PESQUISA AGROPECUÁRIA GAÚCHA

Número 2

Volume 1

1995

CONTEÚDO	Págin
SEÇÃO: AGRONOMIA	
Qualidade e tecnologia de produção de sementes de feijão utilizadas na região de Sobradinho-RS na safra 1990/91. SOUZA, J. F. de; SFOGGIA, H. C.; MODEL, N. S. Correlação entre testes de vigor em sementes de cenoura armazenadas por diferentes períodos. ANDRADE, R. N. B. de; SANTOS, D. S. B. dos; SANTOS FILHO, B. G. dos; MELLO, V. D. C. Incidência do ácaro-da-falsa-ferrugem Phyllocoptruta oleivora (Ashmead, 1879) Keifer, 1938 (Acari: Eriophyidae) em copas de laranjeira-doce (Citrus sinensis (L.) Osbeck). MORAES, L. A. H. de; PORTO, O. de M.; BRAUN, J. Análise de crescimento do girassol em resposta a cultivares, níveis de adubação e épocas de semeadura. BARNI, N. A.; BERLATO, M. A.; SANTOS, A. O.; SARTORI, G. Rendimento máximo do girassol com base na radiação solar e temperatura: I. Absorção da radiação solar fotossinteticamente ativa. BARNI, N. A.; BERLATO, M. A.; BERGAMASCHI, H.; RIBOLDI, J. Rendimento máximo do girassol com base na radiação solar e temperatura: II. Produção de fitomassa e rendimento de grãos. BARNI, N. A.; BERLATO, M. A.; BERGAMASCHI, H.; RIBOLDI, J. Avaliação da seletividade de herbicidas utilizados na cultura do trigo (Triticum aestivum L.). FLECK, N. G.; CANDEMIL, C. R. Modelos agrometeorológicos para estimativa do rendimento de milho, em função da disponibilidade hídrica no Estado do Rio Grande do Sul. MATZENAUER, R.; BERGAMASCHI, H.; BERLATO, M. A.; RIBOLDI, J. Controle do mofo azul em maçãs frigorificadas. BERTON, O.	147 153 163 167 185 201 217
SEÇÃO: RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS	
Fracionamento do nitrogênio orgânico do solo a partir de hidrólises sucessivas. CAMARGO, F. A. de O.; GIANELLO, C.; VIDOR, C.	247
SEÇÃO: VETERINÁRIA	
Mastite bovina causada por Candida albicans. PIANTA, C. Ação carrapaticida de fluazuron, formulação "Pour-on", sobre o carrapato bovino Boophilus microplus.	253
MARTINS, J. R.; CORRÊA, B. L.; CERESÉR, V. H. Sorologia para diagnóstico de leptospirose em suínos no Rio Grande do Sul: Resultados obtidos de granjas com e sem problemas de reprodução. OLIVEIRA, S. J. de; LIMA, P. C. R. de; BARCELLOS, D. E. S. N.	257
de ROPOWSKI S M	263

PESQUISA AGROPECUÁRIA GAÚCHA

Number 2

1995

Volume 1

CONTENTS
SECTION: AGRONOMY
Quality and production practices of bean seeds utilized for planting during 1990/91 growing season at Sobradinho-RS, South Brazil. SOUZA, J. F. de; SFOGGIA, H. C.; MODEL, N. S
Correlation among vigor tests on carrot seed for different periods. ANDRADE, R. N. B de; SANTOS, D. S. B. dos; SANTOS FILHO, B. G. dos; MELLO, V. D. C.
Incidence of citrus rust mite <i>Phyllocoptruta oleivora</i> (Ashmead, 1879) Keifer, 1938 (Acari: Eriophyidae) on three orange cultivars. MORAES, L. A. H. de; PORTO, O. de M.; BRAUN, J
Growth analysis of sunflower cultivars in response to fertilization levels and date of seeding. BARNI, N. A.; BERLATO, M. A.; SANTOS, A. O.; SARTORI, G.
Sunflower maximum yield production based on solar radiation and temperature: I. Absorption of photossinteticaly active radiation. BARNI, N. A.; BERLATO, M. A.; BERGAMASCHI, H.; RIBOLDI,
J
Evaluation of herbicide selectivity in wheat (<i>Triticum aestivum</i> L.) crop. FLECK, N. G.; CANDEMIL, C. R. Agrometeorological models to estimate mayze yield as a function of water availability in the state of Rio
Grande do Sul. MATZENAUER, R.; BERGAMASCHI, H.; BERLATO, M. A.; RIBOLDI, J
SECTION: RENEWABLE NATURAL RESOURCES
Fractionation of soil organic nitrogen by means of successive hydrolysis. CAMARGO, F. A. de O.; GIANELLO, C.; VIDOR, C.
SECTION: VETERINARY
Bovine mastitis due to Candida albicans. PIANTA, C. Acaricide action of Fluazuron, pour-on formulation, on the cattle tick Boophilus microplus. MARTINS, J. R.; CORRÊA, B. L.; CERESÉR, V. H.
Serologic tests for the diagnosis of leptospirosis in pigs in the state of Rio Grande do Sul: Results obtained in farms with and without history of reproductive disorders. OLIVEIRA, S. J. de; LIMA, P. C. R. de;
BARCELLOS D.E.S.N.de: BOROWSKI S.M.

