nos custos fixos não foram considerado construção de cercas, manutenção e manejo dos animais. Porém, na operação de campo está incluído as horas gastas na aplicação de produtos e vacinas.

O delineamento experimental foi blocos ao acaso, com quatro repetições. As receitas líquidas de culturas de inverno, de ganho de peso animal e de culturas de verão foram avaliadas anualmente e na média conjunta dos anos (1995 a 1999). Os sistemas foram avaliados anualmente (inverno + verão) e na média conjunta dos anos. Nas análises de variância, consideraram-se como tratamentos as parcelas individuais (culturas e ganho de peso animal) componentes dos sistemas em estudo. A avaliação dos sistemas mistos, nesse caso, foi realizada pelo teste F, usando-se contrastes entre os tratamentos. Esse método de contrastes compara os sistemas dois a dois em uma unidade de base homogênea. As médias foram comparadas entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

Em abril de 2001, foi coletada uma amostra indeformada de solo por parcela, nas profundidades 0-5 e 10-15 cm, para análises físicas de solo. Para determinar densidade foi usado o método do anel volumétrico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises conjuntas dos dados para receita líquida, de 1995 a 1999, apresentaram significância para efeito ano e para sistema de produção. SANTOS et al. (1995, 1999a, 1999b), trabalhando com sistemas de rotação de culturas para trigo, durante dez anos, obtiveram resultados similares para efeito ano. As condições climáticas, que variam de um ano para outro, influem no rendimento de grãos e no rendimento de matéria seca das espécies. Não houve significância entre as análises conjuntas dos resultados da receita líquida para a interação ano x sistema de produção.

As culturas produtoras de grãos de inverno apresentaram rendimento de grãos com grande am-

plitude de variação (Tabela 2). Na aveia branca (*Avena sativa* L.), o rendimento médio de grãos foi de 2.110 kg ha⁻¹ (de 1995 a 1999, variou de 1.275 a 3.120 kg ha⁻¹), enquanto em trigo (*Triticum aestivum* L.) foi de 2.240 kg ha⁻¹ (de 1995 a 1999, variou de 1.650 a 3.463 kg ha⁻¹). O baixo rendimento de grãos de aveia branca, nesse período, pode ser atribuído a doenças da parte aérea. O rendimento de grãos de trigo relativamente baixo em 1995 e 1997 pode ser explicado, em parte, pelo déficit hídrico no mês de agosto (78 mm) e pelo excesso de chuva no mês de outubro (550 mm), respectivamente.

Na análise anual, observou-se que houve diferenças significativas em receita líquida para as culturas estudadas (Tabela 3). Nas safras agrícolas de 1995 e de 1997, o milho (*Zea mays* L.) apresentou maior receita líquida por hectare do que as demais culturas estudadas. Ainda, no primeiro ano de estudo, a pastagem de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) + ervilhaca (*Vicia sativa* L.), a pastagem de aveia preta + ervilhaca + azevém (*Lolium multiflorum* Lam.), a pastagem de milheto [*Pennisetum americanum* (L.) Leeker] e a cultura de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] situaram-se em posição intermediária, enquanto aveia branca e trigo mostraram a menor receita líquida. Em 1996, a receita líquida de milho, de milheto (pastagem) e de aveia preta + ervilhaca (pastagem) foi a mais elevada por hectare. Entretanto, as duas últimas culturas (pastagens) foram semelhantes estatisticamente à receita líquida de aveia preta + ervilhaca + azevém (pastagem). Na safra agrícola de 1998, a cultura de milho e a pastagem aveia preta + ervilhaca + azevém foram superiores para receita líquida, em comparação com as demais espécies estudadas. No ano de 1999, a soja foi a cultura que apresentou maior receita líquida. Na maioria dos anos, aveia branca e trigo apresentaram menor receita líquida.

Na média conjunta, de 1995 a 1999, verificou-se que houve diferenças significativas em receita líquida associadas às culturas estudadas (Tabela 3). A cultura de milho apresentou valor mais elevado para receita líquida por hectare. Soja, aveia preta + ervilhaca + azevém, aveia preta + ervilhaca e milheto situaram-se em posição intermediária, enquanto trigo e aveia branca tiveram a menor receita líquida. Porém as espécies não devem ser analisadas isoladamente, mas na forma de sistemas.

Pela análise da receita líquida dos sistemas mistos, comparados dois a dois, houve diferenças significativas na maioria dos anos e na média conjunta dos anos (1995 a 1999) (Tabela 4). No ano de 1995, o sistema I mostrou maior retorno econômico (R\$ 413,00) do que os sistemas V (R\$ 241,00) e VI (204,00). Nessa mesma safra, a receita líquida para o sistema II (R\$ 378,00) foi superior a do sistema VI. No ano de 1998, o sistema II (R\$ 356,00) apresentou maior rentabilidade, em comparação com os sistemas III (R\$ 179,00), V (R\$ 181,00) e VI (R\$ 181,00). No ano de 1999, o sistema II mostrou maior receita líquida (R\$ 403,00), em relação ao sistema III (R\$ 196,00). Essa diferença a favor dos sistemas I (trigo/soja e pastagem de aveia + ervilhaca/milho) e II (trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca + azevém/milho), nos anos de 1995 e 1998, está relacionada com a cultura de milho, que apresentou maior receita líquida, nesses anos, e conseqüentemente maior receita líquida nos sistemas. Porém isso não foi verdadeiro nos anos de 1996 e 1997, que não diferiram para receita líquida.

Na média conjunta dos anos, comparados dois a dois, o sistema I (R\$ 335,00) foi superior aos sistemas V (R\$ 237,00) e VI (R\$ 233,00) para receita líquida, enquanto o sistema II (R\$ 351,00) foi superior aos sistemas III (R\$ 257,00), IV (R\$ 267,00), V e VI. ZENTNER et al. (1990) e FONTANELI et al. (2000), estudando sistemas de produção envolvendo a cultura de trigo, durante cinco e seis anos, respectivamente, observaram que o sistema trigo/soja e ervilhaca/milho foi mais rentável, com intervalo de um inverno sem trigo, em relação ao sistema trigo/soja, aveia branca/soja e aveia branca/soja, com intervalo de dois anos sem trigo e tão somente para produção de grãos. Como milho foi a cultura que teve melhor receita líquida individual entre as espécies estudadas, isso se refletiu no desempenho dos sistemas I e II. Além disso, para forragear animais durante o inverno e o verão, pode-se ainda sugerir o sistema IV (trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca + azevém/pastagem de milheto).

Nos trabalhos conduzidos por SANTOS et al. (1999a), em Guarapuava, PR, e por RUEDELL (1995), em Cruz Alta, RS, com sistemas de produção envolvendo a cultura de trigo, não foram observadas diferenças significativas entre médias para

receita líquida. SANTOS et al. (1999b), estudando com sistemas de manejo de solo e de produção envolvendo a cultura de trigo em Passo Fundo, também não encontraram diferenças significativas entre médias para receita líquida.

Pelo observado no presente trabalho e no de FONTANELI et al. (2000), a pecuária (pastagens consorciadas, para engorda de animais) elevou a rentabilidade da lavoura (produção de grãos). Além disso, pode-se afirmar que, no tocante ao manejo e à execução deste trabalho, não ocorreu nenhuma dificuldade experimental.

Neste trabalho, visou-se desenvolver sistemas mistos para produzir pastagens tanto de inverno como de verão, para engorda de animais ou produção de leite. No sistema I, buscou-se oferecer dois pastejos no inverno e semear milho na melhor época. No sistema II, foram oferecidos três pastejos no inverno e o milho, semeado após época preferencial. Os sistemas III e IV foram semelhantes aos sistemas I e II, trocando-se o milho por milheto. Por sua vez, os sistemas V e VI foram similares aos sistemas III e IV, incluindo-se aveia branca e soja, para produção de grãos. Pelos dados, os sistemas com um ano de rotação de culturas (sistemas I e II) foram mais lucrativos do que com dois anos de intervalo entre cultivos de trigo (sistemas V e VI). Neste trabalho não havia sistema em monocultura. Pelos trabalhos desenvolvidos na forma de sistemas com cereais de inverno, a rotação de culturas sempre foi mais lucrativa do que a monocultura de espécies (ZENTNER et al., 1990; SANTOS et al., 1995; 1999a; 1999c). A importância deste trabalho esteve em estudar sistemas de rotação de culturas, tanto para espécies de inverno (aveia branca, aveia preta + ervilhaca, aveia preta + ervilhaca + azevém e trigo) como de verão (milho, milheto e soja), integrando lavoura com pecuária, sob sistema plantio direto. Nesse caso, mais uma vez, a rotação de culturas viabilizou o plantio direto.

Considerando-se que a densidade de solo tem sido um dos parâmetros usados para avaliação do estado estrutural de solo, as condições verificadas nos sistemas estudados (sistema I: 1,27 Mg m⁻³; sistema II: 1,23 Mg m⁻³; sistema III: 1,27 Mg m⁻³; sistema IV: 1,27 Mg m⁻³; sistema V: 1,30 Mg m⁻³; e sistema VI: 1,28 Mg m⁻³, na camada 0-5 cm), coletadas em abril de 2001, permitem afirmar que não houve indícios de severa compactação de solo,

apesar de os valores observados na superfície situaram-se próximos dos valores considerados por Resende (1995) como críticos para latossolos argilosos (< 1,40), com grau de saturação hídrica abaixo de 50%. No presente trabalho 10 a 15 bovinos foram colocados para pastar durante o dia e em solo relativamente seco, consumindo toda a forragem ofertada em um ou dois dias. Trein et al. (1991) verificaram, em Podzólico Vermelho-Escuro, com lotação elevada de animais (200) e por 40 horas, aumento do valor da densidade de solo de 1,39 para 1,56 Mg m⁻³, após pastejo. Como os animais pastejaram em solo argiloso úmido, houve compactação da área.

Houve diferença significativa na densidade de solo entre as profundidades de amostragem nos dois primeiros sistemas estudados. A densidade de solo nos sistemas I (1,27 para 1,34 Mg m⁻³) e II (1,23 para 1,31 Mg m⁻³) aumentou da camada 0-5 cm para a camada 10-15 cm. Nesse caso, a densidade de solo foi menor na camada 0-5 cm, em relação a camada 10-15 cm, indicando possível compactação de solo nessa profundidade. Esse processo tem sido atribuído ao tráfego de máquinas (Anjos et al., 1994) e ao pisoteio por animais (Trein et al. 1991). Neste estudo, a maior densidade de solo verificada na camada 10-15 cm pode ser atribuída à presença residual de camada compactada resultante de operações anteriores de preparo de solo com aração e gradagem.

Houve diferença entre as médias de resistência à penetração de solo em somente um sistema de produção de grãos com pastagens anuais de inverno e de verão. O sistema III (1,95 kgf cm⁻²) mostrou maior resistência à penetração do que o sistema II (1,34 kgf cm⁻²), na camada 0-5 cm. Na maioria dos sistemas estudados, houve diferenças entre as profundidades de solo para resistência à penetração. Nos sistemas I (de 1,65 para 2,72 kgf cm⁻²), II (1,34 para 2,78 kgf cm⁻²), IV (de 1,76 para 2,87 kgf cm⁻²), V (de 1,46 para 2,69 kgf cm⁻²) e VI (de 1,60 para 2,85 kgf cm⁻²), a resistência à penetração aumentou da camada 0-5 cm para a camada 10-15 cm.

CONCLUSÕES

Não houve diferença significativa entre as médias para rendimento de grãos de aveia branca,

de milho, de soja e de trigo, bem como para ganho de peso animal tanto no inverno como no verão.

A cultura de milho apresenta valor mais elevado para receita líquida do que as demais culturas estudadas.

O sistema I foi superior aos sistemas V e VI para receita líquida, enquanto o sistema II foi

superior aos sistemas III, IV, V e VI.

A densidade de solo e a resistência à penetração foi maior na camada 10-15 cm do que na camada 0-5 cm.

A engorda de animais eleva a rentabilidade da lavoura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, J.A.; REINERT, D.J.; FIORIN, J.E., et al. Rotação de culturas e sistemas de manejo do solo: efeito sobre a forma da estrutura do solo ao final de sete anos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.19, n.1, p.115-119, 1995.
- ANJOS, J.T.; UBERTI, A.A.A.; VIZZOTTO, V.J.; LEITE, G.B. & KRIEGER, M. Propriedades físicas em solos sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência de Solo**, Campinas, v.18, n.1 p.139-145, 1994.
- 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.
- FONTANELI, R.S.; AMBROSI, I.; SANTOS, H.P. dos, et al. Análise econômica de sistemas de produção de grãos com pastagens anuais de inverno, em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 11, p. 2129-2137, 2000.
- FRANCHINI, J.C.; BORKERT, C.M.; FERREIRA, M.M., et al. Alterações na fertilidade do solo em sistemas de rotação de culturas em semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, n.2, p.459-467, 2000.
- GRAY, A.W.; HARMAN, W.L.; RICHARDSON, J.W., et al. Economic and financial viability of residue management: an application to the Texas High Plains. **Journal of Production Agriculture**, Madison, v. 10, n. 1, p. 175-183, 1997.
- HERNÁZ, J.L.; GIRÓN, V. S.; CERISOLA, C. Long-term energy use and economic evaluation of three tillage systems for cereal and legume production in central Spain. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 35, n. 4, p. 183-198, 1995.
- KOCHHANN, R.A.; DENARDIN, J.E. **Implantação e manejo do sistema plantio direto**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. 36p. (Embrapa Trigo. Documentos, 20).
- RESENDE, P.C.S. **Resistência mecânica e sua variação com a umidade e com a densidade do solo em Latossolo Vermelho-Escuro do Cerrado**. UNESP-FCA, Botucatu, 1995. 64 p. (Dissertação de Mestrado)
- RESTLE, J.; LUPATINI, G.G.; ROSO, C., et al. Eficiência e desempenho de categorias de bovinos de corte em pastagem cultivada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.27, n.2, p.397-404, 1998.
- RUEDELL, J. **Plantio direto na região de Cruz Alta**. Cruz Alta: FUNDACEP FECOTRIGO, 1995. 134 p.
- SANTOS, H. P. dos; AMBROSI, I.; IGNACZAK, J.C., et al. Análise econômica de sistemas de rotação de culturas para trigo, num período de dez anos, sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 12, p. 2175-2183, dez. 1999a.
- SANTOS, H.P. dos; AMBROSI, I.; LHAMBY, J.C.B., et al. Análise econômica de sistemas de manejo de solo e de rotação com culturas produtoras de grãos no inverno e no verão. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Passo Fundo, RS). **Soja: resultados de pesquisa do Centro Nacional de Pesquisa de Trigo, 1998/99**. Passo Fundo, 1999b. p.158-165. (Embrapa Trigo. Documentos, 4).
- SANTOS, H. P. dos; AMBROSI, I.; LHAMBY, J.C.B., et al. Sistemas de produção alternativos de triticales, sob sistema plantio direto, em Passo Fundo, RS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 2, p. 201-208, fev. 1999c.
- SANTOS, H. P. dos; IGNACZAK, J.C.; LHAMBY, J.C.B., et al. Análise econômica de quatro sistemas de rotação de culturas para trigo, num período de dez anos, em Passo Fundo, RS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 9, p. 1167-1175, set. 1995.
- SANTOS, H. P. dos; ZENTNER, R.P.; SELLES, F., et al. Effect of crop rotation on yields, soil chemical characteristics, and economic returns of zero-till barley in southern Brazil. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 28, n. 2, p. 141-158, 1993.
- SILVEIRA, P.M.; STONE, L.F. Teores de nutrientes e de matéria orgânica afetados pela rotação de culturas e sistemas de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.2, p.387-394, 2001.
- SIJTSMA, C. H.; CAMPBELL, A.J.; McLAUGHLIN, N.B., et al. Comparative tillage costs for crop rotations utilizing minimum tillage on a farm scale. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 49, n. 3, p. 223-231, 1998.
- ZENTNER, R. P.; SELLES, F.; SANTOS, H.P. dos, et al. Effect of crop rotations on yields, soil characteristics, and economic returns in Southern Brazil. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON CONSERVATION TILLAGE SYSTEMS, 1990, Passo Fundo. **Conservation tillage for subtropical areas: proceedings**. Passo Fundo: CIDA/ EMBRAPA-CNPT, 1990. p. 96-116.
- ZENTNER, R. P.; TESSIER, S.; PERU, M., et al. Economics of tillage systems for spring wheat production in southwestern Saskatchewan. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 21, n. 3-4, p. 225-242, 1991.

ANÁLISE ECONÔMICA DE CULTURAS DE INVERNO E VERÃO EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO MISTOS SOB PLANTIO DIRETO

Tabela 1. Sistemas de produção envolvendo culturas produtoras de grãos e pastagens anuais de inverno e de verão, sob sistema plantio direto. Passo Fundo, RS

Sistema de produção	Ano				
	1995	1996	1997	1998	1999
Sistema I	T/S	Ap+E/M	T/S	Ap+E/M	T/S
	Ap+E/M	T/S	Ap+E/M	T/S	Ap+E/M
Sistema II	T/S	Ap+E+Az/M	T/S	Ap+E+Az/M	T/S
	Ap+E+Az/M	T/S	Ap+E+Az/M	T/S	Ap+E+Az/M
Sistema III	T/S	Ap+E/Mi	T/S	Ap+E/Mi	T/S
	Ap+E/Mi	T/S	Ap+E/Mi	T/S	Ap+E/Mi
Sistema IV	T/S	Ap+E+Az/Mi	T/S	Ap+E+Az/Mi	T/S
	Ap+E+Az/Mi	T/S	Ap+E+Az/Mi	T/S	Ap+E+Az/Mi
Sistema V	T/S	Ab/S	Ap+E/Mi	T/S	Ab/S
	Ab/S	Ap+E/Mi	T/S	Ab/S	Ap+E/Mi
	Ap+E/Mi	T/S	Ab/S	Ap+E/Mi	T/S
Sistema VI	T/S	Ab/S	Ap+E+Az/Mi	T/S	Ab/S
	Ab/S	Ap+E+Az/Mi	T/S	Ab/S	Ap+E+Az/Mi
	Ap+E+Az/Mi	T/S	Ab/S	Ap+E+Az/Mi	T/S

Ab: Aveia branca; Ap: aveia preta; Az: azevém; E: ervilhaca; M: milho; Mi: milheto; S: soja; e T: trigo.

Tabela 2. Rendimento de grãos de culturas de inverno e de verão e ganho de peso animal, em kg ha⁻¹, nos sistemas de produção mistos. Passo Fundo, RS

Cultura	Ano				
	1995	1996	1997	1998	1999
Aveia branca (grãos)	1.275	3.120	2.081	2.157	1.885
Aveia preta + ervilhaca (pastagem)	392 ¹	339 ¹	252 ¹	238 ¹	372 ¹
Aveia preta + ervilhaca + azevém (pastagem)	408 ¹	317 ¹	238 ¹	427 ¹	407 ¹
Milheto (pastagem)	366 ²	545 ²	579 ²	421 ²	171 ²
Milho (grãos)	6.363	6.368	8.096	6.812	5.155
Soja (grãos)	2.479	2.308	2.628	2.043	2.912
Trigo (grãos)	1.848	2.223	1.650	2.020	3.463

¹Ganho de peso animal= consumo de 10 kg de MS de pastagem de inverno: 1 kg de peso vivo animal.

²Ganho de peso animal= consumo de 15 kg de MS de pastagem de milheto: 1 kg de peso vivo animal.

Tabela 3. Análise da receita líquida, do ganho de peso animal e das culturas de inverno e de verão, em R\$ ha⁻¹, nos sistemas de produção mistos. Passo Fundo, RS

Cultura	Ano					Média
	1995	1996	1997	1998	1999	
Aveia branca (grãos)	-131,00 e	287,00 c	-12,00 d	-65,00 c	-45,00 d	7,00 e
Aveia preta + ervilhaca (pastagem)	466,00 b	389,00 abc	263,00 c	242,00 b	219,00 c	316,00 c
Aveia preta + ervilhaca + azevém (pastagem)	457,00 b	354,00 bc	227,00 c	477,00 a	266,00 bc	356,00 c
Milheto (pastagem)	212,00 c	438,00 ab	487,00 b	233,00 b	-137,00 d	247,00 d
Milho(grãos)	571,00 a	511,00 a	799,00 a	552,00 a	318,00 bc	551,00 a
Soja (grãos)	445,00 b	320,00 c	481,00 b	303,00 b	590,00 a	428,00 b
Trigo (grãos)	23,00 d	7,00 d	-242,00 e	-58,00 c	370,00 b	20,00 e

Médias seguidas de mesma letra, na vertical, não diferem significativamente, ao nível de 5% de probabilidade de uso, pelo teste de Duncan.

Tabela 4. Análise da receita líquida média de seis sistemas de produção mistos, sob sistema plantio direto, no ano (inverno + verão) e na média dos anos, pelo teste F, empregando-se o método de contrastes, de 1995 a 1999. Passo Fundo, RS

Sistema	Ano					Média
	1995	1996	1997	1998	1999	
----- Receita líquida (R\$/ha) -----						
I	413,00	318,00	332,00	236,00	374,00	335,00
II	377,00	310,00	307,00	356,00	403,00	351,00
III	301,00	344,00	268,00	179,00	196,00	257,00
IV	290,00	278,00	234,00	222,00	312,00	267,00
V	241,00	270,00	235,00	181,00	259,00	237,00
VI	204,00	260,00	237,00	181,00	284,00	233,00
----- Contrastes entre sistemas (P>F) -----						
I x II	ns	ns	ns	ns	ns	ns
I x III	ns	ns	ns	ns	ns	ns
I x IV	ns	ns	ns	ns	ns	ns
I x V	*	ns	ns	ns	ns	*
I x VI	*	ns	ns	ns	ns	*
II x III	ns	ns	ns	*	*	*
II x IV	ns	ns	ns	ns	ns	*
II x V	ns	ns	ns	*	ns	*
II x VI	*	ns	ns	*	ns	*
III x IV	ns	ns	ns	ns	ns	ns
III x V	ns	ns	ns	ns	ns	ns
III x VI	ns	ns	ns	ns	ns	ns
IV x V	ns	ns	ns	ns	ns	ns
IV x VI	ns	ns	ns	ns	ns	ns
V x VI	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Sistema I: trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho;

Sistema II: trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca + azevém/milho;

Sistema III: trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/pastagem de milheto;

Sistema IV: trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca + azevém/pastagem de milheto;

Sistema V: trigo/soja, aveia branca/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/pastagem de milheto;

Sistema VI: trigo/soja, aveia branca/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca + azevém/pastagem de milheto.

ns: não significativo; e *: nível de significância de 5 %.

FENOLOGIA DA VIDEIRA NA SERRA GAÚCHA¹

FRANCISCO MANDELLI², MOACIR ANTONIO BERLATO³, JORGE TONIETTO² E HOMERO BERGAMASCHI³

RESUMO - Dados experimentais de uma série de dez anos foram utilizados para caracterizar o padrão fenológico de doze cultivares de videira na região da Serra Gaúcha, no estado do Rio Grande do Sul. Foram analisadas as fases fenológicas de brotação, floração, mudança de cor das bagas, maturação e queda das folhas para determinar o número de dias médios para cada subperíodo. Considerando a data média de brotação, os cultivares puderam ser classificados em precoces ('Chardonnay', 'Niágara Branca', 'Pinot Noir', 'Ives', 'Riesling Itália' e 'Concord'), médios ('Merlot', 'Cabernet Franc', 'Isabel Sport' e 'Cabernet Sauvignon') e tardios ('Trebiano' e 'Moscato Branco'). O 'Chardonnay' apresentou a data de colheita mais precoce, enquanto o 'Moscato Branco' a mais tardia. O ciclo vegetativo médio dos cultivares foi de 266 dias, sendo os valores extremos de 245 dias no cv. Concord e 280 dias no cv. Pinot Noir.