SEÇÃO AGRONOMIA

QUALIDADE E TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DE SEMENTES DE FEIJÃO UTILIZADAS NA REGIÃO DE SOBRADINHO-RS NA SAFRA 1990/91

JUAREZ FERNANDES de SOUZA¹, HELOISA COHEM SFOGGIA², NELSON SEBASTIÃO MODEL¹

RESUMO - Supõe-se que o uso de sementes próprias de má qualidade seja uma das principais causas da baixa produtividade do feijão no Rio Grande do Sul. Com objetivo de obter informações a respeito da qualidade da semente de feijão utilizada pelos agricultores na safra 1990/91 nos municípios de Sobradinho, Segredo e Arroio do Tigre-RS, foram coletadas 77 amostras no período de semeadura (agosto e setembro) para análises de umidade, pureza física e varietal, germinação, vigor (emergência a campo e envelhecimento precoce) e infestação por caruncho (Acanthoscelides obtectus). Foi feito, ainda, um levantamento de procedimentos adotados pelos agricultores na produção e conservação das sementes. As sementes apresentaram alto teor de umidade, em média 14,7%. Em 62,3% das amostras, o índice de pureza física foi de, no mínimo, 98%, de acordo com o estabelecido para semente fiscalizada, porém, apenas 33,7% delas satisfizeram o padrão de pureza varietal. As amostras apresentaram elevado poder germinativo (em média 80,4%) e baixo vigor: os índices médios de emergência a campo e de envelhecimento precoce foram 49,2% e 36,1%, respectivamente. Apenas 3,1% das sementes analisadas foram atacadas pelo caruncho. As sementes, geralmente de origem própria (85,7%), foram produzidas em pequenas lavouras (81,9% até 5 ha) de baixo nível tecnológico, caracterizadas pela reduzida utilização de mecanização, adubos, corretivos, herbicidas, fungicidas e inseticidas.

Palavras-chave: feijão, semente, umidade, germinação, vigor, tecnologia de produção, caruncho.

QUALITY AND PRODUCTION PRACTICES OF BEAN SEEDS UTILIZED FOR PLANTING DURING 1990/91 GROWING SEASON AT SOBRADINHO-RS, SOUTH BRAZIL

ABSTRACT – The purpose of this work was to get informations about quality of bean seeds (*Phaseolus vulgaris* L.) used by farmers in growing season 1990/91 in Sobradinho-RS, South Brazil. Seventy seven samples were analized in the seeding period (August and September). Vigor (field emergency and rapid aging), germination, humidity, purity (physical and varietal) and infestation by bean weevil (*Acanthoscelides obtectus*) were analized. Dealings followed by farmers in yield and maintenance of seeds were observed. The seeds presented high humidity proportion, in average 14.7%. In 62.3% of samples the index of physical purity was at the least 98%, that by convention was settled for inspected seeds to Brazil, just 33.7%, of it, were fulfilled the standard of varietal purity. The samples presented high germination, in average 80.4%, and low vigor: the average rates of field emergency and rapid aging were 49.2% and 36.1%, respectively. Just 3.1% of seeds analized were attacked by bean weevil. The seeds, in 85.7% of the cases, were of own crop, that were gotten in little fields (81.9% up to 5 ha) and low technological level, characterized by reduced mechanization use, manures, correctives, herbicides, fungicides and insecticides.

Key words: bean, seed, humidity, germination, vigor, production practices, weevil.

INTRODUÇÃO

O feijão é um dos alimentos básicos da população brasileira e principal fonte protéica vegetal das camadas de menor poder aquisitivo. Cultivado em todas as regiões do Brasil, basicamente em pequenas propriedades, é importante tanto para o autoconsumo como também fonte de renda para a família rural.

No Rio Grande do Sul são cultivados anualmente cerca de 200.000 ha de feijão, cujo rendimento médio, apesar de sua grande importân-

Eng^o Agr^o, M. Sc. – FEPAGRO, Rua Gonçalves Dias 570, 90130-060 Porto Alegre, RS.

^{2.} Enga Agra – FEPAGRO.

Recebido para publicação em 13/02/1995.

cia sócio-econômica, não atinge 800 kg/ha (ANUÁRIO, 1990). O nível tecnológico das lavouras é muito baixo, sendo a utilização de sementes próprias de má qualidade destacada como uma das principais causas da baixa produtividade da cultura em todo o Brasil (VIEIRA e SARTORATO, 1980; VIEIRA, 1983).

Na safra 1989/90, no Rio Grande do Sul, a taxa de utilização de sementes melhoradas de feijão foi de apenas 6% (BOLETIM, 1990). Desta forma, os produtores gaúchos ao não utilizarem sementes de boa qualidade, principal insumo da lavoura, comprometem, de início, o potencial produtivo das mesmas.