Palavras-chave: uva, brotação, floração, maturação, ciclo vegetativo

PHENOLOGY OF WINE GRAPES IN THE SERRA GAÚCHA REGION

ABSTRACT - Field experimental data from a ten-year period were utilized to characterize the phenological pattern of twelve cultivars of wine grapes in the Serra Gaúcha region, located in the State of Rio Grande do Sul, Brazil. The phenological phases of budbreak, flowering, veraison, maturation and leaf fall were analyzed in order to describe the phenology and to determine the average number of days for each subperiod. Considering the average date of budbreak, the cultivars could be classified as early (Chardonnay, White Niagara, Pinot Noir, Ives, Riesling Itália and Concord), medium (Merlot, Cabernet Franc, Isabel Sport and Cabernet Sauvignon) and late (Trebiano and White Moscato). The cv. Chardonnay had the earliest maturation date, while the cv. White Moscato had the latest one. The vegetative cycle had an average duration of 266 days for the whole set of cultivars, ranging from 245 days for the cv. Concord to 280 days for the cv. Pinot Noir.

Key words: grape, budbreak, flowering, maturation, vegetative cycle

¹ Parte da tese de doutorado do primeiro autor apresentada à Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS.

² Eng. Agrônomo, Dr., EMBRAPA Uva e Vinho, Caixa Postal 130, CEP 95700-000- Bento Gonçalves, RS, e-mail: mandelli@cnpuv.embrapa.br

³ Eng. Agrônomo, Dr., Professor do Dep. Plantas Forrageiras e Agrometeorologia - UFRGS, bolsistas do CNPq. Recebido para publicação em 30-12-2003

INTRODUÇÃO

A videira cultivada em regiões de clima temperado apresenta ciclos vegetativos sucessivos intercalados por períodos de repouso. O ciclo vegetativo da videira é subdividido em vários períodos: o que inicia na brotação e vai até o fim do crescimento, chamado de período de crescimento; o que inicia na floração e se estende até a maturação dos frutos, chamado de período reprodutivo; o da parada do crescimento à maturação dos ramos, chamado de período de amadurecimento dos tecidos. Esses períodos vão-se sucedendo, existindo uma interdependência entre si, sendo que o desenrolar de um depende daquele que o precede (GALET, 1983).

As etapas por que passam as gemas desde sua formação até o início da brotação no ciclo seguinte, foram denominadas por POUGET (1966, 1972) como pré-dormência, entrada em dormência, dormência, quebra da dormência e pós-dormência.

Uma vez suplantado o processo de quebra da dormência (ação das baixas temperaturas), e à medida em que ocorre aumento da temperatura, as gemas tornam-se aptas a iniciar a brotação.

A brotação ocorre graças às reservas acumuladas no xilema. Essas reservas são utilizadas até que os novos tecidos formados estejam aptos a sustentar o desenvolvimento da brotação.

BAGGIOLINI (1952) utilizou 16 estádios fenológicos para descrever o processo sequencial de desenvolvimento de uma gema desde o repouso vegetativo até a queda das folhas.

Segundo GALET (1983), Pulliat foi o primeiro a estabelecer uma classificação de cepas tendo como base a época de maturação do cv. Chasselas Doré. Esta classificação separa os cultivares em cinco grupos, variando dos precoces, que amadurecem 15 dias antes do cv. Chasselas Doré, até os tardios, que maturam cerca de 45 dias após este cultivar tomado como referência.

Alguns trabalhos abordaram a fenologia da videira no Rio Grande do Sul, dentre eles os de GOBBATO (1940), BÁN (1979), DIAS et al. (1982), MANDELLI (1984), SOUSA (1996) e SCHIEDECK et al. (1997), os quais compararam a fenologia de diferentes cultivares na região da Serra Gaúcha ou em relação a outras regiões vitícolas. Entretanto, a maioria deles utilizaram poucos anos para a caracterização fenológica dos cul-

tivares.

O conhecimento dos estádios fenológicos é uma exigência da viticultura moderna, uma vez que possibilita a racionalização e otimização de práticas culturais, que são indispensáveis para o cultivo da videira. Por exemplo, a data da brotação possibilita a organização e racionalização da poda e a determinação da data do tratamento fitossanitário de inverno. A data da floração é fundamental para o monitoramento e controle das podridões do cacho e a data da maturação das uvas possibilita a organização dos trabalhos de campo (colheita e transporte) e da indústria (recebimento e uso de equipamentos enológicos).

Por esses motivos, estudos que envolvam caracterizar o comportamento da videira são necessários para o planejamento de seu cultivo, especialmente para as condições do Rio Grande do Sul, onde a videira ainda não foi suficientemente estudada.

Este trabalho teve como objetivo caracterizar a fenologia de doze cultivares de videira na região da Serra Gaúcha.

MATERIAL E MÉTODOS

A Serra Gaúcha está localizada na Encosta Superior da Serra do Nordeste do estado do Rio Grande do Sul, em um divisor de águas, numa linha que passa a nordeste da cidade de Caxias do Sul, seguindo pela cidade de Farroupilha até Garibaldi, quando inflete para o sul. Esse patamar termina de forma escarpada a leste e, vigorosamente recortado e festonado ao sul, oeste e norte pela rede hidrográfica, que forma as bacias do rio Caí e do rio das Antas, respectivamente (FALCADE et al., 1999).

O clima da região é, segundo a classificação climática de Köppen, do tipo Cfb, temperado úmido (MORENO, 1961).

A região é caracterizada por um relevo acidentado, com solos rasos e pedregosos, predominando os solos enquadrados na classificação brasileira como Brunizem Avermelhado, Litólico Eutrófico, Laterílico Bruno Avermelhado Distrófico, Cambissolo Húmico e Litólico Distrófico (FLORES et al., 1999).

Foram utilizados dados fenológicos do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS, das safras 1984/85 a 1993/94.

Os cultivares de videiras foram selecionados ou por serem os de maior expressão econômi-

ca na viticultura da Serra Gaúcha ou por apresentarem fenologia diferenciada, quando comparados com outros de seu grupo (viníferas ou americanas e/ou híbridos). Assim, para cada grupo, procurou-se selecionar cultivares de videiras com diferentes fenologias, principalmente quanto à data da brotação e colheita, de forma a poder trabalhar com cultivares precoces, médios e tardios, tanto para a brotação quanto para a colheita.

Os cultivares utilizados foram: viníferas brancas - cvs. 'Chardonnay', 'Moscato Branco', 'Riesling Itália' e 'Trebbiano'; viníferas tintas - cvs. 'Cabernet Franc', 'Cabernet Sauvignon', 'Merlot' e 'Pinot Noir'; americanos/híbridos - cvs. 'Concord', 'Isabel Sport', 'Niágara Branca' e 'Ives' (Bordô). O cv. Isabel Sport é um clone tetraplóide do cv. Isabel, entretanto apresenta fenologia e comportamento agrônomico diferenciado em relação ao material de origem.

As determinações fenológicas foram realizadas, para todos os cultivares, em cinco ou seis plantas, a partir do segundo ciclo vegetativo. Todos os cultivares foram enxertados no porta-enxerto 101-14 (*V. riparia* x *V. rupestris* (101-14 Mgt.)), conduzidos em espaldeira, com cinco fios de arame (o primeiro a 0,90m, o segundo a 1,10m, o terceiro e o quarto paralelos a 1,40m e o quinto a 1,80m acima do solo). A poda adotada foi do tipo Guyot duplo arqueado, com varas de 10 a 14 gemas e esporões de duas gemas, resultando em cerca de 60 mil a 85 mil gemas por hectare, para o espaçamento utilizado de 2,5 m entre filas x 1,5 m entre plantas. Em cada ano, a poda foi realizada na mesma data em todos os cultivares. Outras práticas culturais, como adubações, tratamentos fitossanitários, manejo da vegetação e do solo, foram efetuadas, uniformemente, em todas as plantas à medida das necessidades.

As determinações fenológicas foram efetuadas pela mesma pessoa nas dez safras estudadas.

As escalas fenológicas propostas por EICHHORN e LORENZ (1977) e BAILLOD e BAGGIOLINI (1993) foram tomadas como base para determinar as datas, a duração e o número médio de dias dos subperíodos.

A data do início da brotação foi considerada quando 50% das gemas atingiram o 3º estágio da descrição proposta por BAILLOD e BAGGIOLINI (1993), chamado estágio de ponta verde, quando começa a aparecer o jovem broto

sobre as gemas. O final da brotação foi considerado quando cessava a abertura das gemas, embora ainda pudessem permanecer gemas dormentes sobre os ramos.

A data do início da floração foi considerada quando as primeiras caliptras florais se separam da base do ovário, atingindo o 19º estágio da descrição de EICHHORN e LORENZ (1977). O final da floração se caracteriza pelo término da queda das caliptras.

A data do início da maturação foi considerada quando as primeiras bagas mudaram de coloração. Neste caso, as bagas dos cultivares de película branca se tornam translúcidas e as bagas dos cultivares tintas adquirem uma coloração avermelhada, o que corresponde ao 35º estágio da descrição de EICHHORN e LORENZ (1977). O final da maturação foi considerado como a data da colheita das uvas.

A data do início da queda das folhas foi considerada quando as primeiras folhas de todas as plantas iniciaram a queda. Considerou-se como final da queda das folhas quando as plantas perderam todas as folhas, que corresponde aos estádios 43º e 47º, respectivamente, descritos por EICHHORN e LORENZ (1977).

As diferenças fenológicas entre os doze cultivares de videira foram avaliadas utilizando-se a média, o desvio-padrão e o coeficiente de variação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 e a Figura 1 apresentam as datas médias e o número de dias, respectivamente, do início e do final da brotação dos doze cultivares de videira estudados. O cultivar mais precoce para iniciar a brotação foi 'Chardonnay' (23/8), seguido pelos cultivares 'Niágara Branca' (4/9), 'Pinot Noir' (6/9), 'Ives' (7/9), 'Riesling Itália' (9/9), 'Concord' (9/9), 'Merlot' (13/9), 'Cabernet Franc' (13/9), 'Isabel Sport' (14/9), 'Cabernet Sauvignon' (18/9), 'Trebbiano' (22/9) e 'Moscato Branco' (1/10). O final da brotação mais precoce ocorreu no cv. Chardonnay (24/9) e o mais tardio no cv. Moscato Branco (24/10).

Observa-se que ocorreu uma diferença de 40 dias entre a data média do início da brotação do cultivar mais precoce em relação ao início da brotação do mais tardio e uma diferença de 31 dias entre o final da brotação do mais precoce em relação ao mais tardio. Utilizando-se como critério a

data média do início da brotação, estes cultivares podem ser divididos em três grupos: a) precoces, quando iniciam a brotação até o dia 10 de setembro; b) médios, quando iniciam a brotação entre 11 e 20 de setembro; c) tardios, quando iniciam a brotação após o dia 20 de setembro.

Seguindo-se essa classificação, são considerados cultivares de brotação precoce o 'Chardonnay', 'Niágara Branca', 'Pinot Noir', 'Ives', 'Riesling Itálico' e 'Concord'; médio o 'Merlot', 'Cabernet Franc',

'Isabel Sport' e 'Cabernet Sauvignon'; tardio o 'Trebbiano' e 'Moscato Branco'. Para Caxias do Sul, GOBBATO (1940) também considerou como cultivares de brotação precoce, entre outros, 'Riesling Itálico'; de brotação médio, 'Merlot' e 'Cabernet Franc' e tardio, 'Trebbiano' e 'Moscato Branco'. Já para a Argentina, VEGA (1969) considerou como cultivar precoce 'Merlot', tardio 'Cabernet Franc' e mais tardio 'Trebbiano'.

Tabela 1. Datas médias de ocorrência das diferentes fases fenológicas e desvios-padrão (DP), em dias, para 12 cultivares de videira. Bento Gonçalves, RS, período 1984/85 a 1993/94

Cultivar	Brotação				Floração				Maturação				Queda das folhas			
	Início	DP	Final	DP	Início	DP	Final	DP	Início	DP	Final	DP	Início	DP	Final	DP
Chardonnay	23/8	8	24/9	7	16/10	7	03/11	6	23/12	5	24/1	7	24/4	12	28/5	16
Niágara Br. ¹	04/9	7	03/10	8	09/10	13	23/10	7	23/12	15	30/1	20	14/4	15	16/5	11
Pinot Noir	06/9	5	01/10	8	24/10	6	08/11	6	30/12	7	25/1	7	10/5	13	11/6	11
Ives ²	07/9	7	04/10	11	18/10	10	01/11	7	25/12	8	26/1	8	11/4	17	22/5	19
Riesling It.	09/9	5	07/10	7	28/10	5	13/11	8	11/1	6	08/2	7	03/5	10	14/6	11
Concord	09/9	6	30/9	7	20/10	5	03/11	5	03/1	5	05/2	7	03/4	14	11/5	15
Merlot	13/9	4	13/10	5	29/10	8	15/11	6	06/1	7	08/2	5	12/5	13	17/6	16
C. Franc	13/9	5	16/10	6	30/10	5	14/11	7	09/1	5	22/2	6	16/5	12	17/6	9
Isabel Sport ³	14/9	6	12/10	5	24/10	7	05/11	5	11/1	7	15/2	11	23/4	10	29/5	7
C. Sauvignon	18/9	6	19/10	5	02/11	6	19/11	7	09/1	8	25/2	6	16/5	11	16/6	9
Trebbiano ²	22/9	7	21/10	6	08/11	5	19/11	7	15/1	7	25/2	11	26/4	19	14/6	24
Moscato Br.	01/10	7	24/10	5	12/11	5	26/11	6	21/1	8	03/3	8	03/5	13	05/6	17

¹Período 1989/97; ²Período 1985/95; ³Período 1988/97

O número relativamente reduzido de trabalhos que objetivam determinar uma escala precisa de brotação para os principais cultivares de uma região pode ser explicado pela grande variabilidade da data da brotação, em função das condições climáticas anuais e da variabilidade genética entre indivíduos (HUGLIN, 1986; JONES e DAVIS,

2000). Segundo POUGET (1988), para o estabelecimento de uma escala precisa, capaz de distinguir cultivares que apresentam diferenças mínimas, é imperativo que se adote uma metodologia rigorosa e que se efetue observações da brotação durante um longo período, para o mesmo local.

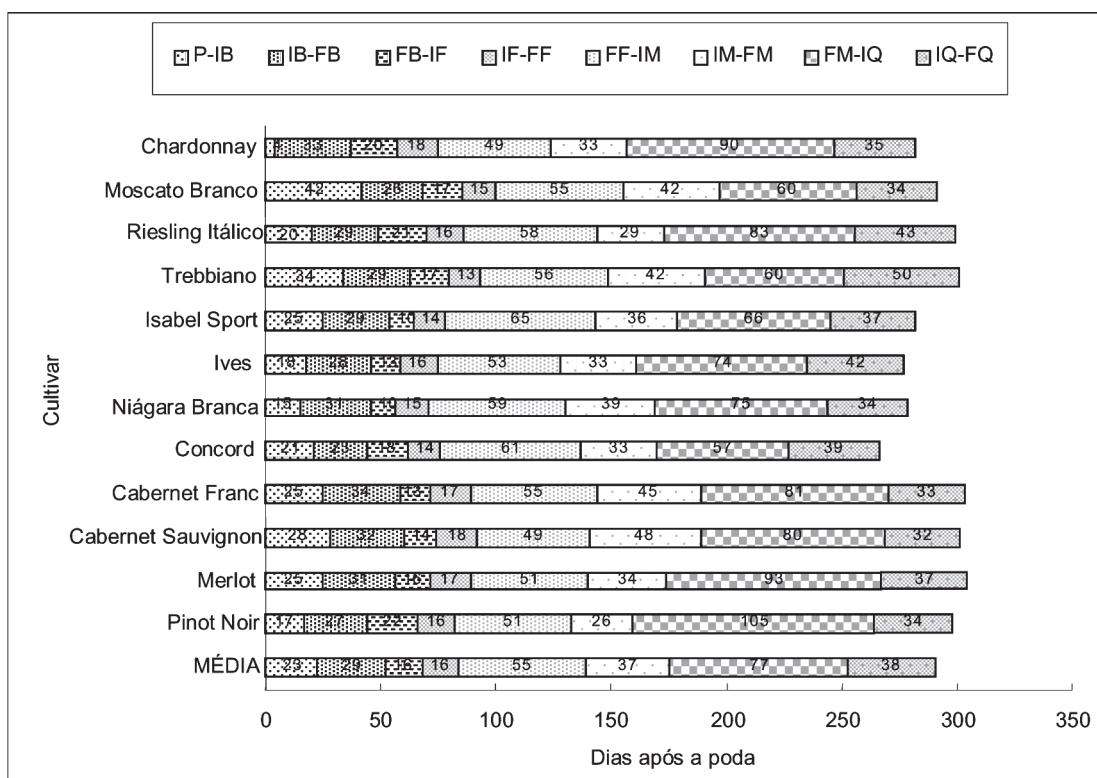


Figura 1. Número médio de dias para a realização dos subperíodos, entre início (I) e final (F), da poda (P), da brotação (B), floração (F), maturação (M) e queda das folhas (Q), em 12 cultivares de videira. Bento Gonçalves, RS, período 1984/85 a 1993/94

A Figura 1 mostra que o número médio de dias necessários entre o início e o final da brotação foi 29 dias, confirmando as observações de BRANAS et al. (1946) de que as gemas não iniciam a brotação ao mesmo tempo e que essa variação é causada por diferentes níveis de dormência em que elas se encontram, bem como de sua localização na planta.

Essas diferenças apresentadas, quanto à época de brotação, podem ser atribuídas à constituição genética de cada planta, mas estão subordinadas às condições meteorológicas do local, principalmente da temperatura. Plantas jovens ou fracas antecipam a data do início da brotação, ao passo que nas cepas vigorosas ocorre um atraso. A localização do vinhedo, sua exposição e declividade, bem como o solo, através de sua coloração, temperatura, textura, teor de umidade e profundidade, também interfere na data da brotação (VEGA, 1969).

Comparando-se a data média de início de brotação dos cultivares com aquelas de regiões pró-

ximas ao local em estudo, ou de países da América do Sul, como os resultados obtidos por GOBBATO (1940) para Caxias do Sul, ZULUAGA et al. (1971) para a Argentina, DIAS et al. (1982) para a Serra Gaúcha, MANDELLI (1984) para Bento Gonçalves, VILLASECA et al. (1988) para o Chile, constata-se que as localidades próximas apresentaram datas fenológicas semelhantes às que foram determinadas nesse estudo. Quando comparadas com dados obtidos na Argentina e no Chile, houve antecipação de até três semanas, que pode ser atribuída, principalmente, ao efeito da temperatura, em função da latitude.

As Figuras 2 a 7 apresentam, para cada ano, o número de dias e as datas dos diferentes subperíodos fenológicos para os doze cultivares estudados. Verifica-se que houve variação entre anos, de 14 a 24 dias nas datas de início da brotação, para um mesmo cultivar, mas que o comportamento fenológico entre os diferentes cultivares apresentou homogeneidade nos diversos anos estudados.

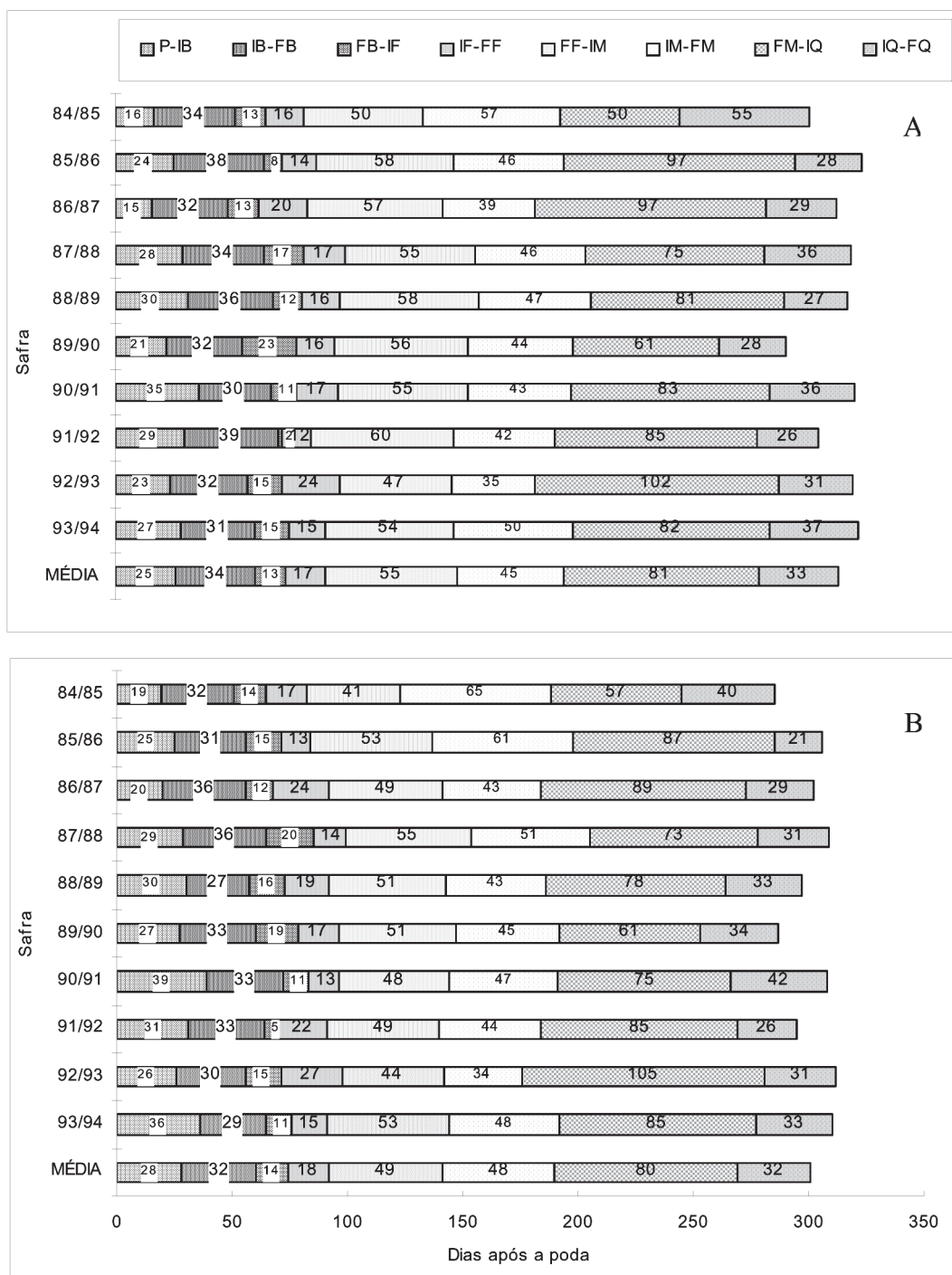


Figura 2. Número de dias para a realização dos subperíodos, entre início (I) e final (F), da poda (P), da brotação (B), floração (F), maturação (M) e queda das folhas (Q) dos cvs. Cabernet Franc (A) e Cabernet Sauvignon (B), período 1984/85 a 1993/94. Bento Gonçalves, RS.

FENOLOGIA DA VIDEIRA NA SERRA GAÚCHA

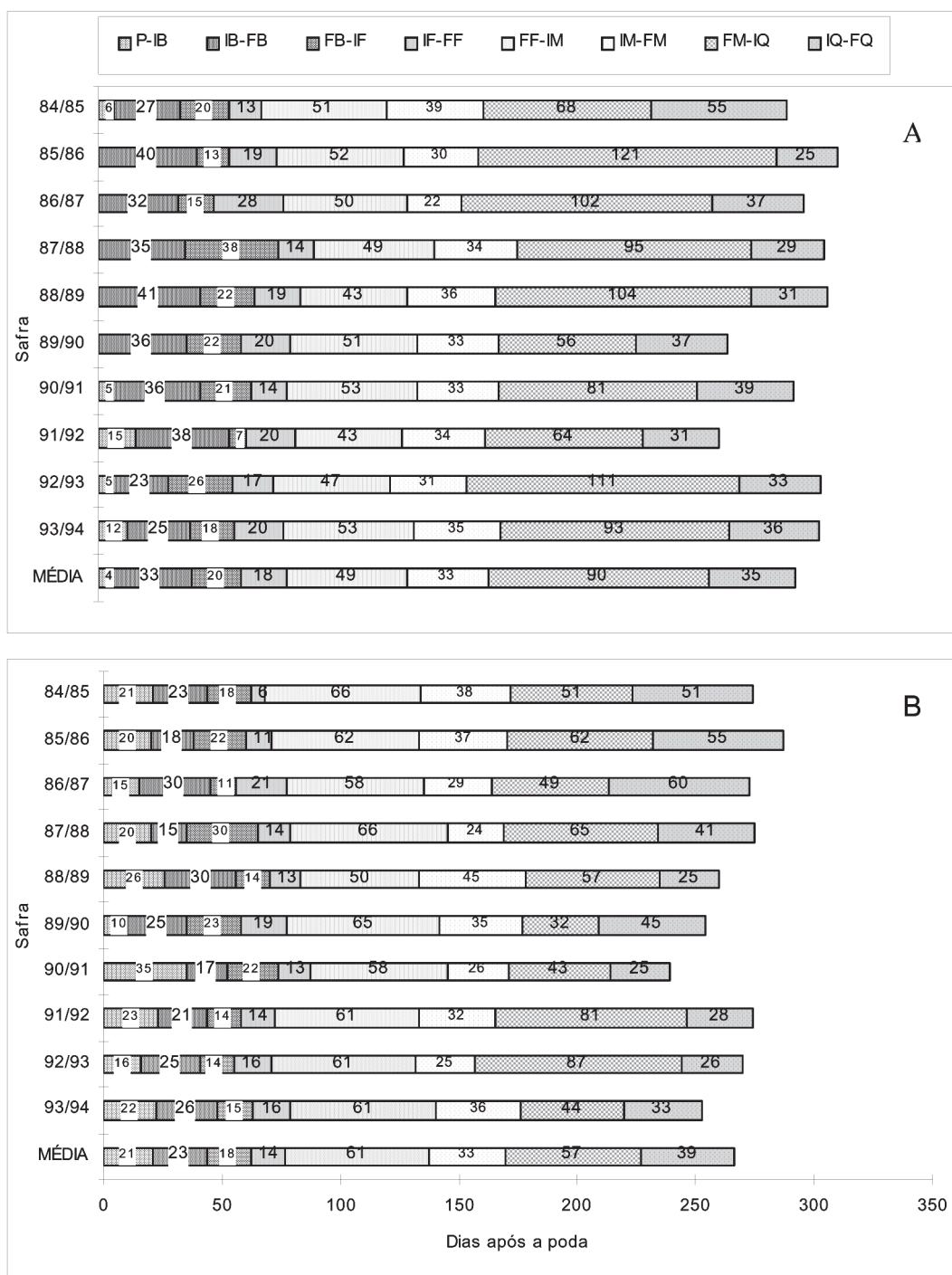


Figura 3. Número de dias para a realização dos subperíodos, entre início (I) e final (F), da poda (P), da brotação (B), floração (F), maturação (M) e queda das folhas (Q) dos cvs. Chardonnay (A) e Concord (B), período 1984/85 a 1993/94. Bento Gonçalves, RS.

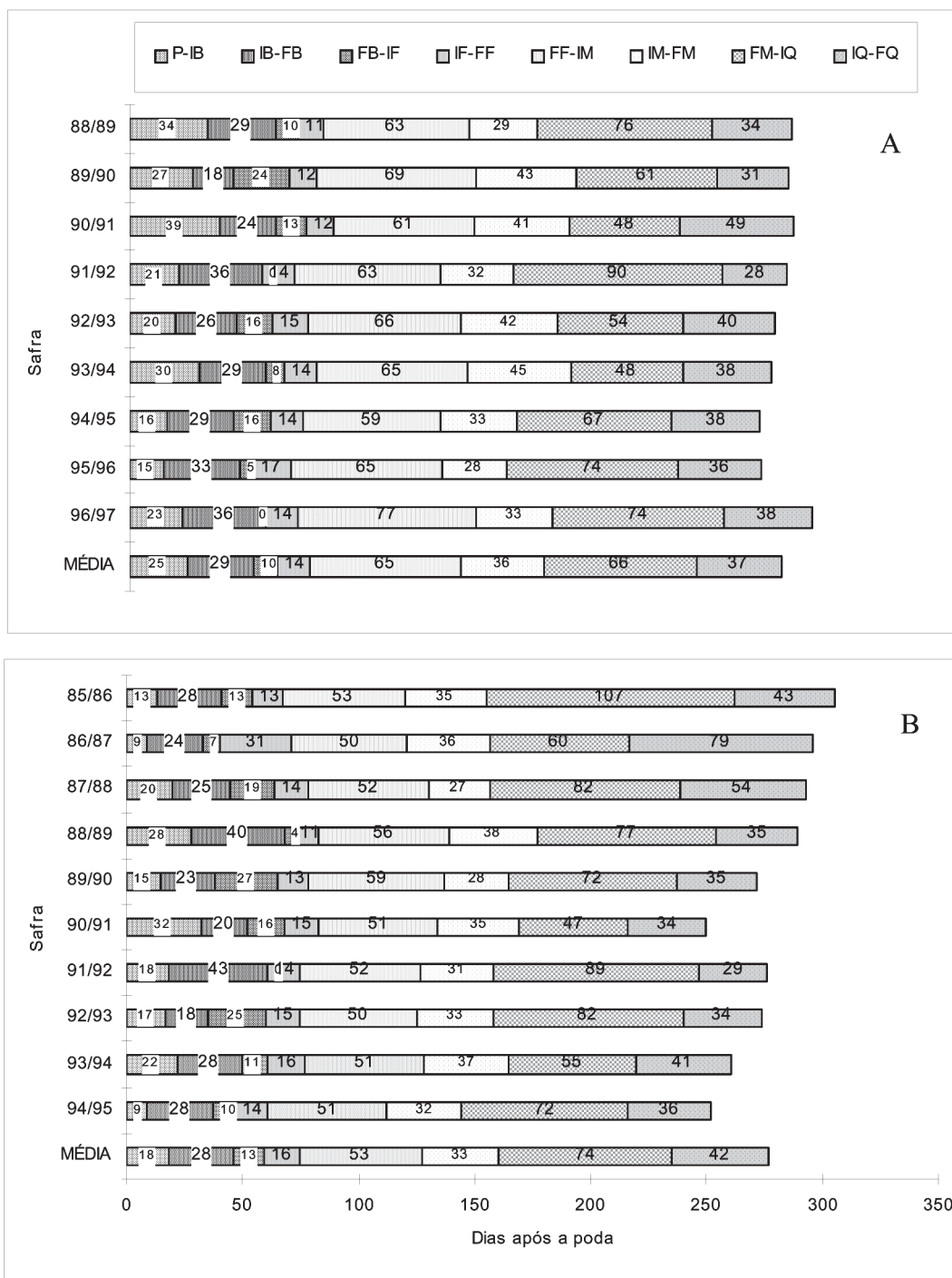


Figura 4. Número de dias para a realização dos subperíodos, entre início (I) e final (F), da poda (P), da brotação (B), floração (F), maturação (M) e queda das folhas (Q) dos cvs. Isabel Sport (A) e Ives (B), período 1988/89 a 1996/97 e 1985/86 a 1994/95, respectivamente. Bento Gonçalves, RS.

FENOLOGIA DA VIDEIRA NA SERRA GAÚCHA

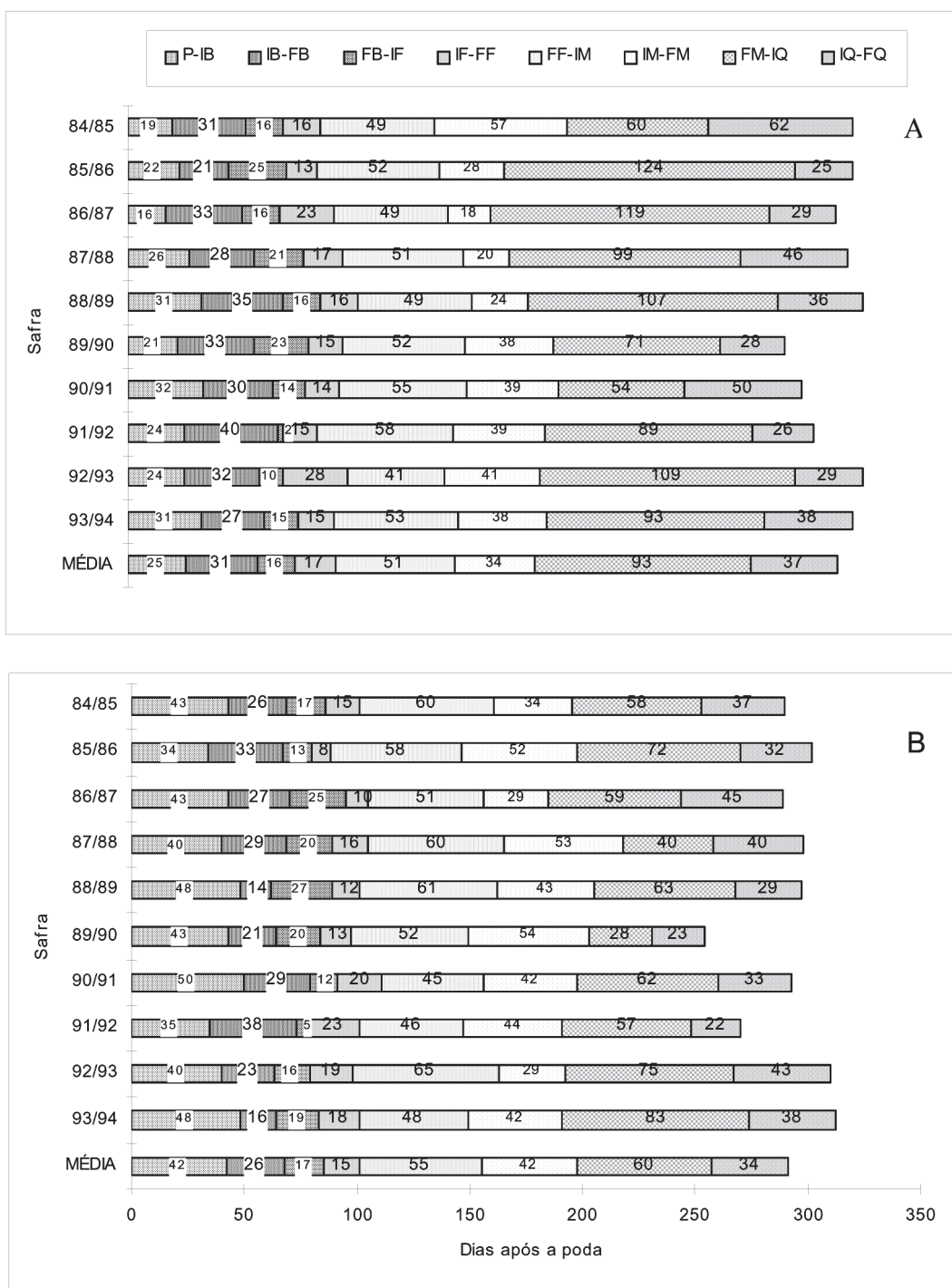


Figura 5. Número de dias para a realização dos subperíodos, entre início (I) e final (F), da poda (P), da brotação (B), floração (F), maturação (M) e queda das folhas (Q) dos cvs. Merlot (A) e Moscato Branco (B), período 1984/85 a 1993/94. Bento Gonçalves, RS.

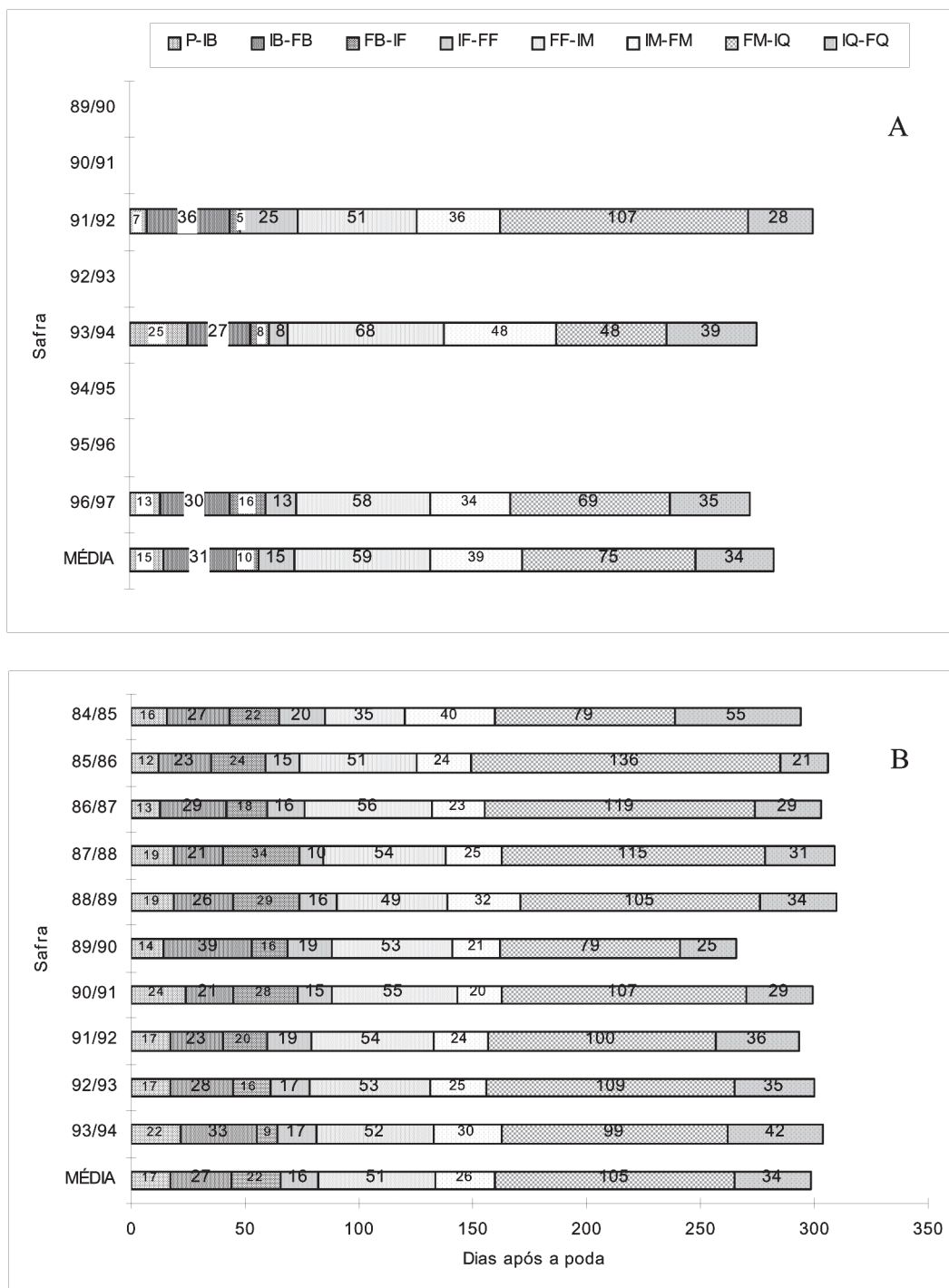


Figura 6. Número de dias para a realização dos subperíodos, entre início (I) e final (F), da poda (P), da brotação (B), floração (F), maturação (M) e queda das folhas (Q) dos cvs. Niágara Branca (A) e Pinot Noir (B), período 1991/92 a 1996/97 e 1984/85 a 1993/94, respectivamente. Bento Gonçalves, RS.

FENOLOGIA DA Videira Na Serra Gaúcha

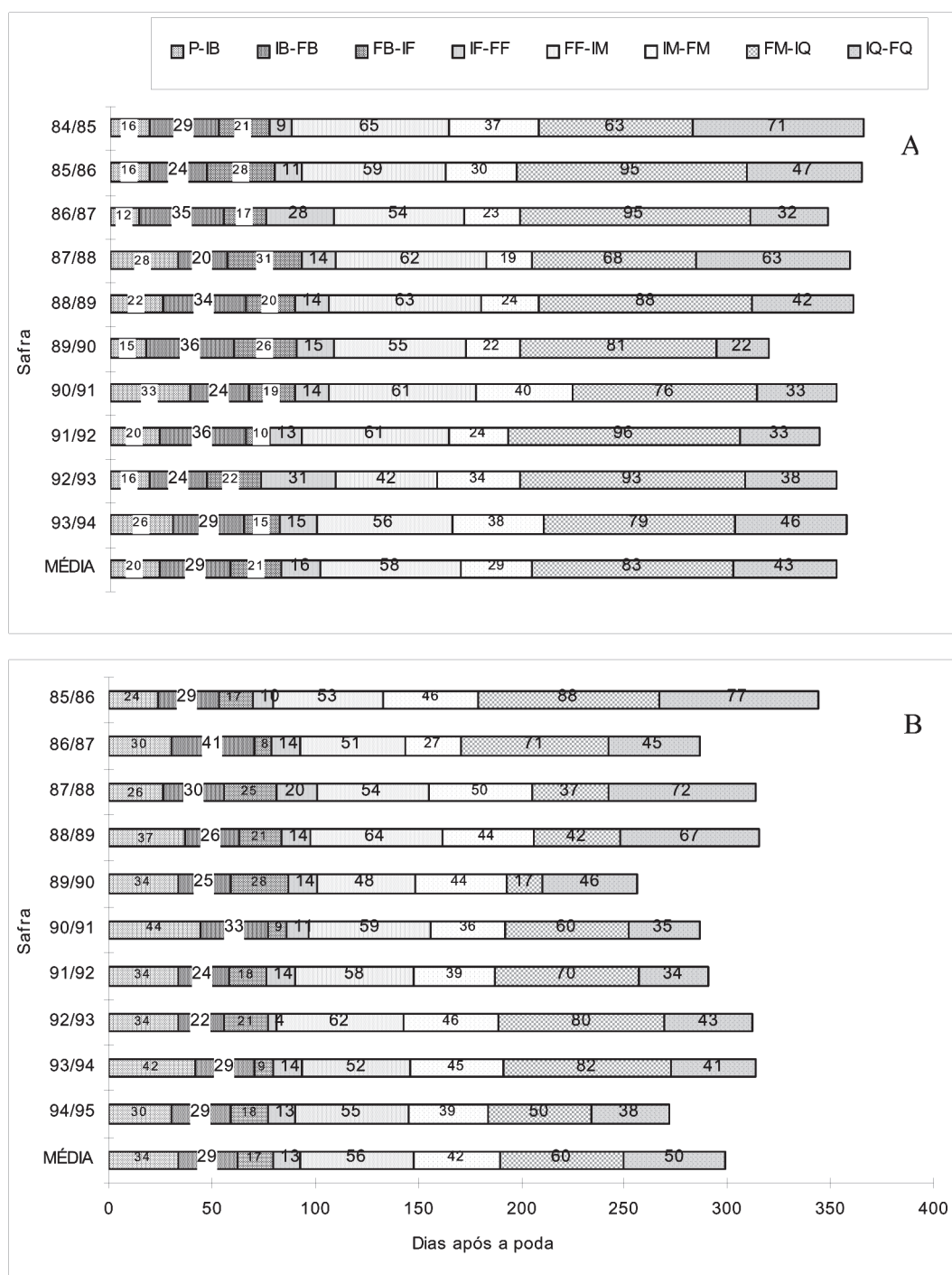


Figura 7. Número de dias para a realização dos subperíodos, entre início (I) e final (F), da poda (P), da brotação (B), floração (F), maturação (M) e queda das folhas (Q) dos cvs. Riesling Itália (A) e Trebbiano (B), período 1984/85 a 1993/94 e 1985/86 a 1994/95, respectivamente. Bento Gonçalves, RS.

Resultados similares foram obtidos por MUÑOZ et al. (1997), com as principais videiras espanholas, cultivadas em Madri, os quais constataram variações na fenologia em função das condições meteorológicas de cada ano, embora o comportamento relativo entre as cultivares tenha-se mantido homogêneo. Isso está de acordo com McINTYRE et al. (1982), os quais verificaram que a variação climática sazonal causou antecipação ou retardamento da fenologia em toda a população de videiras da Universidade de Davis, Califórnia.

Nos anos agrícolas de 1985/86, 1986/87 e 1987/88 a data do início da brotação foi antecipada para todos os cultivares, quando comparadas com as respectivas datas médias, enquanto que nos anos agrícolas 1984/85, 1988/89, 1990/91, 1992/93 e 1993/94 ocorreu um retardamento, para a maioria dos cultivares, na data do início da brotação. Analisando-se o número de horas de frio, com temperaturas inferiores a 10°C, no período junho, julho e agosto, constata-se que, nos anos em que ocorreu antecipação na data da brotação, o somatório foi de 546 h, 440 h e 709 h, respectivamente, enquanto que nos anos em que ocorreu atraso na data da brotação ele foi de 773 h, 811 h, 778 h, 749 h e 724 h, respectivamente. Isto vem confirmar que o padrão fenológico dos diferentes cultivares, quanto à brotação, está principalmente relacionado a temperatura do ar (BRANAS et al., 1946; POUGET, 1966; COSTACURTA e ROSELLI, 1980). Por outro lado McINTYRE et al. (1982), JACKSON e CHERRY (1988) e MUÑOZ et al. (1997) sugerem a combinação da temperatura do ar e da radiação solar, como um indicador para a data da brotação da videira.

A classificação baseada na época de brotação é importante para os viticultores, pois permite que os mesmos possam utilizar cultivares de brotação precoce em locais com baixo risco de ocorrência de geadas tardias, e cultivares de brotação tardia em locais propensos à geadas tardias. Isto está sendo aplicado pelos viticultores da região da Serra Gaúcha, localizados em topoclimas sujeitos às geadas tardias. Aliado a isso, eles realizam a poda de inverno mais tarde, quando as gemas das extremidades dos ramos já brotaram, e com isto conseguem retardar, por alguns dias, a data do início da brotação e assim, muitas vezes, evitar os danos potenciais dessas geadas. A exposição do vinhedo, o sistema de condução, o tipo e

manejo do solo, bem como o porta-enxerto empregado também podem retardar, em alguns dias, a data da brotação.

Na Tabela 1 e na Figura 1 observa-se que ocorreu uma diferença de 35 dias entre a data média do início da floração mais precoce em relação à mais tardia e, também, uma diferença de 35 dias entre o final da floração mais precoce em relação à mais tardia. Os dados da Tabela 1 e das Figuras 2 a 7 mostram que os cultivares precoces para a brotação apresentaram-se precoces, também, para a floração, embora a seqüência da floração, entre os cultivares, não tenha sido a mesma da brotação. Constata-se, ainda, que o número médio de dias exigidos entre o início e o final da floração foi de 16 dias; no cv. Trebbiano este subperíodo durou 13 dias, enquanto que para os cvs. Chardonnay e Cabernet Sauvignon durou 18 dias.

As datas médias da floração obtidas nesse trabalho são semelhantes às encontradas por GOBBATO (1940), DIAS (1959), BÁN (1979) e MANDELLI (1984), para a viticultura da Serra Gaúcha. Na comparação com localidades argentinas e chilenas, ocorreu melhor proximidade das datas médias do início da floração em relação às datas do início da brotação, comentadas anteriormente. De um modo geral, constata-se que o subperíodo início da brotação-final da floração é mais curto naqueles países do que na Serra Gaúcha.

Quanto ao número de dias do início da maturação (mudança de cor das bagas) e do final da maturação (colheita) (Tabela 1 e a Figura 1), observa-se uma diferença de 30 dias entre a data média do início da maturação do cultivar mais precoce em relação à mais tardia e uma diferença de 39 dias entre o final da maturação da mais precoce em relação à mais tardia. O cv. Chardonnay (24/1) foi o mais precoce para a maturação dos frutos, seguido pelos cvs. Pinot Noir (25/1), Ives (26/1), Niágara Branca (30/1), Concord (5/2), Riesling Itálico e Merlot (8/2), Isabel Sport (15/2), Cabernet Franc (22/2), Cabernet Sauvignon, Trebbiano (25/2) e Moscato Branco (3/3). A maior variabilidade apresentada pelo cv. Niágara Branca pode ser atribuída ao reduzido número de anos utilizados para a sua caracterização.

Os resultados mostram ainda que o número médio de dias necessários entre o início e o final da maturação, considerando-se todos os cultivares, foi de 37 dias. O cv. Pinot Noir necessitou 26 dias

para realizar este subperíodo, enquanto o cv. Cabernet Sauvignon exigiu 48 dias.

Na comparação das datas médias do início e do final da maturação dos cultivares objeto deste estudo com aqueles de regiões do Rio Grande do Sul (GOBBATO, 1940; DIAS, 1959; SOUSA, 1996; BÁN, 1979; DIAS et al., 1982; MANDELLI, 1984) constata-se que as datas são semelhantes. Já em relação à viticultura argentina (ZULUAGA et al., 1971; RODRÍGUEZ et al., 2000) e chilena (VILLASECA et al., 1988), as datas podem variar em mais de 30 dias, sendo mais tardias nesses países em função das menores temperaturas devido ao efeito da latitude. Ainda, estes climas são secos no período de maturação, o que permite aos viticultores realizarem a colheita sem risco de ocorrência de podridões.

Verifica-se, através dos resultados das Figuras 2 a 7 que, para o mesmo cultivar, ocorrem variações entre os anos, nas datas de início e do final da maturação, embora o padrão fenológico dos diferentes cultivares apresente uma certa homogeneidade entre os anos estudados. A data do início da maturação foi antecipada em todos os cultivares nos anos agrícolas 1985/86 e 1991/92 e, para a maioria dos cultivares, nos anos agrícolas de 1986/87 e 1993/94, quando comparadas com as respectivas datas médias. Para os anos agrícolas de 1990/91 e 1992/93, ocorreu atraso no início da maturação na maioria dos cultivares. A data do final da maturação foi antecipada no ano agrícola 1986/87 em todos os cultivares e para a maioria deles, nos anos agrícolas 1985/86 e 1991/92. Para os anos agrícolas 1984/85, 1988/89 e 1989/90 ocorreu um retardamento na data da colheita.

As condições meteorológicas, o estado nutricional e fitossanitário da planta, a carga de gemas, o sistema de condução, entre outros fatores, atuam sobre a data da maturação. De um modo geral, plantas com excessiva carga apresentam maturação irregular e desequilíbrio na relação quantidade/qualidade. Vinhedos com elevados teores de nitrogênio no solo aumentam o crescimento vegetativo, capaz de promover desequilíbrio entre a parte vegetativa e a produção de frutos.

Por outro lado, a colheita está diretamente associada às condições meteorológicas que ocorrem nos dias que antecedem a sua realização. A incidência de moléstias fúngicas, principalmente a podridão do cacho, acelera a colheita dos cultiva-

res mais sensíveis a esse fungo.

A maioria dos países vitícolas adota a clássica escala de maturação proposta por Pulliat (GALET, 1983), baseada na época de maturação do cv. Chasselas Doré. Para adotar essa escala na Serra Gaúcha, foi determinada a data média de maturação do cv. Chasselas Doré como 29/1, empregando-se dados fenológicos dos anos agrícolas de 1984/85 a 1993/94, de videiras localizadas e conduzidas nas mesmas condições das utilizadas neste estudo. Baseando-se nessa classificação, tem-se, para os cultivares estudados, como pertencentes à primeira época de maturação, aqueles que maturam 5 a 6 dias antes ou após o cv. Chasselas Doré, que são 'Chardonnay', 'Pinot Noir', 'Ives', 'Niágara Branca' e 'Concord'; de segunda época de maturação, aqueles que maturam 12 a 15 dias após o cv. Chasselas Doré, que são 'Riesling Itália', 'Merlot' e 'Isabel Sport'; de terceira época de maturação, aqueles que maturam 25 a 30 dias após o cv. Chasselas Doré, que são 'Cabernet Franc', 'Cabernet Sauvignon', 'Trebiano' e 'Moscato Branco'.

Uma classificação baseada, exclusivamente, na época de maturação dos principais cultivares viníferos representativos da região da Serra Gaúcha, enquadra como cultivares de maturação precoce 'Chardonnay' e 'Pinot Noir'; de maturação intermediária os cvs. 'Riesling Itália' e 'Merlot'; e tardia os cvs. Cabernet Franc, Cabernet Sauvignon e Moscato Branco (MANDELLI e ZANUZ, 1995).

A classificação de cultivares segundo a época de maturação permite implantar vinhedos com cultivares que apresentam fenologias diferentes, a fim de facilitar as práticas culturais, bem como o escalonamento da colheita e da vinificação. Sabendo-se a data média de maturação para os diferentes cultivares, é possível programar a sequência dos cultivares a serem colhidos e industrializados (GOBBATO, 1940).

Nos resultados da Tabela 1 e Figura 1 observa-se que ocorreu uma diferença de 31 dias nas datas médias do início da queda das folhas, entre o cultivar mais precoce e o mais tardio e de 38 dias entre o final da queda das folhas mais precoce, em relação à mais tardia. A maior variabilidade nos dados deste subperíodo, em relação aos anteriores, pode ser devido às condições meteorológicas, principalmente de geadas precoces, que antecipam a queda natural das folhas, embora, muitas vezes, a incidência de doen-

ças fúngicas seja a principal causa.

Observa-se, também, que o número de dias entre o início e o final da queda das folhas foi, em média, de 38 dias, com valores extremos de 32 dias para ‘Cabernet Sauvignon’ e 50 dias para ‘Trebiano’. As datas médias obtidas conferem com aquelas relatadas por GOBBATO (1940), mas diferem, em alguns dias, daquelas mencionadas por BÁN (1979) e MANDELLI (1984).

Diversos pesquisadores consideram importante a data do amarelecimento das folhas, ou seja, o processo gradativo e natural da queda das folhas. Entretanto, no manejo convencional das videiras na Serra Gaúcha, muitos produtores suspendem os tratamentos fitossanitários após a colheita, embora a recomendação seja de continuar os tratamentos com fungicidas (SÔNEGO et al., 2003), e as plantas ficam expostas ao ataque de fungos. Devido aos danos que causam, esses fungos antecipam a queda das folhas e, possivelmente, reduzem o número de gemas que brotam, no próximo ciclo vegetativo. As chuvas, os ventos e, principalmente, as geadas precoces também podem acelerar a queda das folhas.

A Tabela 2 apresenta, para os doze cultivares de videira, o número médio de dias para outros

subperíodos, cujas observações são assinaladas a seguir:

a) Início da brotação-início da floração (IB-IF). Constata-se uma diferença de 20 dias entre o cultivar que necessitou o menor número de dias (35, cv. Niágara Branca) e o que necessitou o maior número de dias (55, cv. Chardonnay). Segundo CALÓ et al. (1984), este subperíodo é mais dependente das condições ambientais do que do genótipo de cada cultivar.

b) Início da brotação-início da maturação (IB-IM). Para a realização deste subperíodo ocorreu uma diferença de 15 dias entre o cultivar mais precoce (110, cv. Ives) e o mais tardio (125, cv. Riesling Itálico).

c) Início da brotação-final da maturação (IB-FM). Para a realização da colheita constata-se uma diferença de 21 dias entre o cultivar que necessitou menor número de dias (142, cvs. Pinot Noir e Ives) e o que necessitou maior número de dias (163, cv. Cabernet Franc). Para a região de Bordeaux, França, JONES e DAVIS (2000) encontraram desvio-padrão de 19 dias para este subperíodo fenológico, utilizando dados de 46 anos, enquanto que neste estudo o desvio-padrão médio foi de 8 dias.

Tabela 2. Número médio de dias para a ocorrência dos subperíodos, com os respectivos desvios-padrão (DP) e coeficiente de variação (CV, em %), para 12 cultivares de videira. Bento Gonçalves, RS, período 1984/85 a 1993/94

Cultivar	IB-IF	DP	CV	IB-IM	DP	CV	IB-FM	DP	CV	IB-FQ	DP	CV	FQ-IB	DP	CV
Chardonnay	55	9,2	16,4	122	8,5	6,6	154	8,7	5,8	279	19,5	7,2	88	20,3	21,7
Moscato Br.	43	5,5	14,0	113	7,4	6,2	154	11,2	7,1	248	17,5	7,3	120	18,5	14,5
Riesling Itálico	51	5,8	11,8	125	6,7	5,6	153	4,6	3,3	279	11,2	3,9	88	15,9	17,1
Trebiano ¹	48	5,4	10,4	116	7,2	6,0	157	10,9	7,0	266	28,6	10,9	100	26,6	25,1
Isabel Sport ²	40	3,4	7,5	119	5,6	5,0	154	8,7	5,8	257	7,5	2,7	111	3,2	2,7
Ives ¹	42	5,2	11,9	110	5,6	5,5	142	5,4	3,5	259	22,3	8,5	107	18,9	16,7
Niágara Br. ³	35	7,6	22,9	111	8,1	7,2	149	11,1	7,4	255	16,2	6,3	112	8,6	7,1
Concord	42	3,8	9,5	117	7,9	6,8	149	8,4	5,4	245	18,0	7,4	120	17,7	13,9
C. Franc	48	4,2	8,3	119	5,1	4,2	163	6,6	4,3	278	9,4	3,2	90	11,1	12,9
C. Sauvignon	47	5,4	10,6	114	7,6	7,0	161	9,0	5,6	273	9,2	3,3	96	9,8	9,6
Merlot	48	4,7	10,4	116	4,7	4,3	149	10,0	6,7	278	12,3	4,3	90	15,1	15,8
Pinot Noir	49	5,1	10,2	117	7,1	6,0	142	4,6	3,5	280	12,6	4,6	88	14,2	15,1
Média	46	5,4	11,9	117	6,8	5,9	152	8,3	5,5	266	14,6	5,8	101	15,0	14,4

¹Período 1985/95; ²Período 1988/97; ³Período 1989/97

IB-IF= início da brotação-início da floração; IB-IM= início da brotação-início da maturação; IB-FM= início da brotação-final da maturação; IB-FQ= início da brotação-final da queda das folhas; FQ-IB= final da queda das folhas-início da brotação.

d) Início da brotação-final da queda das folhas (IB-FQ). Houve diferença de 35 dias entre o cultivar que realizou o ciclo vegetativo mais precocemente (245, cv. Concord), em relação àquele mais tardio (280, cv. Pinot Noir).

e) Final da queda das folhas-início da brotação (FQ-IB). Este intervalo corresponde ao número de dias em que as mudanças morfológicas deixam de ser visíveis, quando a videira permanece em repouso. Para o período de repouso hibernar constata-se uma diferença de 32 dias entre os cultivares mais precoces (88, cvs. Chardonnay e Pinot Noir) e os mais tardios (120, cvs. Moscato Branco e Concord).

As maiores variações ocorreram nos subperíodos IB-FQ e FQ-IB cujas principais causas já foram discutidas anteriormente.

CONCLUSÕES

Os cultivares de videira, quanto à brotação, podem ser classificados em precoce ('Chardonnay', 'Niágara Branca', 'Pinot Noir', 'Ives', 'Riesling Itália' e 'Concord'), média ('Merlot', 'Cabernet Franc', 'Isabel Sport', e 'Cabernet Sauvignon') e tardia ('Trebiano' e 'Moscato Branco').

Os cultivares de brotação precoce apresentaram-se precoce também para a floração.

Os cultivares são classificados quanto à maturação em: de primeira época de maturação, os cvs. Chardonnay, Pinot Noir, Ives, Niágara Branca e Concord; de segunda época de maturação, os cvs. Riesling Itália, Merlot e Isabel Sport; de terceira época de maturação, os cvs. Cabernet Franc, Cabernet Sauvignon, Trebiano e Moscato Branco.

Os cvs. Pinot Noir e Ives foram os mais precoces para atingir o subperíodo brotação-maturação enquanto o cv. Cabernet Franc foi o mais tardio.

O ciclo vegetativo médio dos cultivares foi de 266 dias, sendo os valores extremos de 245 dias no cv. Concord e 280 dias no cv. Pinot Noir.

AGRADECIMENTOS

Ao Eng. Agrônomo Umberto Almeida Camargo, responsável pelo Banco Ativo de Germoplasma da Uva do Centro Nacional de Pesquisa de Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS, pela cédência dos dados fenológicos, à Eng. Agrôn. Ana Beatriz C. Czermainski pelo suporte em estatística e à Embrapa e ao PSPPG/CNPq-FAPERGS pelo auxílio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAGGIOLINI, M. Les stades répers dans le développement annuel de la vigne et leur utilisation pratique. **Revue Romande d'Agriculture, de Viticulture et d'Arboriculture**, Lausanne, v. 8, p.4-6, 1952.
- BAILLOD, M.; BAGGIOLINI, M. Les stades répers de la vigne. **Revue Suisse de Viticulture Arboriculture Horticulture**, Lausanne, v.28, p.7-9, 1993.
- BÁN, A. D. **Estudo ampelográfico dos principais cultivares do Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Ipagro, 1979. 166p. (Série Boletim Técnico, 5).
- BRANAS, J.; BERNON, G.; LEVADOUX, L. **Éléments de viticulture générale**. Montpellier: École Nationale d'Agriculture de Montpellier, 1946. 400p.
- CALÓ, A.; COSTACURTA, A.; CANCELLIER, S. Ricerca sulla risposta del genotipo alla variazione delle condizioni ambientali: 1º- Influenza sulla fenologia. **Rivista di Viticoltura e di Enologia**, Conegliano, v.37, n.2, p.51-57, 1984.
- COSTACURTA, A.; ROSELLI, G. Fattori climatici ed edafici che condizionano gli impianti dei vigneti. **Rivista di Viticoltura e di Enologia**, Conegliano, v.10, p.469-480, 1980.
- DIAS, M. F. A variedade na renovação dos vinhedos riograndenses. **Agronomia Sul-Riograndense**, Porto Alegre, n.4, p.43-55, 1959.
- DIAS, M. F.; CAMARGO, U. A.; LOVATEL, J. L.; MANDELLI, F. **A cultivar de videira Sémillon**: características e comportamento no Rio Grande do Sul. Bento Gonçalves: Embrapa/UEPAE de Bento Gonçalves; Porto Alegre: IPAGRO/Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, 1982. 35p. (Circular Técnica, 8).
- EICHHORN, K. W. ; LORENZ, H. K. **Phänologische Entwicklungsstadien der Rebe**. Quelle: Sonderdruck Der Deutsche Weinbau, 1977. 1v.
- FALCADE, I.; MANDELLI, F.; FLORES, C. A.; FASOLO, P. J.; POTTER, R. O. **Vale dos Vinhedos**: caracterização geográfica da região. Caxias do Sul: EDUCS, 1999. 144p.
- FLORES, C. A.; FASOLO, P. J.; POTTER, R. O. Solos: Levantamento semidetalhado. In: FALCADE, I. et al. **Vale dos Vinhedos**: caracterização geográfica da região. Caxias do Sul: EDUCS, 1999. p.87-134.
- GALET, P. **Précis de viticulture**. 4.ed. Montpellier: Déhan, 1983. 584p.
- GOBBATO, C. **Manual do vitivinicultor brasileiro**. Porto Alegre: Globo, 1940. v.1, 422p.
- HUGLIN, P. **Biologie et écologie de la vigne**. Lousanne: Payot, 1986. 372p.
- JACKSON, D. I.; CHERRY, N. J. Prediction of a district's

- grape-ripening capacity using a latitude-temperature index (LTI). **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v.39, n.1, p. 19-28, 1988.
- JONES, G. V.; DAVIS, R. E. Climate influences on grapevine phenology, grape composition, and wine production and quality for Bordeaux, France. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v.51, n.3, p.249-261, 2000.
- MANDELLI, F. **Comportamento fenológico das principais cultivares de *Vitis vinifera* L. para a região de Bento Gonçalves, RS**. 1984. 125f. Dissertação (Mestrado)-Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba. 1984.
- MANDELLI, F.; ZANUZ, M. C. Utilização do quociente heliopluviométrico de maturação para a caracterização das safras vitícolas de 1980/95 na Serra Gaúcha. In: REUNIÃO TÉCNICA DE FRUTICULTURA, 4., 1995, Porto Alegre. **Resumos...** Porto Alegre: FEPAGRO, 1995. p.123-126.
- McINTYRE, G. N.; LIDER, L. A.; FERRARI, N. L. The chronological classification of grapevine phenology. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v.33, n.2, p. 80-85, 1982.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 42p.
- MUÑOZ, G.; ORTIZ, J. M.; CABELLO, F. Phénologie des variétés de vigne et des clones cultivés dans la "Comunidad de Madrid" (Espagne). Incidence des facteurs climatiques. **Bulletin de l'Office International de la Vigne et du Vin**, Paris, n.797-798, p.537-553, 1997.
- POUGET, R. Considérations générales sur le rythme végétatif et la dormence des bourgeons de la vigne. **Vitis**, Siebeldingen, v.11, p.198-217, 1972.
- POUGET, R. Étude du rythme végétatif: caractères physiologiques liés a la précocité de débourrement chez la vigne. **Annales de l'amélioration des plantes**, Versailles, v.16, p.81-100, 1966.
- POUGET, R. Le débourrement des bourgeons de la vigne: méthode de prévision et principes d'établissement d'une échelle de précocité de débourrement. **Connaissance de la Vigne et du Vin**, Bordeaux, v.22, n.2, p.105-123, 1988.
- RODRÍGUEZ, J.; de la IGLESIA, F.; OCVRK, M. Fenología de cultivares de vid (*Vitis vinifera* L.) en Luján de Cuyo (Mendoza, Argentina). **Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias**, Cuyo, v.32, n.2, p. 15-24, 2000.
- SCHIEDECK, G.; MIELE, A.; BARRADAS, C. I. N.; MANDELLI, F. Fenologia da videira Niágara Rosada cultivada em estufa e a céu aberto. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.5, n.2, p.199-206, 1997.
- SÔNEGO, O.; GARRIDO, L. da R.; GRIGOLETTI JUNIOR, A. Doenças fúngicas. In: FAJARDO, T. V. M. (Ed.). **Uva para processamento: fitossanidade**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p.11-44. Série Frutas do Brasil, 35.
- SOUZA, J. S. I. de. **Uvas para o Brasil**. Piracicaba: FEALQ, 1996. 791p.
- VEGA, J. **Fatores que condicionan la cantidad y calidad en la producción de uva**. Mendoza: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuária, 1969. 56p.
- VILLASECA, S. C.; NOVOA, R. S. A.; MUÑOZ, I. H. Fenología y suma de temperatura en 25 variedades de vid. In: JORNADAS LATINOAMERICANAS DE VITICULTURA Y ENOLOGIA, 3., 1988, Mendoza. **Resumos...** Mendoza: Facultad Tecnológica de Enología e Industria Frutihortícola Don Bosco, 1988. p.1-12.
- ZULUAGA, P. A.; ZULUAGA, E. M.; LUMELLI, J.; DE LA IGLESIA, F. J. **Ecología de la vid en la Republica Argentina**. Mendoza: Ipsilón, 1971. 149p.

A UNIDADE DE PRODUÇÃO FAMILIAR DE LEITE NO ESTADO DO RS/BR, OBSERVADA ATRAVÉS DE TRÊS DIFERENTES TIPOLOGIAS SÓCIO-TECNOLÓGICAS DE PRODUTORES: O MODERNO CONVENCIONAL, O EM TRANSIÇÃO E O TRADICIONAL

SAIONARA ARAUJO WAGNER¹, IVALDO GEHLEN² e JOSÉ MARIA WIEST³

RESUMO - O cenário, desenhado pela abertura econômica e de mercados no Brasil, na última década, desencadeou uma série de desafios para o setor lácteo brasileiro, resultando na necessidade de alguns ajustamentos, buscando amenizar problemas, tanto de natureza estrutural e tecnológica como de natureza social. A fim de identificar a existência de características peculiares em cada sistema de produção, dentro do mesmo extrato de produtores, este trabalho se propôs a estudar a forma de organização de unidades produtivas familiares de leite no Rio Grande do Sul, através de diferentes tipologias: Moderno Convencional, em Transição e Tradicional. Na observação foram consideradas a mão-de-obra utilizada na atividade, a inserção na comunidade, a reprofissionalização desses produtores e a sua identidade sócio-cultural, a noção de qualidade de vida e sua infra-estrutura de moradia. Concluiu-se que os produtores familiares de leite estão migrando do modelo Tradicional para o Moderno, sugerindo que nos últimos tempos a atividade leiteira é um setor de direcionamento de investimentos feitos nas pequenas unidades produtivas.

Palavras-chave: agricultura familiar, unidade de produção familiar, produção leiteira.

THE FAMILY DAIRY PRODUCTION UNITS IN RS OBSERVED THROUGH THREE DIFFERENT SOCIO-TECHNOLOGICAL TYPOLOGIES OF PRODUCERS: MODERN CONVENTIONAL, TRANSITIONAL AND TRADITIONAL

ABSTRACT -The new economic scene drawn by the opening of the economy and market in the last decade unchains a series of challenges to the dairy sector, resulting in the need for some adjustments in the search to soothe problems from structural and technological nature as well as social ones. With the aim of identifying the existence of peculiar characteristics in each of the production systems, inside the same producers (families) stratum, this work proposes to study the organizational forms of family dairy production units in RS, through different typologies: modern conventional, transitional and traditional. In the study were considered hand labor used in the activity, insertion on the community, producers reprofissionalization and their socio cultural identity, notions of quality of life and house substructure. The conclusion was that dairy family producers are migrating from the traditional model to the modern one, suggesting that the dairy activity, in the last years, is a sector to which investments are been directed in the small farms.

Key words: family agriculture, family production unit, dairy production

¹ Médico Veterinário, Doutor em Ciências Veterinárias, Pesquisador da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária, (FEPAGRO), Rua Gonçalves Dias 570, CEP 90_130-060, Porto Alegre - RS. E.mail: saionara-wagner@fepagro.rs.gov.br Autora para correspondência.

² Sociólogo, Doutor em sociologia, Professor Adjunto do Departamento de Sociologia Rural, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas (IFCH) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

³ Médico Veterinário, Doutor em Ciências Veterinárias Professor Adjunto do Departamento de microbiologia de alimento do Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos (ICTA) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Recebido para publicação em 05-06-2003

INTRODUÇÃO

A abertura comercial brasileira, principalmente a partir dos anos 90, juntamente com a estabilização da inflação e o processo de globalização, provocaram, grandes mudanças no cenário do agronegócio brasileiro, tanto de ordem estrutural como tecnológica, envolvendo a comercialização, a industrialização e a produção de matéria-prima (CASTRO et al., 2001).

Neste período evidenciou-se uma grande redução do número de produtores de leite no país, influenciada pela noção de “modernização da agricultura” que se demonstrou ineficiente para dar conta de um desenvolvimento mais equitativo, onde a escala de produção não pode ser mais importante que as formas sociais de organização (PETRY, 1995; REDCLIF, 1993; WARD, 1993).

As novas tendências que se configuram para a agricultura e para o sistema agroalimentar, são: a valorização da geração de oportunidade de trabalho e renda, a preservação ambiental e a qualidade de vida, onde o espaço rural passa a não ser unicamente um local de produção agrícola e sim, cumpre com outras funções, como geração de oportunidade de trabalho e renda. E é nessa nova função que o a produção e transformação do leite de forma desconcentrada ganha importância (ABRAMOVAY, 1994).

O presente estudo tem como objetivo identificar a existência de características peculiares em cada sistema de produção, dentro do mesmo estrato de produtores (familiares) analisando a utilização da mão-de-obra na atividade, a inserção na comunidade, a reprofissionalização desses produtores e sua identidade sócio-cultural, a noção de qualidade de vida e sua infra-estrutura de moradia, como pressupostos para promover um desenvolvimento econômico mais equitativo.

O estudo foi baseado em 160 entrevistas semi-estruturadas com produtores familiares de leite das seguintes regiões do Estado do Rio Grande do Sul: Vale do Taquari municípios de Teutônia, Imigrante, Arroio do Meio, Paverama, Pelotas municípios de Pelotas, São Lourenço do Sul; Serra município de Nova Petrópolis, Noroeste municípios de Três de Maio, Crissiumal, Boa Vista do Buricá, Selbach, Espumoso, Ibirubá; Metropolitana município de Viamão e seu distrito de Itapuã. Os resultados das entrevistas, aliados às observa-

ções dos pesquisadores nas propriedades possibilitaram a análise do sistema de produção dos produtores familiares de leite do Estado, enquadrados em diferentes tipologias.

MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Coleta de dados:

As entrevistas foram realizadas segundo os modelos de THIOLENT (1996) e HAGETTE (1990), aplicando-se um questionário semi-estruturado com visitação às propriedades. A pesquisa de campo foi realizada entre outubro e dezembro de 1999, com aplicação de 160 entrevistas com produtores familiares de leite, selecionados no Estado do Rio Grande do Sul. Foram coletados dados referentes a dois períodos, 1990-94 e 1995-99, através de informação do próprio produtor entrevistado, a fim de que se pudesse avaliar a evolução da atividade leiteira nas unidades produtivas. A análise estatística dos dados baseou-se no Teste de Qui-quadrado, na análise de variância e no teste de Tukey para comparação das análises. O programa estatístico usado foi o SPSS 8.0.

3.2 Tipificação dos produtores de Leite:

O uso de uma tipificação representativa do universo dos produtores familiares de leite se torna uma ferramenta importante, a fim de se adequar a um modelo inicial para uma pesquisa (WEBER, 2002).

Os Tipos Ideais foram construídos por Gehlen (2000), que coordenou uma pesquisa para estudar a questão da competitividade e identidade dos produtores familiares de leite no Estado do Rio Grande do Sul. Segundo o autor (op.cit.) os três Tipos Ideais constituem-se:

a) Produtor Moderno Convencional: produtor consolidado, ou seja, que apresenta um tempo de regularidade mínimo de cinco anos na atividade de forma comercial, identifica-se e tem uma racionalidade de produtor de leite moderno e sua produtividade está de acordo com o padrão mais elevado dentro da sua região. A produção de leite é estratégica na propriedade, e utiliza a força de trabalho principal nessa atividade. Na organização sistêmica da propriedade prioriza a atividade leiteira e o

reinvestimento dos rendimentos se dá, na sua maior parte, na própria atividade. O padrão tecnológico adotado por esse produtor segue as especificações do pacote tecnológico ditado pelas agroindústrias, os animais são especializados na produção leiteira, a alimentação é balanceada e controlada de acordo com critérios técnicos especificados pela assistência técnica (geralmente prestada pelas grandes agroindústrias).

b) Produtor em Transição: também é um produtor consolidado, mas não se identifica completamente como produtor moderno e nem adota completamente esta racionalidade. Sua produtividade não está de acordo com o padrão moderno dentro de sua região, pois sua média de produtividade é mais baixa. A produção de leite está se tornando estratégica e na organização sistêmica da propriedade, a força de trabalho principal está se envolvendo cada vez mais na atividade. O reinvestimento dos rendimentos se dá cada vez mais na atividade leiteira, embora ainda não seja a principal atividade. No que diz respeito ao padrão tecnológico, embora as instalações e os equipamentos ainda sejam um pouco precários, já houve aquisição de equipamentos adequados e construções específicas para a atividade. Os animais, embora na sua maioria sejam mestiços, já estão sendo melhorados geneticamente, e, em alguns casos, há aquisição de animais puros. A força de trabalho está se qualificando para a atividade, existe a percepção da necessidade de fazer um balanceamento adequado na alimentação dos animais e de prover alimento o ano inteiro, o que já começa a ser executado de forma gradual. Esse produtor está numa situação em que pode evoluir para um produtor Moderno Convencional, ou de acordo com a conjuntura, desistir da atividade.

c) Produtor Tradicional: igualmente é um produtor consolidado. Identifica-se como tradicional e tem uma racionalidade compatível com essa identidade. Sua produtividade está de acordo com o padrão tradicional na sua região. A produção de leite não é uma atividade estratégica dentro da propriedade, utilizando-se da força de trabalho secundária e apenas o tempo necessário, não sendo essa qualificada. Na organização sistêmica da propriedade, não prioriza a produção de leite, sendo que o

reinvestimento dos rendimentos raramente se dá na atividade leiteira. No padrão tecnológico, as instalações e equipamentos, quando existem, são precários, os animais não são especializados, a alimentação não é balanceada e na maior parte do tempo é deficiente.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Observou-se, no presente trabalho, que o tipo Moderno Convencional, assim como o tipo em Transição utilizam-se de crédito para investimentos ou custeio da atividade leiteira, participam de reuniões e palestras, fazem cursos técnicos sobre a atividade e consultam a assistência técnica para realizarem investimentos. Quanto ao tipo Tradicional, não utiliza ou às vezes utiliza crédito, participa de reuniões e palestras mas não participa de cursos técnicos. Quando se trata de participação em reuniões políticas, observa-se que os tipos estudados apresentam-se de forma diferente onde o Tipo Tradicional participa sempre, e os Tipos Moderno Convencional e em Transição não. Em relação à utilização dos meios de comunicação como revistas e jornais técnicos da atividade leiteira, esses são utilizados pelos Tipos Moderno Convencional e em Transição e não são utilizados pelo Tipo Tradicional. Já em relação à utilização de rádio e televisão, também com a finalidade de informar-se sobre a atividade leiteira, esses são utilizados pelos três Tipos estudados. Sobre consultar a assistência técnica para tomar decisões sobre investimentos ou mudanças na propriedade observou-se que os Tipos Moderno Convencional e em Transição o fazem sempre, já o tipo Tradicional o faz de vez em quando (Tabela 1).

Quanto a forma de organização da sociedade a qual estão inseridos os produtores estudados, observou-se que os três Tipos são sócios de cooperativas de produção, da mesma forma que são sócios de sindicatos de trabalhadores rurais, de associações de produtores e praticam alguma forma de ajuda mútua, quais sejam, na forma de troca de serviço e/ou equipamentos ou outras formas de solidariedade. Quanto a infra-estrutura da casa de moradia, constata-se que os Tipos Moderno Convencional e em Transição e Tradicional possuem água encanada, banheiro, esgoto cloacal, luz elétrica, televisão, refrigerador e casa de alvenaria ou

mista. Porém os Tipos Moderno Convencional e em Transição possuem ainda telefone, automóvel e alguns computador. (Tabela 2).

Observou-se também no presente estudo que o Tipo Moderno Convencional teve melhoria da sua renda nos últimos cinco anos, ao contrário dos tipos em Transição e Tradicional que pioraram a sua renda no mesmo período. Acredita-se que para o Tipo em Transição esta piora esteja associada aos maiores investimentos feitos na atividade nesse período e o período de carência do retorno econômico. Quanto a qualidade de vida nos últimos cinco anos, constatou-se que o Tipo Moderno convencional relata que teve melhoria na sua qualidade de vida no período estudado e para os Tipos em Transição e Tradicional esta permaneceu a mesma coisa. Projetando os próximos cinco anos o Tipo Moderno convencional acredita que a sua qualidade de vida continue melhorando, o Tipo em Transição relata não saber e o Tipo Tradicional acha que ela vai piorar ainda mais. Em relação a preferência quanto ao futuro dos filhos observou-se que todos os Tipos estudados gostariam que seus filhos permanecessem na atividade agrícola (Tabela 3).

Quanto a escolaridade do entrevistado, observou-se que os Tipos Moderno Convencional e em Transição estão associados a terem cursado da 5ª série até o primeiro grau completo e o Tipo Tradicional com até a 4ª série. Em relação a faixa etária observou-se que os Tipos Moderno Convencional e em Transição estão associados a faixa etária de 36 a 45 anos e o Tipo Tradicional com a faixa etária de 46 a 55 anos. Quando os produtores entrevistados foram questionados a respeito da possibilidade de produtores influenciarem nas políticas agrícolas dos governos observou-se que os Tipos Moderno Convencional e em Transição acreditam que sim, porém o Tipo Tradicional está fortemente associado a achar que não ou não saber ao certo. A respeito da auto-identificação, observou-se que o Tipo Moderno Convencional identifica-se melhor como “empresário agrícola” ou “produtor rural” e os Tipos em Transição e Tradicional como “produtor rural” e “agricultor familiar” (Tabela 4).

Em relação as variáveis que os agricultores entrevistados levam em consideração quando pretendem fazer alguma mudança ou investimento na

atividade, observou-se que o tipo Moderno Convencional prioriza o valor e custo financeiro e em segundo lugar o aumento da produtividade. O Tipo em Transição prioriza a diminuição dos custos e o aumento da produtividade e o Tipo Tradicional o valor e custo financeiro e a ocupação da força de trabalho (Tabela 5)

No que se refere a utilização da mão-de-obra, observou-se que as principais atividades na unidade produtiva relativas à produção leiteira como: manejar os animais e ordenhá-los, são atividades desenvolvidas pelo casal (mão-de-obra principal) nos Tipos Moderno Convencional e Transição. Já para o Tipo Tradicional, a tarefa de ordenhar não é executada pelos homens na metade dos entrevistados, ou seja, é uma atividade secundária exercida pela mulher. O uso de empregados, para essas atividades, aparece com maior frequência no tipo Moderno Convencional e no Tipo Tradicional ela não aparece (Tabela 6).

CONCLUSÕES

Os produtores familiares de leite no Estado do Rio Grande do Sul estão migrando de um modelo Tradicional para um modelo Moderno Convencional, passando pelo processo de Transição independentemente do tamanho da propriedade. Essa evidência é sugerida baseada pelo maior número de entrevistados que foram classificados nesta categoria tipológica (55%), e infere que a atividade leiteira é uma das grandes canalizadoras dos investimentos feitos nas pequenas unidades produtivas nos últimos tempos.

Os três tipos estudados, embora sejam semelhantes entre si quanto a forma de organização da sociedade a qual estão inseridos, não possuem a mesma semelhança quando se trata de acesso à assistência técnica, fontes de crédito e utilização de meios de comunicação escritos, bem como, quando se trata da expectativa em relação a qualidade de vida para os próximos cinco anos, onde o tipo em Transição demonstra incerteza em relação ao seu futuro, embora esteja investindo na atividade leiteira, provavelmente como última tentativa de permanecer no meio rural.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAMOVAY, R. A dualização como caminho para a agricultura sustentável. **Estudos Econômicos**. São Paulo, V. 24, n. especial, p.157-182, 1994.
- CASTRO, C.C., PADULA, D.P., MATTUELLA, J.L., MÜLLER, L.A., ANGST, A.N. **Estudo da cadeia láctea do Rio Grande do Sul: uma abordagem das relações entre os elos da produção, industrialização e distribuição**. Revista de Administração Contemporânea/Associação Nacional dos Programas de Pós-Graduação em Administração. V.1, n1, (jan/abr. 1997), . Rio de Janeiro: ANPAD, 1997.
- GEHLEN, Ivaldo. **Identidade e competitividade dos produtores familiares de leite/RS**. Porto Alegre, UFRGS, 2000. (mimeo).
- HAGUETTE, T.M. **Metodologias qualitativas na sociologia**. 2ed. Petrópolis: Vozes, 1990, 163p.
- PRETTY, J. N. **Regenerating agriculture: policies and practice for sustainability and self-reliance**. London : Earthscan, 1995, 320p.
- REDCLIFT, M. Sustentable development: Concepts, contradictions, and conflicts. P.169-192. In: PATRICIA ALLEN (ED.) **Food for the future: Conditions and contradictions of sustentainability**. New York: John Wiley & Sons, 1993.
- THIOLLENT, M., **Metodologia da Pesquisa-Ação**. São Paulo: Cortez. 1996. 108 p.
- WARD, N. The agricultural treadmill and the rural environment in the post-productivist era. **Sociologia Ruralis**, Assen, Holanda, v.33, n.3/4, p. 348-364, 1993.
- WEBER, MAX. **Metodologia das Ciências Sociais**. Parte 1. Campinas: Editora da Universidade, 1992. 210 p.

Tabela 1. Frequência absoluta (Fa) e frequência relativa (Fr) em porcentagem da utilização de crédito, dos meios de comunicação, da realização de cursos e participação em atividades da comunidade conforme tipologia do produtor nas diferentes categorias.

Categorias	Tipo de produtor						Tipo de produtor					
	Moderno Convencional		Em Transição		Tradicional		Moderno Convencional		Em Transição		Tradicional	
	Fa	Fr	Fa	Fr	Fa	Fr	Fa	Fr	Fa	Fr	Fa	Fr
Utilização de crédito						Participação em reuniões e palestras						
Sempre	22	40,0	25	33,8	6	24,0	42	72,4	38	51,4	9	32,1
Às vezes	29	52,7	42	56,8	11	44,0	16	27,6	35	47,3	17	60,7
Nunca	4	7,3	7	9,5	8	32,0	0	0,0	1	1,4	2	7,1
Total	55	100,0	74	100,0	25	100,0	58	100,0	74	100,0	28	100,0
Realização de cursos na atividade						Consulta técnico p/ tomar decisões						
Sempre	24	41,4	22	29,7	2	7,1	30	51,7	39	52,7	4	14,3
Às vezes	20	34,5	39	52,7	13	46,4	20	34,5	31	41,9	18	64,3
Nunca	14	24,1	13	17,6	13	46,4	8	13,8	4	5,4	6	21,4
Total	58	100,0	74	100,0	28	100,0	58	100,0	74	100,0	28	100,0
Participação em campanhas políticas						Lê jornal ou revista agrícola						
Sempre	5	8,9	9	12,5	7	25,0	26	44,8	35	47,3	10	35,7
Às vezes	23	41,1	36	50,0	8	28,6	26	44,8	32	43,2	10	35,7
Nunca	28	50,0	27	37,5	13	46,4	6	10,3	7	9,5	8	28,6
Total	56	100,0	72	100,0	28	100,0	58	100,0	74	100,0	28	100,0
Escuta programas técnicos no rádio						Vê programas técnicos na TV						
Sempre	50	86,2	64	86,5	24	85,7	37	63,8	45	60,8	17	60,7
Às vezes	7	12,1	10	13,5	4	14,3	19	32,8	27	36,5	9	32,1
Nunca	1	1,7	0	0,0	0	0,0	2	3,4	2	2,7	2	7,1
Total	58	100,0	74	100,0	28	100,0	58	100,0	74	100,0	28	100,0

Tabela 2. Frequência absoluta (Fa) e frequência relativa (Fr) em porcentagem de formas de associação, infra estrutura, tipo da moradia e contratação de mão-de-obra conforme tipologia do produtor nas diferentes categorias.

Categorias	Tipo de produtor						Tipo de produtor					
	Moderno Convencional		Em Transição		Tradicional		Moderno Convencional		Em Transição		Tradicional	
	Fa	Fr	Fa	Fr	Fa	Fr	Fa	Fr	Fa	Fr	Fa	Fr
Sócio da cooperativa						Sócio do sindicato dos Trabalhadores Rurais						
Sim	51	87,9	63	85,1	26	92,9	49	84,5	68	91,9	26	92,9
Não	7	12,1	11	14,9	2	7,1	9	15,5	6	8,1	2	7,1
Total	58	100,0	74	100,0	28	100,0	58	100,0	74	100,0	28	100,0
Pratica formas de ajuda mútua						Empregou alguém na propriedade						
Sim	42	72,4	54	73,0	18	64,3	44	75,9	43	58,1	9	32,1
Não	16	27,6	20	27,0	10	35,7	14	24,1	31	41,9	19	67,9
Total	58	100,0	74	100,0	28	100,0	58	100,0	74	100,0	28	100,0
Possui telefone						Possui água encanada						
Sim	56	96,6	47	63,5	14	50,0	58	100,0	74	100,0	23	82,1
Não	2	3,4	27	36,5	14	50,0	0	0,0	0	0,0	5	17,9
Total	58	100,0	74	100,0	28	100,0	58	100,0	74	100,0	28	100,0
Possui automóvel						Possui esgoto cloacal						
Sim	55	94,8	66	89,2	16	57,1	57	98,3	73	98,6	26	92,9
Não	3	5,2	8	10,8	12	42,9	1	1,7	01	1,4	2	7,1
Total	58	100,0	74	100,0	28	100,0	58	100,0	74	100,0	28	100,0
Possui luz elétrica						Possui banheiro						
Sim	58	100,0	74	100,0	28	100,0	57	98,3	72	97,3	25	89,3
Não	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	1,7	2	2,7	3	10,7
Total	58	100,0	74	100,0	28	100,0	58	100,0	74	100,0	28	100,0
Possui refrigerador						Possui computador						
Sim	58	100,0	73	98,6	25	89,3	7	12,1	6	8,1	0	0,0
Não	0	0,0	1	1,4	3	10,7	51	87,9	68	91,9	28	100,0
Total	58	100,0	74	100,0	28	100,0	58	100,0	74	100,0	28	100,0
Tipo de casa de moradia												
Madeira	5	8,6	17	23,0	5	17,9						
Alvenaria	29	50,0	41	55,4	13	46,4						
Mista	24	41,4	16	21,6	10	35,7						
Total	58	100,0	74	100,0	28	100,0						

A UNIDADE DE PRODUÇÃO FAMILIAR DE LEITE NO ESTADO DO RS/BR, OBSERVADA ATRAVÉS DE TRÊS
DIFERENTES TIPOLOGIAS SÓCIO-TECNOLÓGICAS DE PRODUTORES: O MODERNO
CONVENCIONAL, O EM TRANSIÇÃO E O TRADICIONAL

Tabela 3. Frequência absoluta (Fa) e frequência relativa (Fr) em porcentagem da renda, qualidade de vida e preferências quanto ao futuro dos filhos conforme tipologia do produtor nas diferentes categorias.

Categorias	Tipo de produtor					
	Moderno Convencional		Em Transição		Tradicional	
	Fa	Fr	Fa	Fr	Fa	Fr
Renda						
Melhorou	34	58,6	35	47,3	7	25,0
Ficou igual	13	22,4	13	17,6	8	28,6
Piorou	11	19,0	26	35,1	13	46,4
Total	58	100,0	74	100,0	28	100,0
Qualidade de vida nos últimos 5 anos						
Vai melhorar	38	65,5	32	43,8	9	32,1
Ficará igual	5	8,6	22	30,1	10	35,7
Vai piorar	15	25,9	19	26,0	9	32,1
Total	58	100,0	73	100,0	28	100,0
Qualidade de vida nos próximos 5 anos						
Vai melhorar	35	60,3	36	46,0	10	35,5
Ficará igual	14	24,1	28	36,0	6	21,5
Vai piorar	9	15,6	14	18,0	12	43,0
Total	58	100,0	78	100,0	28	100,0
Prefere que seus filhos morem						
Na cidade	7	12,1	13	17,6	5	17,9
No campo	33	56,9	43	58,1	17	60,7
Indiferente	10	17,2	9	12,2	2	7,1
Não se aplica	8	13,8	9	12,2	4	14,3
Total	58	100,0	74	100,0	28	100,0
Prefere que suas filhas morem						
Na cidade	10	17,2	17	23,0	4	14,3
No campo	26	44,8	31	41,9	13	46,4
Indiferente	11	19,0	14	18,9	4	14,3
Não se aplica	11	19,0	12	16,2	7	25,0
Total	58	100,0	74	100,0	28	100,0

Tabela 4. Frequência absoluta (Fa) e frequência relativa (Fr) em porcentagem do grau de escolaridade, faixa etária, auto-identificação e influência dos produtores em políticas públicas do governo conforme tipologia do produtor nas diferentes categorias.

Categorias	Tipo de produtor					
	Moderno Convencional		Em Transição		Tradicional	
	Fa	Fr	Fa	Fr	Fa	Fr
Escolaridade						
Até 4ª série	22	37,9	22	29,7	14	50,0
5ª série ao 1º grau completo	30	51,7	48	64,9	10	35,7
2º grau completo e incompleto	4	6,9	4	5,4	4	14,3
Superior completo e incompleto	2	3,4	0	0,0	0	0,0
Total	58	100,0	74	100,0	28	100,0
Faixa etária						
Até 35 anos	5	8,8	17	23,6	3	10,7
De 36 a 45 anos	19	33,3	26	36,1	8	28,6
De 46 a 55 anos	18	31,6	22	30,6	11	39,3
Acima de 55 anos	15	26,3	7	9,7	6	21,4
Total	57	100,0	72	100,0	28	100,0
Auto identificação						
Empresário agrícola	7	12,1	3	4,1	0	0,0
Trabalhador rural	4	6,9	12	16,4	7	25,0
Produtor rural	25	43,1	26	35,6	6	21,4
Colono	4	6,9	5	6,8	4	14,3
Agricultor familiar	18	31,0	27	37,0	11	39,3
Total	58	100,0	73	100,0	28	100,0
Produtores influenciarem nas políticas agrícolas dos governos						
Sim	43	74,1	51	68,9	18	64,3
Não	10	17,2	19	25,7	4	14,3
Não sabe	5	8,6	4	5,4	6	21,4
Total	58	100,0	74	100,0	28	100,0

Tabela 5. Variáveis que o produtor considera mais importante para fazer mudanças

Fatores	Tipo de produtor							
	Base*		Moderno Convencional		Em Transição		Tradicional	
	Freq	%	Freq	%	Freq	%	Freq	%
Valor e custo financeiro	67	22,6	18	16,8	30	21,7	19	37,3
O aumento da produtividade	57	19,3	21	19,6	31	22,5	5	9,8
A diminuição dos custos	50	16,9	22	20,6	22	15,9	6	11,8
Melhorar as condições de trabalho	41	13,9	19	17,8	17	12,3	5	9,8
Qualidade e higiene do leite	26	8,8	11	10,3	13	9,4	2	3,9
Ocupação da força de trabalho / Programa alimentar	24	8,1	8	7,5	9	6,5	7	13,7
Melhoramento genético	31	10,5	8	7,5	16	11,6	7	13,7
Base*	296	100,0	107	100,0	138	100,0	51	100,0

*O denominador para o cálculo da porcentagem não equivale ao total de questionários aplicados e sim ao número de vezes que cada alternativa foi mencionada pelo respondente. Desta forma a análise descritiva realizada foi para questões de múltipla resposta, onde a base (total) e o percentual apresentados foram obtidos em relação ao número de ocorrência de casos.

A UNIDADE DE PRODUÇÃO FAMILIAR DE LEITE NO ESTADO DO RS/BR, OBSERVADA ATRAVÉS DE TRÊS
DIFERENTES TIPOLOGIAS SÓCIO-TECNOLÓGICAS DE PRODUTORES: O MODERNO
CONVENCIONAL, O EM TRANSIÇÃO E O TRADICIONAL

Tabela 6. Frequência absoluta (Fa) e frequência relativa (Fr) em porcentagem da utilização da mão-de-obra nas principais atividades da produção leiteira na propriedade.

Categorias	Tipo de produtor					
	Moderno Convencional		Em Transição		Tradicional	
	Fa	Fr	Fa	Fr	Fa	Fr
Manejar os animais - Homem						
Sim	51	87,9	64	86,5	21	75,0
Não	7	12,1	10	13,5	7	25,0
Total	58	100,0	74	100,0	28	100,0
Manejar os animais- Mulher						
Sim	30	51,7	43	58,1	19	67,9
Não	28	48,3	31	41,9	9	32,1
Total	58	100,0	73	100,0	28	100,0
Manejar os animais- empregado						
Sim	8	13,5	3	4,1	0	0,0
Não	50	86,2	71	95,9	28	100,0
Total	58	100,0	74	100,0	28	100,0
Ordenhar- homem						
Sim	40	69,0	43	58,1	14	50,0
Não	18	31,0	31	41,9	14	50,0
Total	58	100,0	74	100,0	28	100,0
Ordenhar- mulher						
Sim	44	75,9	62	83,8	21	75,0
Não	14	24,1	12	16,2	7	25,0
Total	58	100,0	74	100,0	28	100,0
Ordenhar- empregado						
Sim	10	17,2	2	2,7	0	0,0
Não	48	82,2	72	97,3	28	100,0
Total	58	100,0	74	100,0	28	100,0

ARTIGO DE REVISÃO

INDUÇÃO DE POLIPLOIDIA NO MELHORAMENTO DE PLANTAS

MARIA TERESA SCHIFINO WITTMANN¹ e MIGUEL DALL'AGNOL²

RESUMO - A poliploidia é amplamente distribuída nas plantas silvestres e cultivadas. A indução de poliploidia, como uma ferramenta para o melhoramento genético de plantas, vem sendo utilizada há mais de sete décadas. Poliplóides artificiais podem ser obtidos de duas formas: a) por duplicação somática, pela utilização de antimitóticos como colchicina e óxido nitroso, entre outros e b) por poliploidização sexual, pelo cruzamento de plantas produtoras de gametas não-reduzidos. Esta técnica continua sendo amplamente empregada no melhoramento de plantas, visando obter plantas maiores e melhores, para restaurar a fertilidade em híbridos interespecíficos e intergenéricos, e como uma ponte para a transferência gênica entre diferentes níveis de ploidia. Nesta revisão, são abordados os aspectos principais do uso da indução de poliploidia no melhoramento de plantas, desde os trabalhos iniciais, descrição das técnicas experimentais e principais resultados obtidos.

Palavras-chave: poliploidia, autopoliplóides, alopoliplóides, gametas não-reduzidos, transferência gênica

POLYPLOIDY IN PLANT BREEDING

ABSTRACT- Polyploidy is widely distributed among wild and cultivated plants. Induction of polyploidy as a tool in plant breeding has been used for more than seven decades. Artificial polyploids may be obtained by two ways: a) somatic doubling, by the utilization of an anti-mitotic as colchicine and nitrous oxide, among others and b) sexual polyploidization, by crossing plants producing unreduced gametes. This technique is nowadays widely aiming at obtaining bigger and better plants, to restore fertility interspecific or intergeneric hybrids, and as a bridge to gene transfer between ploidy levels. This revision presents the main aspects of polyploidy induction in plant breeding, from the first works, experimental techniques descriptions and the main results obtained.

Key-Words: polyploidy, autopolyploids, allopolyploids, unreduced gametes, gene transfer

¹ Bióloga, Dra., Professora Adjunta, Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Caixa Postal 15100, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS. E-mail: mtschif@ufrgs.br Autor para correspondência

² Engenheiro Agrônomo, PhD, Professor Adjunto, Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Caixa Postal 15100, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS. E-mail: miguel@ufrgs.br

Recebido para publicação em 15-12-2003

INTRODUÇÃO

Entende-se por poliploidia a existência, em um mesmo núcleo celular, de mais do que dois genomas. Células ou tecidos poliplóides podem ocorrer em um organismo diplóide, como na polissomatia, comum nas raízes das leguminosas. Eventualmente, indivíduos poliplóides surgem em progênies de diplóides. Uma determinada espécie pode apresentar citótipos, isto é, raças diplóides e poliplóides, assim como um gênero pode apresentar espécies com diferentes graus de ploidia. A poliploidia é muito comum nas plantas em geral, mas rara nas gimnospermas. As estimativas da frequência de espécies poliplóides nas fanerógamas variam de 30 a 35% (STEBBINS, 1971) a até mais de 70% (GOLDBLATT, 1980). De acordo com LEITCH e BENNET (1997), 95% das pteridófitas, e até 80% das angiospermas, teriam origem poliplóide. Nesta revisão serão apresentados, sucintamente, alguns aspectos gerais introdutórios sobre os poliplóides, com ênfase na utilização da poliploidia induzida no melhoramento vegetal. Os múltiplos aspectos da poliploidia são detalhadamente apresentados por STEBBINS (1971), LEWIS (1980), LEITCH e BENNET (1997), RAMSEY e SCHEMSKE (1998, 2002), SOLTIS e SOLTIS (1999), OTTO e WHITTON (2000), WENDEL (2000), WOLFE (2001), entre outros.

Tipos, modos de origem e evolução dos poliplóides

Os poliplóides são classificados, basicamente, em autopoliplóides e alopoliplóides. Os primeiros são originados pela duplicação de um mesmo genoma, e se espera alta frequência de multivalentes na meiose e herança polissômica. Os alopoliplóides, ou poliplóides genômicos, são formados pela duplicação de genomas diferentes em híbridos, o pareamento cromossômico ocorre apenas entre os cromossomos do mesmo genoma, e se espera herança dissômica. Um tipo intermediário são os poliplóides segmentares, formados pela duplicação dos genomas de espécies aparentadas, que ainda mantém homologia suficiente entre seus cromossomos para permitir um pareamento parcial, e que podem exibir formas variadas e intermediárias de

herança, ou seja, dissômica para algumas características e polissômica para outras (STEBBINS, 1971; SYBENGA, 1992). As diferenças entre as categorias nem sempre são bem definidas, havendo, provavelmente, um gradiente entre elas. Essa classificação didática dos poliplóides é, muitas vezes, obscurecida pelas diferenças nas relações filogenéticas, e pela diferenciação cromossômica, que pode ter ocorrido ao longo da evolução entre as espécies genitoras (no caso dos alopoliplóides), e pelo processo de diploidização que tende a ocorrer após a formação dos poliplóides, ou seja, estes passam a funcionar, tanto cromossômica como geneticamente, como diplóides: o pareamento cromossômico em bivalentes e herança dissômica.

A literatura indica que espécies poliplóides naturais surgiram pela união de gametas não-reduzidos (HARLAN e DE WET, 1975; HERMSEN, 1984; RAMSEY e SCHEMSKE, 1998), muitas vezes através de uma ponte triplóide (RAMSEY e SCHEMSKE, 1998; BRETAGNOLLE, 2001). O surgimento de espécies poliplóides por duplicação somática, é considerado um evento raro e isolado, se é que realmente ocorreu na natureza (DE WET, 1980).

Poliplóides são em geral bons colonizadores, podendo ocupar habitats pioneiros aos quais os progenitores diplóides não se mostram adaptados (DE WET, 1980). O ponto de vista tradicional sobre a origem dos poliplóides era de que, após o evento de poliploidização, a nova espécie iria se expandir e colonizar novos espaços. Isto foi contestado, principalmente, pelos trabalhos de SOLTIS e SOLTIS (1995; 1999), demonstrando que muitas das espécies poliplóides conhecidas, provavelmente a grande maioria, surgiram diversas vezes ao longo da evolução, envolvendo progenitores diversos. Portanto, a origem múltipla dos poliplóides seria a regra e não a exceção. Um grande número de trabalhos, principalmente usando análises de DNA nuclear e de cloroplasto, assim como informações morfológicas, citológicas e ecológicas, confirmam a origem polifilética da maioria das espécies poliplóides (SOLTIS e SOLTIS, 1995, 1999; NELSON e ELISENS, 1999; SEGRAVES et al., 1999; SHARBEL e MITCHEL-OLDS, 2001, entre outros). Também há um consenso de que muitas das espécies consideradas como são, na verdade, paleopoliplóides, ou seja, surgiram por ciclos ante-

riores de poliploidia (LEITCH e BENNET, 1997; MURRAY, 2002). Outro aspecto inovador sobre a evolução de poliplóides foi a constatação da ocorrência de uma ampla, e muitas vezes rápida, mudança em diversos níveis do genoma (LEITCH e BENNET, 1997; SOLTIS e SOLTIS, 1999). O rearranjo genômico extensivo, que acompanha o processo de poliploidização, envolve duplicação e silenciamento gênico, evolução saltatória não-mendeliana, mudanças cromossômicas intergenômicas, invasão intergenômica, ação de transposons e estabilização citonuclear (WENDEL, 2000). A variação nova, em poliplóides, pode envolver variação na expressão gênica, alterações nas interações de regulação e efeito de dosagem gênica, interações regulatórias alteradas e mudanças genéticas e epigenéticas rápidas (OSBORN et al., 2003). A diploidização, por exemplo, seria causada pela ampla reestruturação genômica (WOLFE, 2001).

Poliploidia induzida

Cerca de 40% das espécies cultivadas são poliplóides (SIMMONDS, 1980), entre elas a alfafa, a batata, o fumo e o algodão, que são tetraplóides, as aveias tetraplóides e hexaplóides, os trigos tetraplóides (trigo duro) e hexaplóides (trigo de pão, *Triticum aestivum*) e o moranguinho octaplóide, entre outras. Entretanto, parece não haver uma relação direta entre poliploidia e domesticação (HILU, 1993).

O primeiro, e mais conhecido, poliplóide surgido por manipulação humana foi *Raphanobrassica*, um híbrido entre a couve e o rabanete. Em 1928, Karpechenko, realizando cruzamentos entre rabanete (*Raphanus sativus*) e couve (*Brassica oleracea*), espécies com $2n=18$ cromossomos, tentou obter plantas que reunissem a raiz do rabanete e as folhas da couve. Esses cruzamentos produziam sementes, mas as plantas obtidas eram estéreis. Eventualmente, houve a produção de algumas sementes, que resultaram em plantas férteis, com o dobro do número de cromossomos. Este alopoliplóide, provavelmente, surgiu por poliploidização sexual espontânea. Entretanto, apresentava a raiz da couve e as folhas do rabanete, não sendo o sucesso agrônomo esperado (GRIFFITHS et al., 2000).

Os poliplóides são, em geral, maiores e mais

robustos do que seus parentes diplóides (STEBBINS, 1971). Daí o interesse em desenvolver artificialmente plantas com estas características, normalmente não encontradas na natureza. Quando a capacidade da colchicina de inibir o fuso durante a divisão celular, levando à formação de células e plantas com o dobro do número cromossômico, foi descoberta, as possibilidades de seu uso abriram novas perspectivas para o melhoramento (BLAKESLEE e AVERY, 1937). A reação inicial do público - conforme nota do periódico no qual o artigo destes autores foi publicado - foi como se houvesse sido descoberto um elixir do crescimento, e vários jornais da época, sensacionalisticamente, alertaram para o perigo de, subitamente, surgirem ratos gigantes e lagartas carnívoras. Ao mesmo tempo, a nota do editor já registrava que, não obstante a incontestável importância da descoberta, esta não poderia ser interpretada como um caminho mágico para a produção de novas espécies de plantas e animais.

A poliploidia induzida pode ser uma poderosa ferramenta para o melhoramento genético, desde que bem empregada, e pode ser utilizada basicamente de três maneiras: (1) poliploidização na própria espécie, como um modo de se tentar conseguir plantas maiores e melhores; (2) poliploidização de um híbrido para restaurar a fertilidade do híbrido estéril, sintetizar uma nova espécie, resintetizar uma já existente ou (3) como uma ponte para transferir genes de interesse entre níveis de ploidia, na mesma ou entre espécies diferentes (DEWEY, 1980).

Duplicação somática versus poliploidização sexual

Poliplóides induzidos podem ser obtidos por via somática ou sexual. A indução de poliploidia por via somática é, basicamente, feita através da utilização de um agente inibidor do fuso. Dentre estes antimitóticos, o alcalóide colchicina é o mais conhecido e empregado. Diversos métodos de aplicação da colchicina são sugeridos e utilizados, havendo sempre necessidade de ajustes e padronizações, de acordo com a espécie com que se está trabalhando. A aplicação pode ser feita em sementes, plântulas ou partes vegetativas com tecidos meristemáticos ativos, como afilhos e estolhos,

por exemplo. O essencial é que haja tecidos em divisão, ou com alto potencial para tanto. Geralmente, concentrações próximas a 0,2% (quase sempre em solução aquosa), e tempos de exposição de 1 a 16 horas, são as que apresentam melhores resultados. A aplicação pode ser por imersão do tecido meristemático na solução, por gotejamento da solução sobre o meristema, ou por aplicação de algodão embebido na solução, diretamente sobre o ponto de crescimento (EIGSTI e DUSTIN, 1957; ELLIOTT, 1967) ou colocando a colchicina no meio de cultura *in vitro* (SILVA et al., 2000; VÄINÖLÄ, 2000; PETERSEN et al., 2002). As grandes vantagens da utilização da colchicina são sua facilidade de aplicação, relativa baixa toxicidade e eficiência na produção de poliplóides. Nem sempre todas as células do tecido tratado se poliploidizam, o que pode levar à formação de quimeras, ou seja, tecidos ou plantas com setores duplicados e outros não duplicados. Outro indutor de poliploidia, bastante utilizado e bem sucedido em espécies de *Trifolium*, é o óxido nítrico ou gás do riso. A vantagem do óxido nítrico é não ser tóxico e, uma vez removido, não produzir altas frequências de quimeras, ao menos em *Trifolium* (TAYLOR et al., 1976; TAYLOR e QUESENBERRY, 1996). O óxido nítrico é aplicado nas partes florais da planta, após a polinização, sob pressões atmosféricas mais altas, em geral de duas a dez atmosferas, por quatro a 16 horas, requerendo, para isto, câmaras de alta pressão (ÖSTERGREN, 1954, 1957). Apesar de, teoricamente, qualquer antimitótico químico poder ser utilizado, tais como paradiclorobenzeno, hidroxiquinoleína, etc... estes são muito tóxicos, o que inviabiliza seu uso. Alternativas como choques de temperatura e decapitação de brotos foram, eventualmente, utilizados (ELLIOTT, 1967). A orizalina vem sendo citada, em alguns trabalhos, como uma alternativa à colchicina, principalmente em cultura *in vitro* (VÄINÖLÄ, 2000; MORGAN et al., 2003).

A poliploidização sexual, por sua vez, baseia-se na ocorrência de gametas não-reduzidos. Estes gametas, com o número somático de cromossomos, ocorrem, normalmente, em frequências muito baixas (em torno de 1%) em populações naturais. Em alguns indivíduos, entretanto, são formados em frequências muito mais altas e é possível aumentar sua produção por seleção. Gametas não-reduzidos surgem da não redução do número cromossômico, causada por anormalidades na

meiose. A falha na redução pode ocorrer na primeira divisão meiótica - restituição na primeira divisão - se os cromossomos não se dirigem para os pólos na anáfase, ou na segunda divisão meiótica - restituição na segunda divisão - se não ocorre citocinese. A detecção citológica, no lado masculino, é facilmente realizada pela identificação de grãos diplóides maiores do que o normal, ou pela presença de díades ou tríades na telófase II (SCHIFINO-WITTMANN e DALL'AGNOL, 2001). A poliploidização sexual pode ser uni ou bilateral, ou seja, pela união de um gameta haplóide com um não reduzido, ou pela fusão de dois gametas não reduzidos. A grande vantagem da poliploidização sexual, em relação à duplicação somática, é a manutenção da heterozigose, evitando, conseqüentemente, a homozigose causada pela duplicação somática (RAMANNA, 1992; RAMSEY e SCHEMSKE, 1998). De acordo com RAMANNA e JACOBSEN (2003), a poliploidização sexual pode, muitas vezes, ser de maior relevância para o melhoramento do que a poliploidização somática.

Identificação dos poliplóides

Após a indução, é necessário verificar o sucesso do procedimento. O teste definitivo é, sem dúvida, a contagem de cromossomos. Este é um processo que demanda tempo, e, portanto, freqüentemente são sugeridas práticas alternativas. Como o aumento do volume celular é um dos primeiros efeitos da duplicação cromossômica, caracteres citológicos como tamanho das células dos estômatos, densidade de estômatos por área e diâmetro dos grãos de pólen são muito utilizados para identificar poliplóides (GRANER, 1940; BREWBAKER, 1952; EVANS, 1955; ARMSTRONG e ROBERTSON, 1960; ELLIOTT, 1967; SILVA et al., 2000; BECK et al., 2003; MORGAN et al., 2003), da mesma forma que o número de plastídios nas células dos estômatos (BINGHAM, 1968; BOAVENTURA et al., 1981). Outra alternativa é a estimativa do nível de ploidia através da determinação da quantidade de DNA nuclear, que pode ser feita por microdensitometria, ou por citometria de fluxo (SCHIFINO-WITTMANN, 2001). A citometria de fluxo vem sendo cada vez utilizada em determinações de nível de ploidia, associada à indução de poliploidia ou identificação de poliplóides espontâneos (SALON e EARLE, 1998; SÁUCO et al., 2001; MORGAN et al., 2003). Ca-

racterísticas morfológicas externas, como “gigantismo” - órgãos maiores e, em geral, mais espessos - podem auxiliar na distinção de diplóides e poliplóides (EIGSTI e DUSTIN, 1957; ELLIOT, 1967) sendo, entretanto, avaliações subjetivas e expostas a falhas freqüentes. Todos estes caracteres, que são estimativas de ploidia, freqüentemente não são precisos o suficiente, havendo a necessidade de verificação do número de cromossomos, ao menos para validar a técnica de avaliação indireta utilizada. É necessário um cuidado especial quando há formação freqüente de quimeras, pois dependendo da parte da planta analisada pode-se ter resultados diferentes, levando a conclusões errôneas.

Poliploidia e melhoramento: promessas, resultados e perspectivas

A época áurea da indução de poliploidia foi nas décadas de 30 a 70 do século XX. Muitos trabalhos foram publicados sobre poliplóides induzidos, em espécies ornamentais e frutíferas (NEBEL e RUTTLE, 1938), alfafa (COOPER, 1939; DUNBIER et al., 1975), mandioca (GRANER, 1941), trevos (LEVAN, 1942; BRAGDO, 1955; HUTTON, 1957; ARMSTRONG e ROBERTSON, 1960), *Phalaris* (COVAS e CIALZETA, 1953; ÖSTERGREN, 1957), *Phaseolus mungo* (SEN e CHHEDA, 1958), *Lolium*, (AHLOOWALIA, 1967; CROWLEY e REES, 1968), *Phlox drumondii* (RAGUVANSHI e PATHAK, 1975), *Agropyron* (ASAY e DEWEY, 1979), *Matricaria chamomilla* (MADHUSOODANA e ARORA, 1979), *Portulaca grandiflora* (SINGH, 1979) e diversas outras, como centeio, uvas, beterraba e melancia (DEWEY, 1980). Verificou-se, ao mesmo tempo, que, de maneira geral, principalmente os autopoliplóides recém-induzidos apresentavam, além de níveis variáveis de “gigantismo”, também características desvantajosas, principalmente uma diminuição da fertilidade. Sendo assim, houve uma reação de pessimismo em relação à indução de poliploidia, pois, para utilização deste material, eram necessárias grandes populações e intensa seleção. DEWEY, em 1980, examinando o que ocorreu com poliplóides induzidos, que eram considerados economicamente promissores na década de 60, como centeio, uvas e beterrabas, mostrou que nenhum destes teve o sucesso esperado a longo prazo. Mas, mesmo assim, a indução de poliploidia continuava

a ser feita em diversos países, principalmente naqueles com menores recursos econômicos. Segundo o autor, a poliploidia induzida, para o melhoramento, seria mais importante para transferir características de interesse, entre diferentes níveis de ploidia, do que para obter plantas maiores.

Como em todos os assuntos polêmicos, ou como naquelas situações em que as promessas e expectativas são muito altas e os resultados modestos, é necessário um balanço das vantagens e desvantagens e avaliação da relação custo benefício. Vários autores, desde o início da utilização desta técnica, apresentavam uma postura mais realista, apontando não só seus problemas, mas principalmente as suas possibilidades, mostrando que a poliploidia induzida pode ser utilizada como o passo inicial, e como uma ferramenta importante, em alguns programas de melhoramento (LEVAN, 1942; EIGSTI e DUSTIN, 1957; STEBBINS, 1957 e 1971; ELLIOT, 1967; SIMMONDS, 1980; EVANS, 1981).

Um dos principais obstáculos à utilização de autopoliplóides induzidos é a diminuição na fertilidade, atribuída principalmente, mas não exclusivamente, ao comportamento meiótico dos poliplóides jovens. Entretanto, RAMSEY e SCHEMSKE (2002), revisando dados da literatura, não encontraram comprovações de que a fertilidade em neoautopoliplóides seja menor do que em neoalopoliplóides. A fertilidade de um organismo está relacionada com o equilíbrio gênico, conseqüentemente com o comportamento cromossômico na meiose e, ainda, com outros fatores, genéticos, fisiológicos e ambientais, que agem na formação dos gametas, no desenvolvimento e na maturidade do indivíduo. Em gerações avançadas de autotetraplóides, muitas vezes, pode ser observada uma tendência à regularização da meiose, semelhante à diploidização dos poliplóides naturais (HAZARIKA e REES, 1967; SIMONSEN, 1973).

Um dos grandes problemas, que talvez tenha levado, durante um período, a um certo descrédito em relação à indução de poliploidia no melhoramento, é a comparação desigual entre um neopoliplóide, em suas primeiras gerações após a indução, e um progenitor, com milhões de gerações submetidas à seleção natural, o que se reflete no desempenho inferior dos poliplóides em relação aos diplóides dos quais foram derivados (EIGSTI e DUSTIN, 1957). Muitos poliplóides induzidos apresentam uma compensação ao efeito “gigas”, como

menor número de folhas e flores, desenvolvimento mais lento, etc... As características indesejáveis presentes em um neopoliploide podem, geralmente, ser removidas por seleção em grandes populações (ELLIOTT, 1967). Diferentes tipos de plantas cultivadas respondem diferentemente à poliploidia induzida. Tanto o nível de ploidia original, como o modo de reprodução, o ciclo de vida, perene ou anual, e a parte da planta cultivada (por exemplo, se o produto final da cultura é o fruto, a semente, a flor ou a parte vegetativa) influenciam o sucesso do procedimento. Portanto, o melhorista deve considerar com cuidado as vantagens e desvantagens da utilização desta técnica em seu trabalho específico (DEWEY, 1980). Nas espécies ornamentais, principalmente as de reprodução vegetativa, a duplicação do número cromossômico é, em geral, vantajosa, pois não há uma dependência da fertilidade (ALLARD, 1999; SIMMONDS, 1980). A redução na produção de sementes pode ser compensada, por exemplo, por flores maiores e mais vistosas (EIGSTI e DUSTIN, 1957). Um exemplo de alopoliploide artificial em culturas graníferas, relativamente bem sucedido e bastante utilizado, é o *Triticale*, resultante do cruzamento do trigo e do centeio (MÜNTZIG, 1980).

Em geral, o objetivo é alcançar o nível tetraploide ou níveis de ploidia pares. Entretanto, triploides são usados no melhoramento exatamente por sua esterilidade, como no caso da melancia triploide, obtida pelo cruzamento de plantas diplóides com tetraploides somáticos induzidos. A sua grande vantagem é a não produção de sementes, o que atrai o consumidor. Por outro lado, o produtor fica na dependência da compra das sementes triploides, devido à necessidade contínua de refazer os cruzamentos. Muitos destes triploides podem, também, apresentar vigor híbrido e ser mais resistentes a doenças. Nos Estados Unidos, cerca de 20 a 50% da produção de melancias é de triploides (UFL, 1999).

Em plantas forrageiras, principalmente quando o interesse é a produção de forragem, a poliploidia pode ser vantajosa, como nos autotetraploides de *Lolium perenne* e *Lolium multiflorum* e nos alopoliploides de *Lolium x Festuca* (CARNAHAN e HILL, 1961; EVANS, 1981). Entre as leguminosas forrageiras, um bom exemplo é o trevo vermelho, *Trifolium pratense* (TAYLOR e QUESENBERRY, 1996). Nesta espécie, vários trabalhos demonstraram que, em mui-

tos casos, os autotetraploides são mais persistentes, produtivos e resistentes a doenças. A diminuição da fertilidade, refletida pela baixa produção de sementes, pode ser superada por seleção. Na Suécia, até 50% da produção de semente certificada de trevo vermelho é oriunda de autotetraploides, que, de maneira geral, são mais bem sucedidos e cultivados na Europa do que na América. Isto, muito provavelmente, deve-se ao fato de que os melhoristas europeus vêm trabalhando há muito mais tempo com indução de poliploidia em trevo vermelho do que os pesquisadores americanos. Aparentemente, é necessário um período considerável de tempo para que os genes do trevo vermelho tornem-se adaptados à existência em células com nível de ploidia mais alto (TAYLOR e QUESENBERRY, 1996).

Em culturas como a alfafa, a poliploidização sexual é utilizada como uma maneira de otimizar a heterozigose, especialmente pelo modo bilateral (BINGHAM, 1980), e de possibilitar a introgressão de genes de espécies diplóides silvestres para a alfafa tetraploide cultivada (MCCOY e BINGHAM, 1991). Tetraploides, formados por poliploidização sexual bilateral, apresentam maiores valores para os componentes de rendimento de forragem e tamanho de folha e de caule, quando comparados a seus progenitores diplóides, apesar de haver uma diminuição na fertilidade (BARCACCIA *et al.*, 1998). Em batata, tetraploides obtidos por poliploidização sexual apresentam maior produção de tubérculos do que aqueles induzidos por colchicina (PELOQUIN *et al.*, 1989). Nesta cultura, a poliploidização sexual vem sendo utilizada como uma forma de transferir, de espécies selvagens diplóides para a tetraploide cultivada, a resistência ao escurecimento durante a armazenagem a frio (HAYES e TILL, 2002). Uma das dificuldades a serem superadas, para uma utilização mais ampla da poliploidização sexual, é a obtenção de genótipos com as características de interesse e que, ao mesmo tempo, produzam gametas-não reduzidos de forma regular (RAMANNA, 1992). Para que isto seja atingido, há necessidade de seleção para ambos os aspectos.

Considerando a indução de poliploidia em espécies nativas do Rio Grande do Sul, há o caso de *Trifolium riograndense*, uma leguminosa forrageira adaptada aos solos ácidos do Estado. Entre 1982 e 1986, foram realizados trabalhos de

indução de poliploidia na espécie, com o objetivo de obter plantas maiores e para cruzá-las com trevo branco, que é uma espécie naturalmente tetraplóide. Uma característica interessante deste autotetraplóide específico é sua alta produção de sementes férteis (BECKER et al., 1986; SCHIFINO e MORAES-FERNANDES, 1987). Em ensaio a campo, o poliplóide demonstrou ser superior ao diplóide para características como taxa de crescimento em altura no período reprodutivo e comprimento do pedúnculo floral, mas inferior para outras, como crescimento em diâmetro e crescimento dos estolhos ((SOUZA et al., 1988; MORAES et al., 1989). Quando os dois citótipos foram colocados em competição, após alguns anos as plantas tetraplóides desapareceram da área em cultivo (PAIM, comunicação pessoal).

Além da ampla utilização de poliplóides espontâneos em espécies ornamentais, como por exemplo narcisos, tulipas, jacintos (BRANDHAM et al., 1995) e cactos (KARLE et al., 2002), poliplóides induzidos continuam sendo utilizados no

melhoramento de *Tripsacum dactyloides* (SALON e EARLE, 1998), *Trifolium alexandrinum* (1999), orquídeas (SILVA et al., 2000), *Gentiana triflora* (MORGAN et al., 2003), e nos gêneros *Avena* (LADIZINSKY, 2000) e *Rhododendron* (VÄINÖLÄ, 2000), entre muitos outros.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A indução de poliploidia, somática ou sexual, é uma ferramenta importante para o melhoramento genético de diversas plantas, para a obtenção de plantas de tamanho maior, para restauração da fertilidade de híbridos interespecíficos, e como ponte, para a transferência gênica entre níveis de ploidia diferentes. O melhorista deve avaliar qual a técnica adequada aos seus objetivos, e às espécies com que vai trabalhar, levando em consideração que haverá necessidade de uma ampla seleção posterior até sua possível utilização comercial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHLOOWALIA, B.S. Colchicine induced polyploids in ryegrass. **Euphytica**, Wageningen, v. 16, p. 49-60, 1967.
- ALLARD, R. W. **Principles of Plant Breeding**. New York: John Wiley e Sons, 1999, 254 p.
- ARMSTRONG J.M.; ROBERTSON, R.W. Studies of colchicine-induced tetraploids of *Trifolium hybridum* L. II. Comparison of characters in tetraploid and diploid. **Canadian Journal of Genetics and Cytology**, Ottawa, v. 2, p. 371-378, 1960.
- ASAY, K.H.; DEWEY, D.R. Bridging ploidy differences in crested wheatgrass with hexaploid x dioploid hybrids. **Crop Science**, Madison, v. 19, p. 519-523, 1979.
- BARCACCIA, G.; ROSELLINI, D.; FALCINELLI, M. et al. Reproductive behavior of tetraploid alfalfa plants obtained by unilateral and bilateral sexual polyploidization. **Euphytica**, Wageningen, v.99, p.199-203, 1998.
- BECK, S.L.; DUNLOP, R.W.; FOSSEY, A. Stomatal length and frequency as a measure of ploidy level in black wattle, *Acacia mearnsii* (de Wild). **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 141, p. 177-181, 2003.
- BECKER, L.C.M.; SCHIFINO, M.T.; PAIM, N.R.; RIBOLDI, J.R. Cytological comparison of diploid and autotetraploid *Trifolium riograndense* Burkart (Leguminosae). **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 9, p. 637-643, 1986.
- BINGHAM, E.T. Stomatal chloroplasts in alfalfa at four ploidy levels. **Crop Science**, Madison, v.8, p. 509-510, 1968.
- BINGHAM, E.T. Maximizing heterozygosity in autopolyploids. In: LEWIS, W.H. **Polyploidy: Biological relevance**. New York: Plenum, 1980, p. 471-489.
- BLAKESLEE, H.; AVERY, A.G. Methods of inducing doubling of chromosomes in plants. **Journal of Heredity**, Washington, v. 28, p.393-411, 1937.
- BOAVENTURA, Y.M.S.; MEDINA, D.M.; VIEIRA, M.J.F.R. et al. Número de cloroplastos e nível de ploidia em espécies de *Coffea*. **Revista Brasileira de Botânica**, Ribeirão Preto, v. 4, p. 15-21, 1981.
- BRAGDO, M. Production of polyploids by colchicine. **Euphytica**, Wageningen, v. 4, p. 76-82, 1955.
- BRANDHAM, P.E.; FRASER, E.; WEST, J. DNA amount, polyploidy and selection of decorative monocotyledons. In: BRANDHAM, P.E., BENNET, M.D. **Kew Chromosome Conference IV**. Kew: Royal Botanic Gardens, 1995, p. 37-46.
- BRETAGNOLLE, F. Pollen production and spontaneous polyploidization in diploid populations of *Anthoxanthum alpinum*. **Biological Journal of the Linnean Society**, London, v. 72, p. 241-247, 2001.
- BREWBAKER, J.L. Colchicine induction of tetraploids in *Trifolium* species. **Agronomy Journal**, Madison, v. 44, p. 592-594, 1952.
- CARNAHAN, H.L.; HILL, D.H. Cytology and genetics of forage grasses. **Botanical Review**, New York, v. 27, p. 1-162, 1961.
- COOPER, D.C. Artificial induction of polyploidy in alfalfa. **American Journal of Botany**, New York, v. 26, p. 61-67, 1939.

- COVAS, G.; CIALZETA, C. Aloploidie sintético del género *Phalaris*, de posible valor económico como planta forrajera. **Boletim del IDIA**, Castelar, v. 62, p. 8-10, 1953.
- CROWLEY, J.G.; REES, H. Fertility and selection in tetraploid *Lolium*. **Chromosoma**, Berlin, v.24, p. 300-308, 1968.
- DE WET, J.M.J. Origins of polyploids. In: LEWIS, W.H. **Polyploidy: biological relevance**. New York: Plenum. 1980, p. 3-15.
- DEWEY, D.R. Some applications and misapplications of induced polyploidy to plant breeding. In: LEWIS, W.H. **Polyploidy: biological relevance**. New York: Plenum. 1980, p. 445-469.
- DUNBIER, M.W.; ESKEW, D.L.; BINGHAM, E.T. et al. Performance of genetically comparable diploid and tetraploid alfalfa: agronomic and physiological parameters. **Crop Science**, Madison, v. 15, p. 211-214, 1975.
- EIGSTI, O.J.; DUSTIN, P. **Colchicine in agriculture, medicine, biology and chemistry**. Iowa: The Iowa state College Press, 1957. 470 p.
- ELLIOTT, F. **Mejoramiento de plantas- citogenética**. Mexico: Compañía Editorial Continental, 1967, 474 p.
- EVANS, A. M. The production and identification of polyploids in red clover, white clover and lucerne. **The New Phytologist**, Oxford, v. 54, p. 149-162, 1955.
- EVANS, G.M. Polyploidy and crop improvement. **Journal of the Agricultural Society of Wales**, Aberystwyth, v. 62, p. 93-116, 1981.
- GOLDBLATT, P. Polyploidy in angiosperms: monocotyledons. In: LEWIS, W.H. **Polyploidy: biological relevance**. New York: Plenum, 1980. p. 219-239.
- GRANER, E.A. Polyploid cassava induced by colchicine treatment. **Journal of Heredity**, Washington, v. 32, p. 281-288, 1941.
- GRANER, E.A. Tratamento de mandioca pela colchicina. I. Nota preliminar sobre poliploidia indicada pela diferença de tamanho dos estômatos. **Jornal de Agronomia**, Piracicaba, v. 3, p. 83-98, 1940.
- GRIFFITHS, A.J.F.; MILLER, J.H.; SUZUKI, D.T. et al. **An introduction to genetic analysis**. New York: W. H. Freeman, 2000. 860 p.
- HARLAN, J.R.; DE WET, J.M.J. On Ö Winge and a prayer: the origins of polyploidy. **The Botanical Review**, New York, v.41, n.4, p.311-390, 1975.
- HAZARIKA, M.H.; REES, H. Genotypic control of chromosome behavior in rye. X. Chromosome pairing and fertility in autotetraploids. **Heredity**, Essex, v. 22, p. 317-332, 1967.
- HAYES, R.J.; THILL, C.A. Introgression of cold (4C) chipping from 2x (2 Endosperm Balance Number) potato species into 4x (4EBN) cultivated potato using sexual polyploidization. **American Journal of Potato Research**, Orono, v. 79, p. 241-431, 2002.
- HERMSEN, J.G.T. The potential of meiotic polyploidization in breeding allogamous crops. **Iowa Sate Journal of Research**, Ames, v.58, n.4, p. 435-448, 1984.
- HILU, K. W. Polyploidy and the evolution of domesticated plants. **American Journal of Botany**, St. Louis, v.80, p. 1494-1499, 1993.
- HUTTON, E.M. Some effects of induced autopolyploidy in white clover, barrel medics and wimmera ryegrass. **Journal of the Australian Institute of Agricultural Science**, Sydney, v. 23, p. 227-231, 1957.
- KARLE, R.; PARKS, C.A.; O'LEARY, M. et al. Polyploidy-induced changes in the breeding behavior of *Hatiora x graeseri* (Cactaceae). **Journal of the American Society of Horticultural Science**, Alexandria, v. 127, p. 397-403, 2002.
- LADIZINSKY, G. A synthetic hexaploid (2n=42) oat from the cross of *Avena strigosa* (2n=14) and domesticated *A. magna* (2n=28). **Euphytica**, Wageningen, v. 116, p. 231-235, 2000.
- LEITCH, I.J.; BENNET, M.D. Polyploidy in angiosperms. **Trends in Plant Science**, Oxford, v. 2, p. 470-476, 1997.
- LEVAN, A. Plant breeding by induction of polyploidy and some results in clover. **Hereditas**, Lund, v. 28, p. 245-246, 1942.
- LEWIS, W.H. **Polyploidy: biological relevance**. New York: Plenum, 1980, 583 p.
- MADHUSOODANAN, K.J.; ARORA, O.P. Induced autotetraploidy in *Matricaria chamomilla* L. **Cytologia**, Tokyo, v. 44, p. 227-232, 1979.
- MCCOY, T.J.; BINGHAM, E.T. Alfalfa cytogenetics In: TSUCHIYA, T.; GUPTA, P.K. **Chromosome engineering in plants: genetics, breeding, evolution**. Part B. Amsterdam: Elsevier. 1991, p. 399-418.
- MORAES, C.O.C.; PAIM, N.R.; NABINGER, C. Avaliação de leguminosas do gênero *Trifolium*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 24, p. 813-818, 1989.
- MORGAN, E.R.; HOFMANN, B.L.; GRANT, J.E. Production of tetraploid *Gentiana triflora* var. *japonica* 'Royal Blue' plants. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, Auckland, v. 31, p. 65-68, 2003.
- MÜNTZIG, A. Problems of allopolyploidy in *Triticale*. In: LEWIS, W.H. **Polyploidy: biological relevance**. New York: Plenum. 1980, p. 409-425.
- MURRAY, B.G. Trees, maps and FISH: the application of genome based technologies to the analysis of chromosome evolution. **Current Genomics**, Sharjah, v. 3, p. 539-550, 2002.
- NEBEL, B.R.; RUTTLE, M.L. **Colchicine and its place in fruit breeding**. Geneva: New York State Agricultural Experiment Station, 1938. 19 p. Circular 183.
- NELSON, A.D.; ELISENS, W.J. Polyploid evolution and biogeography in *Chelone* (Scrophulariaceae): morphological and isozyme evidence. **American Journal of Botany**, St. Louis, v. 86, p. 1487-1501, 1999.
- OSBORN, T.C.; PIRES, J.C.; BIRCHLER, J.A. et al. Understanding mechanisms of novel gene expression in polyploids. **Trends in Genetics**, Oxford, v. 19, p.141-147, 2003.
- ÖSTERGREN, G. Polyploids and aneuploids of *Crepis capillaris* produced by treatment with nitrous oxide. **Genetica**, Dordrecht, v.27, p. 54-64, 1954.

- ÖSTERGREN, G. Production of polyploids and aneuploids of *Phalaris* by means of nitrous oxide. **Hereditas**, Lund, v.11, p. 287-290, 1957.
- OTTO, S.P.; WHITTON, J. Polyploid incidence and evolution. **Annual Review of Genetics**, Palo Alto, v.34, p. 401-437, 2000.
- PELOQUIN, S.J.; JANSKY, S.H.; YERK, G.L. Potato cytogenetics and germplasm utilization. **American Potato Journal**, Madison, v.66, p.629-638, 1989.
- PETERSEN, K.K.; HAGBERG, P.; KRISTIANSEN, K. *In vitro* chromosome doubling of *Miscanthus sinensis*. **Plant Breeding**, Berlin, v. 121, p. 445-450, 2002.
- RAGUVANSHI, S.S.; PATHAK, C.S. Polyploid breeding and possibility of raising double varieties in *Phlox drumondii*. **Cytologia**, Tokyo, v. 40, p. 355-363, 1975.
- RAMANNA, M.S. The use of 2n gametes in breeding polysomic polyploid species: some achievements and perspectives. In: MARIANI, A.; TAVOLETTI, S. **Gametes with somatic chromosome number in the evolution and breeding of polyploid polysomic species**: achievements and perspectives. Perugia: Forage Plant Breeding Institute, 1992. p. 91-99.
- RAMANNA, M.S.; JACOBSEN, E. Relevance of sexual polyploidization for crop improvement. **Euphytica**, Wageningen, v. 133, p. 3-8, 2003.
- RAMSEY, J.; SCHEMSKE, D.W. Pathways, mechanisms and rates of polyploid formation in flowering plants. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v.29, p.467-501, 1998.
- RAMSEY, J.; SCHEMSKE, D.W. Neopolyploidy in flowering plants. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v.33, p. 589 -639, 2002.
- SALON, P.R.; EARLE, E.D. Chromosome doubling and mode of reproduction of induced tetraploids of eastern gamagrass (*Tripsacum dactyloides* L.). **Plant Cell Reports**, Heidelberg, v. 17, p. 881-885, 1998.
- SÁUCO, V.G.; MARTÍN, M.J.G.; GALVÁN, D.F. et al. Occurrence of spontaneous tetraploid nucellar mango plants. **Hortscience**, Alexandria, v. 36, p. 755-757, 2001.
- SCHIFINO, M.T.; MORAES-FERNANDES, M.I.B. Induction of polyploidy and cytological characterization of autotetraploids of *Trifolium riograndense* Burkart (Leguminosae). **Euphytica**, Wageningen, v. 36, p. 863-872, 1987.
- SCHIFINO-WITTMANN, M.T. Determinação da quantidade de DNA nuclear em plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, p. 897-902, 2001.
- SCHIFINO-WITTMANN, M.T.; DALL' AGNOL, M. Gametas não-reduzidos no melhoramento de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, p. 169-175, 2001.
- SEGRAVES, K.A.; THOMPSON, J.N.; SOLTIS, P.S.; SOLTIS, D.E. Multiple origins of polyploidy and the geographic structure of *Heuchera grossularifolia*. **Molecular Ecology**, Oxford, v. 8, p. 253-262, 1999.
- SEN, N.K.; CHHEDA, H.R. Colchicine induced tetraploids of five varieties of black gram. **Indian Journal of Genetics and Plant Breeding**, New Delhi, v. 18, p. 238-245, 1958.
- SHARBEL, T.F.; MITCHEL-OLDS, T. Recurrent polyploid origins and chloroplast phylogeography in the *Arabidopsis holboellii* complex (Brassicaceae). **Heredity**, Essex, v. 87, p. 59-68, 2001.
- SILVA, P.A.K.X.M.; CALLEGARI-JACQUES, S.; BODANESE-ZANETTINI, M.H. Induction and identification of polyploids in *Cattleya intermedia* Lindl. (Orchidaceae) by *in vitro* techniques. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, p. 105-111, 2000.
- SIMMONDS, N.W. Polyploidy in plant breeding. **Span**, London, v.23, p. 73-75, 1980.
- SIMONSEN, O. Cytogenetic investigation in diploid and autotetraploid populations of *Lolium perenne* L. **Hereditas**, Lund, v. 75, p. 157-188, 1973.
- SINGH, A.K. Polyploid breeding in *Portulaca grandiflora* L. **Cytologia**, Tokyo, v. 44, p. 167-174, 1979.
- SOLTIS, D.E.; SOLTIS, P. S. The dynamic nature of polyploid genomes. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA**, New York, v. 92, p. 8089-8091, 1995.
- SOLTIS, D.E.; SOLTIS, P.S. Polyploidy: recurrent formation and genome evolution. **Trends in Ecology and Evolution**, Oxford, v.14, p. 348-352, 1999.
- SOUZA, E.H.; PAIM, N.R., SCHIFINO, M.T. et al. Caracterização morfológica e fisiológica das formas diplóide e tetraplóide de *Trifolium riograndense* em comparação com *Trifolium repens* e *Trifolium polymorphum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 23, p. 599-607, 1988.
- STEBBINS, G.L. Genetics, evolution and plant breeding. **Indian Journal of Genetics and plant Breeding**, Delhi, v. 17, p. 129-141, 1957.
- STEBBINS, G.L. **Chromosomal evolution in higher plants**. Reading: Addison-Wesley, 1971. 216 p.
- SYBENGA, J. **Cytogenetics in plant breeding**. Berlin: Springer, 1992. 469 p.
- TAYLOR, N.L.; ANDERSON, M.K.; QUESENBERRY, K.H. et al. Doubling the chromosome number of *Trifolium* species using nitrous oxide. **Crop Science**, Madison, v. 16, p. 516-518, 1976.
- TAYLOR, N.L.; QUESENBERRY, K.H. **Red Clover Science**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1996. 226 p.
- UFL. **Melancias sem sementes**. Boletim Técnico de Hortaliças 44, Universidade Federal de Lavras, 1999. Disponível em: <www2.ufla.br/~wrmaluf/bth044/bth044.html>. Acesso em: 10/10/2003.
- VÄINÖLÄ, A. Polyploidization and early screening of *Rhododendron* hybrids. **Euphytica**, Wageningen, v. 112, p. 239-244, 2000.
- WENDEL, J.F. Genome evolution in polyploids. **Plant Molecular Biology**, Dordrecht, v. 42, p. 225-249, 2000.
- WOLFE, K.H. Yesterday's polyploids and the mystery of diploidization. **Nature Reviews Genetics**, New York, v.2, p. 333-341, 2001.

COMUNICADO TÉCNICO

REDESCRIÇÃO DE *MELICHAROPTERA POLYNEURA* (BERG, 1883) E NOVOS REGISTROS PARA O BRASIL (HEMIPTERA, DICTYOPHARIDAE)¹

CRISTINE ELISE PULZ² e GERVÁSIO SILVA CARVALHO³

RESUMO - *Melicharoptera polyneura*, descrita por Berg em 1883 em *Dictyophara*, é redescrita e ilustrada, usando-se principalmente, a microscopia eletrônica de varredura. Novos registros de distribuição são acrescentados.

Palavras-chave: dictiofarídeos, cigarrinha, *Melicharoptera polyneura*, redescrição, registros.

REDESCRIPTION OF *MELICHAROPTERA POLYNEURA* (BERG, 1883) AND NEW RECORDS TO BRAZIL (HEMIPTERA, DICTYOPHARIDAE)

ABSTRACT - *Melicharoptera polyneura* described by Berg in 1883 in *Dictyophara* is redescribed and illustrated, using mainly, the scanning electronic microscopy. New records are added.

Key-words: dictyopharids, leafhopper, *Melicharoptera polyneura*, redescription, records.

¹ Parte da dissertação de Mestrado Dictiofarídeos no Rio Grande do Sul, Brasil (Hemiptera, Fulgoroidea, Dictyopharidae), da primeira autora, na PUCRS.

² Bióloga, M. Sc. - Zoologia. E-mail: dictyo73@yahoo.com.br

³ Prof. Titular - PUCRS - Instituto de Biociências - Departamento de Biologia - PPG Zoologia - Av. Ipiranga, 6681 - C.P.1429 - CEP 90619-900 - Porto Alegre, RS, Brasil. E-mail: gervasio@puccs.br

Recebido para publicação em 30-04-2002

INTRODUÇÃO

Melicharoptera Metcalf, 1938 foi criado em substituição à *Dictyoptera* Melichar, 1912, que se encontrava pré-ocupado por *Dictyoptera* Latreille, 1829 (METCALF, 1938). O gênero conta atualmente com três espécies: *M. polyneura* (Berg, 1883), *M. rostrata* (Melichar, 1912) e *M. tucumana* (Melichar, 1912), com distribuição na América do Sul.

Espécies deste gênero caracterizam-se por apresentar processo cefálico cônico e estendido adiante dos olhos; vértice triangular, 2,5 vezes mais longo que largo; fronte tricarenada; asas anteriores com rede de veias transversas em toda a extensão do cório, exceto entre as veias Sc+R; pterostigma hialino, muito longo e estreito, com quatro a seis células; tíbias metatorácicas com quatro ou cinco espinhos laterais, excepcionalmente até sete.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram examinados 40 exemplares depositados nas seguintes Instituições: Instituto Biológico, Secretaria da Agricultura (São Paulo, SP, Brasil) [IBSP]; Museu de Ciências Naturais da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul (Porto Alegre, RS, Brasil) [MCNZ]; Museu de Ciências e Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (Porto Alegre, RS, Brasil) [MCTP]; Museu Anchieta (Porto Alegre, RS, Brasil) [MGAP]; Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, (São Paulo, SP, Brasil) [MZSP]; Naturhistorisches Hofmuseum Wien (Viena, Áustria) [NHMW] e Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro (Rio de Janeiro, RJ, Brasil) [MNRJ]. As siglas foram tomadas de ARNETT et al. (1993), com exceção de MCTP e MNRJ.

A redescrição baseou-se em dois exemplares, um macho e uma fêmea, identificados por Melichar, depositados no NHMW.

A distribuição geográfica, onde todas as localidades são referidas com base na bibliografia, excetuando-se os novos registros, indicados com asterisco, baseou-se em OLIVIER (1791), BERG (1883), MELICHAR (1912), METCALF (1946) e RUFFINELLI (1970).

As medidas (médias e amplitudes) foram efetuadas com utilização de ocular micrométrica acoplada ao microscópio estereoscópico e expres-

sas em milímetros.

As fotografias foram realizadas com câmara fotográfica acoplada ao microscópio estereoscópico e microscópio eletrônico de varredura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Melicharoptera polyneura (Berg, 1883)

(Figs 1 - 15)

Dictyophara polyneura BERG (1883, 1884).

Dictyoptera polyneura; MELICHAR (1912).

Plegmatoptera nervosa Signoret; MELICHAR (1912) (= *Dictyoptera polyneura*); METCALF (1946) [nom. nud.].

Melicharoptera polyneura; METCALF (1946).

Medidas (mm): Macho/Fêmea: comprimento total: 13,40 (12,60-13,86)/14,98 (13,44-16,94); comprimento do vértice: 1,87 (1,60-2,00)/1,79 (1,60-1,96); largura do vértice: 0,75 (0,52-0,88)/0,76 (0,60-0,92); comprimento do pronoto: 0,64 (0,56-0,72)/0,75 (0,66-0,80); largura do pronoto: 2,51 (2,36-2,72)/2,82 (2,58-3,20); comprimento da asa anterior: 9,62 (8,82-10,22)/12,18 (11,62-13,16); largura da asa anterior: 3,23 (3,08-3,30)/3,25 (2,40-4,90).

Redescrição: Vértice aproximadamente 2,5 vezes mais longo que largo; carena mediana bem marcada; margens laterais em forma de quilha. Fronte com três carenas longitudinais; carena mediana bem distinta e completamente reta; as látero-medianas pronunciadas do ápice até o terço superior dos olhos; margens laterais mais estreitadas na altura dos olhos e visíveis dorsalmente. Entre a carena mediana e as látero-medianas, há duas marcas longitudinais que se estendem desde a base da fronte até a altura dos olhos. Genas com uma protuberância longitudinal. Olhos alongados, com projeção ocular bem desenvolvida. Órgão plaquel sensorial da antena (Fig. 3) com placas irregulares e angulosas. Rostro ultrapassando as coxas metatorácicas, artículo apical do mesmo tamanho que os anteriores.

Pronoto com carena mediana bem marcada e laterais não alcançando a margem posterior; margem anterior reta e a posterior em ângulo obtuso. Mesonoto tricarenado; carena mediana não alcançando a margem posterior, porém as látero-medianas, atingem a região posterior, unido-se e formando um semicírculo. Espinho bastante afilado na

porção mediana do metaepisterno.

Asas anteriores densamente reticuladas, com exceção da margem costal até o pterostigma; acompanhando a coloração do inseto; pterostigma com quatro a sete células, da mesma cor do resto da asa. Asas posteriores densamente reticuladas na área apical.

Pernas metatorácicas: tíbias com três a cinco espinhos laterais, o proximal junto ao fêmur, com as extremidades pretas; oito espinhos apicais, não inseridos no mesmo plano; tarsos com coroa de espinhos apicais no artículo basal e mediano, com 10 e oito espinhos, respectivamente; por trás destes ocorrem o mesmo número de espinhos, porém mais delicados.

Oitavo esterno abdominal com margens anterior e posterior em forma de “v” invertido.

Coloração: amarelo-pálida até verde; projeção ocular, carena lateral do pronoto e veia Costa, de coloração mais clara que o resto do corpo.

Genitália do macho (Figs 4-9): Pigóforo com processo lateral bastante delgado, que atinge a metade da expansão lateral do tubo anal, o qual é retangular dorsalmente, com projeções laterais conspícuas. Parâmeros 2,5 vezes mais longo do que a sua maior altura, com margem basal reta; espinho dorsal rombo; espinho lateral com extremidade romba. Edeago moderadamente alongado; vesículas superiores alongadas e rugosas, exceto na porção apical, que é lisa e levemente dilatada, voltadas para o pigóforo.

Genitália da fêmea (Figs 10-15): Tubo anal curto, retangular, com expansões laterais pronunciadas. Estilo anal triangular. Primeira valva com lobo lateral provido de sete dentes bastante afilados, sendo os três distais mais robustos, e lobo mediano com ápice arredondado e pouquíssimas cerdas. Segunda valva com uma aba esclerotizada por toda sua extensão dorsal, dobrando-se apicalmente; porção basal (em vista ventral) com puncturações grandes e porção apical com densa pilosidade. Terceira valva suboval, com lobo mediano não mais alto que o lobo lateral, o qual tem superfície microdenticulada e poucas cerdas, com apêndice posterior e algumas cerdas apicais.

Comentários: de acordo com MELICHAR (1912), a espécie é muito próxima de *M. rostrata* (Melichar, 1912), diferindo por apresentar asas anteriores com reticulação mais densa, comprimento

total maior e comprimento do vértice menor. Para MELICHAR (1912), o pterostigma tem de quatro a cinco células e a tíbia metatorácica quatro espinhos laterais e para BERG (1833), a tíbia metatorácica tem quatro ou cinco espinhos laterais.

Material tipo: 1 fêmea; Brasil, Bahia; Fruhstorfer, Stettiner Museum (SCHMIDT, 1915: 351); não examinado e não localizado.

Material examinado: SURINAME. s. d. (Signoret), 1 ♀ (NHMW), Signoret, det. *Melicharoptera polyneura*: BRASIL. Bahia. s. d. (Fruhstorfer), 1 ♂ e 1 ♀ (NHMW); Queimadas, 1903 (Bras. Exped. Penther), 1 ♂ (identificado por Melichar)(NHMW); São Paulo: Mongaguá (Casarão EFS), 11.x.1967 (Pavan & Morgante), 3 ♀ (MZSP); Rio de Janeiro: Petrópolis, 05.i.1970 (H.S. Lopes), 1 ♀ (QBUM); Paraná: Rio Negro, i.1929 (sem coletor), 1 ♀ (IBSP); Santa Catarina: Ilha do Arvoredo, 06.x.1995 (W.S. Azevedo F^o), 1 ♀ (MCTP); Ilha do Arvoredo, 02.v.1996 (W.S. Azevedo F^o), 1 ♀ (MCTP 7429); Rio Grande do Sul, s. d. (Stieglmayr), 8 ♀ (1 identificada por Melichar)(NHMW); São Francisco de Paula (Centro de Pesquisa e Conservação da Natureza Pró-Mata), 26.ix.1997 (G.S. Carvalho), 1 ♂ em *Ilex taubertiana* - Aquifoliacea (MCTP); Salvador do Sul, 03.xii.1994 (A. Specht), 1 ♂ (MCTP 8261); Montenegro, 11.viii.1977 (A.A. Lise), 1 ♂ (MCNZ 19.702); Novo Hamburgo, 28.vii.1986 (C.J. Becker), 2 ♀ (MCNZ 70.907, 70.909); Novo Hamburgo, 15.iv.1988 (C.J. Becker), 1 ♀ (MCNZ 70.908); General Câmara, 25.iii.1982 (V. Pitoni), 1 ♀ (MCNZ 42.668); Triunfo, 19.v.1977 (A.A. Lise), 2 ♀ (MCNZ 19.701, 19.265); Triunfo, 20.x.1977 (H.A. Gastal), 1 ♀ (MCNZ 19.266); São Jerônimo, 15.x.1982 (T. Arigony), 1 ? (sem abdômen) (MCNZ 42.015); Viamão, 23.ix.1994 (G. David-Silva), 1 ♀ (MCTP 7423); Viamão (Escola Fitotécnica), 07.xi.1995 (A.P. Petersen), 1 ♀ (MCTP 7415); Viamão (Águas Belas), 31.x.-04.xi.1979 (FINEP), 1 ♀ (MCNZ); Viamão (Águas Belas), 15-19.ii.1980 (FINEP), 2 ♀ (MCNZ); Viamão (Águas Belas), 27-28.ii.1980 (FINEP), 1 ♀ (MCNZ); Viamão (Águas Belas), 12-13.iii.1980 (FINEP), 1 ♀ (MCNZ); Porto Alegre, 13.v.1930 (sem coletor), 1 ♀ (MGAP); Porto Alegre, 16.ix.1932 (sem coletor), 1 ♀ (MGAP); Porto Alegre, 15.x.1941 (sem coletor), 1 ♀ (MGAP).

Distribuição geográfica: SURINAME (OLIVIER, 1791). BRASIL. *Bahia*: Queimadas*; *Espírito Santo* (MELICHAR, 1912); *São Paulo*: Santos (MELICHAR, 1912), Mongaguá*; *Rio de Janeiro*: Petrópolis*; *Paraná*: Rio Negro*; *Santa Catarina* (MELICHAR, 1912): Ilha do Arvoredo*; *Rio Grande do Sul*: São Francisco de Paula*, Salvador do Sul*, Montenegro*, Novo Hamburgo*, General Câmara*, Triunfo*, São Jerônimo*, Viamão*, Porto Alegre (MELICHAR, 1912). ARGENTINA. *Catamarca* (METCALF, 1946); *Cordoba*: Sierra de Cordoba (BERG, 1883). URUGUAI. *Artigas*: Yacaré (RUFFINELLI, 1970); *Soriano*: margens do Arroio Maciel (BERG, 1883);

Colonia: Carmelo (RUFFINELLI, 1970); *Maldonado*: C^o Animas (RUFFINELLI, 1970). (?) Alto de Serra [sic] (MELICHAR, 1912).

AGRADECIMENTOS

Aos curadores das coleções das Instituições anteriormente referidas por propiciarem o exame do material e pelo envio dos espécimens; à Ana Paula Petersen e Gisele David-Silva por cederem os dictiofarídeos; a Augusto de Mattos do CEMM - PUCRS pela confecção das fotos em microscópio eletrônico de varredura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARNETT JUNIOR, R. H.; SAMUELSON, G. A.; NISHIDA, G. M. **The insect and spider collections of the world**. 2. ed. Gainesville: Sandhill Crane, 1993. 310p. Flora & Fauna Handbook, n.11.

BERG, C. Hemiptera Homoptera. Addenda et Emendanda ad Hemiptera Argentina. **Anales de la Sociedad Científica Argentina**, Buenos Aires, v.16, p.180-191, 1883.

_____. Addenda et Emendanda ad Hemiptera Argentina. **Anales de la Sociedad Científica Argentina**, Buenos Aires, v.17, p.1-213, 1884.

MELICHAR, L. Monographie der Dictyophorinen (Homoptera). **Abhandlungen der K. K. Zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien**, Wien, v.7, n.1, p.1-221, 1912.

METCALF, Z. P. The fulgorina of Barro Colorado and other

parts of Panama. **Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College**, Cambridge, v.82, n.5, p.276-423, 1938.

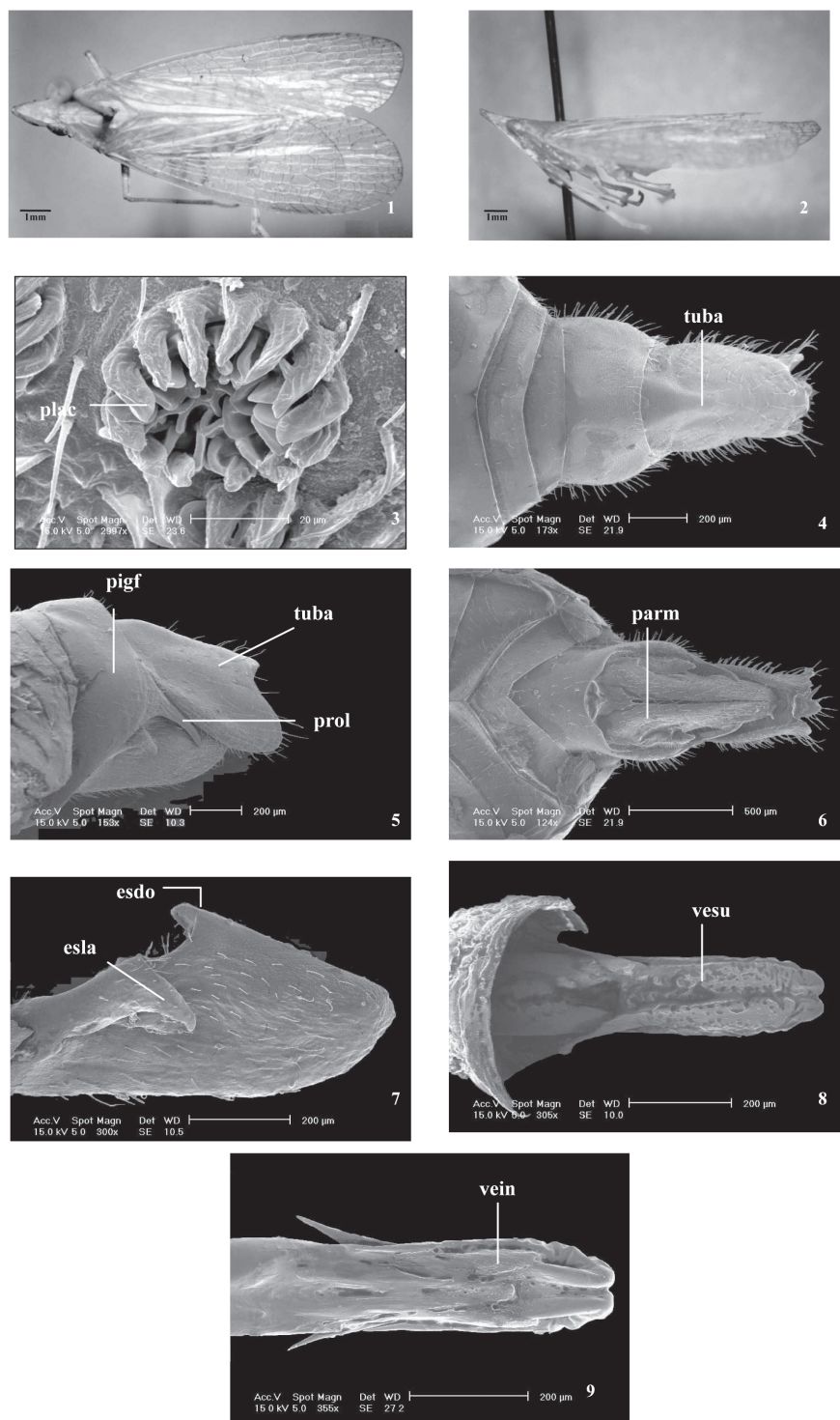
METCALF, Z.P. **General Catalogue of the Homoptera**. Fulgoroidea. Dictyopharidae. Northampton: Smith College, 1946. 246p. Fascículo 4, parte 8.

OLIVIER, M. Fulgore. Encyclopédie Méthodique. Histoire naturelle: insectes. Paris: Panckoucke, v.6, p.560-577, 1791.

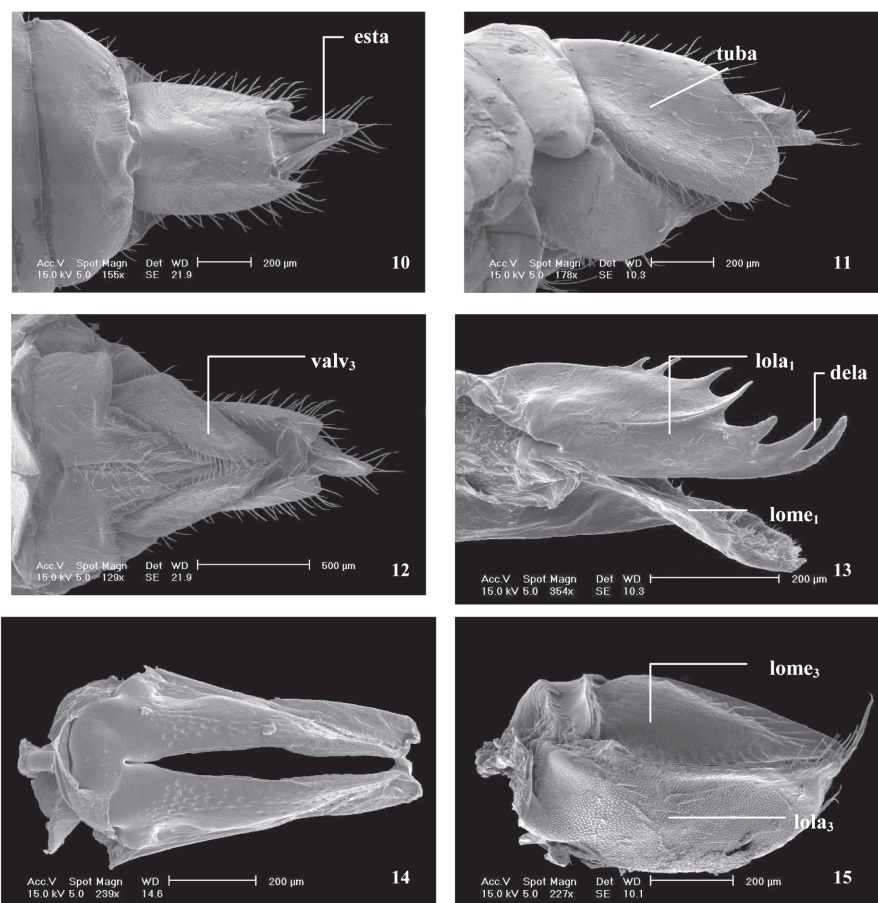
RUFFINELLI, A. Contribucion al conocimiento de los homopteros auquenorrincos del Uruguay. **Publicación Técnica**, Montevideo, n.1, p.1-25, 1970. Serie Zoología Agrícola.

SCHMIDT, E. Die Dictyopharinen des Stettiner Museum. **Stettiner entomologische Zeitung**, Sttetin, v.76, p.345-355, 1915.

REDESCRIÇÃO DE *MELICHAROPTERA POLYNEURA* (BERG, 1883) E NOVOS REGISTROS PARA O BRASIL
(HEMIPTERA, DICTYOPHARIDAE)



Figuras 1-9. *Melicharoptera polyneura* (Berg, 1883). 1. Vista dorsal do macho. 2. Vista lateral da fêmea. 3. Órgão plaquel sensorial da antena. 4-9. Macho - Extremidade posterior do abdômen. 4. Vista dorsal. 5. Vista lateral. 6. Vista ventral. 7. Vista lateral do parâmero. 8. Vista dorsal do edeago. 9. Vista ventral do edeago. esdo, espinho dorsal do parâmero; esla, espinho lateral do parâmero; parm, parâmero; pigf, pigóforo; plac, placa; prol, processo lateral do pigóforo; tuba, tubo anal; vein, vesícula inferior; vesu, vesícula superior.



FIGURAS 10-15. *Melicharoptera polyneura* (Berg, 1883). Fêmea - Extremidade posterior do abdômen. 10. Vista dorsal. 11. Vista lateral. 12. Vista ventral. 13. Vista lateral da primeira valva. 14. Vista ventral do segundo par de valvas. 15. Vista lateral da terceira valva. dela, dente do lobo lateral da primeira valva; esta, estilo anal; lola₁, lobo lateral da primeira valva; lola₃, lobo lateral da terceira valva; lome₁, lobo mediano da primeira valva; lome₃, lobo mediano da terceira valva; tuba, tubo anal; valv₃, terceira valva.