Apesar do uso de sementes de feijão de produção própria ser generalizado em todo o Brasil, pouco se sabe a respeito de sua qualidade. Os escassos trabalhos realizados com este objetivo têm demonstrado que as sementes são de baixo nível qualitativo, incompatível com o estabelecimento de lavouras com alta expectativa de rendimento.

Em Minas Gerais, MELO et al. (1981), constataram que a semente de feijão utilizada pelos produtores na região da Paracatu, possuía baixa germinação e vigor. MENEZES et al. (1981), em análises efetuadas em amostras de sementes de feijão procedentes das regiões produtoras do Paraná, observaram que estas eram de má qualidade sanitária. Por sua vez, FERNANDES et al. (1982), em estudos sobre a semente de feijão utilizada no norte fluminense, verificaram a sua boa qualidade fisiológica e sanitária, mostrando a viabilidade da produção própria em algumas situações.

No Rio Grande do Sul, AMORIM e BAR-ROS (1985) realizaram um levantamento qualitativo da semente de feijão usada na região de Pelotas e observaram que somente 24% das amostras alcançaram 80% de poder germinativo, sendo o restante (76%) de má qualidade fisiológica.

Este trabalho teve como objetivo principal avaliar a qualidade da semente de feijão utilizada na safra 1990/91 na região de Sobradinho-RS, tradicional produtora de feijão e, também, obter informações sobre como estas foram produzidas e conservadas pelos agricultores.

- MATERIAL E MÉTODOS

Setenta e sete amostras de sementes de feijão, com peso médio de 580g, foram coletadas em propriedades rurais representativas do universo regional (uma amostra por propriedade) nos municípios de Sobradinho, Arroio do Tigre e Segredo-RS (tradicionais produtores de feijão), no período de semeadura (agosto e setembro) da safra 1990/91. Em seguida, no Laboratório de Análise de Sementes da FEPAGRO, as sementes foram submetidas aos testes de umidade, pureza física e varietal, germinação, emergência a campo, envelhecimento precoce e infestação por caruncho (Acanthoscelides obtectus).

Nas avaliações de umidade, pureza e germinação, foram adotadas metodologias prescritas nas Regras para Análises de Sementes (BRA-SIL, 1980). O teor de umidade foi obtido pelo método da estufa a 105 ± 3 °C por 24 horas. Na verificação da pureza física e varietal foi utilizado o peso da amostra disponível, enquanto que o poder germinativo foi analisado em 200 sementes por amostra.

Nos testes de vigor, foram empregadas as metodologias descritas em POPINIGIS (1985). A emergência a campo foi observada em duas linhas de 3 m por amostra, com 100 sementes em cada linha, em solo adequadamente preparado, a profundidade uniforme, contando-se as plantas emergidas 21 dias após a semeadura. No teste de envelhecimento precoce, 200 sementes por amostra foram colocadas em câmara com umidade relativa mantida próxima a 100%, a 42°C, por 24 horas, posteriormente submetidas ao teste padrão de germinação.

A quantificação da ocorrência de caruncho foi feita em 200 sementes por amostra, previamente embebidas em água durante 24 horas, para facilitar a retirada do tegumento e visualização do inseto.

Por ocasião da coleta, para informar como as sementes foram produzidas e conservadas, os agricultores responderam questões relativas à área cultivada, preparo e análise do solo, calagem, uso de inoculante e adubo, semente utilizada (variedade e origem), semeadura, sistema de cultivo, controle de invasoras, tratamentos fitossanitários, colheita, trilha, secagem, acondicionamento das sementes e controle do caruncho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor médio de umidade das sementes (14,7%) foi muito elevado (Tabela 1), inadequado à preservação de sua qualidade durante o armazenamento. Para serem bem conservadas,

as sementes de feijão devem apresentar teor de umidade inferior a 13% (LOLLATO, 1989), o que não foi constatado em nenhuma amostra neste levantamento.

Em 62,3% das amostras, o índice de sementes puras foi de, no mínimo, 98% (Tabela 2), padrão estabelecido para semente fiscalizada de feijão. Em contrapartida, 66,3% das amostras apresentaram número de sementes de outras cultivares acima do permitido pelas normas de produção de sementes fiscalizadas (Tabela 3), evidenciando a grande mistura varietal existente.

O índice médio de plantas normais obtido no teste de germinação foi 80,4%, sendo que 71,4% das amostras apresentaram, pelo menos, 80% de poder germinativo, padrão estabelecido para semente fiscalizada de feijão (Tabela 4). Quanto a esse fator, as sementes utilizadas na região, naquele ano, eram de boa qualidade.

Por sua vez, diferentemente da avaliação da germinação, os testes de vigor revelaram a má qualidade fisiológica das sementes. Em 62,3% das amostras o índice de emergência de plantas no campo não atingiu 60%, sendo a média de 49,2% (Tabela 5), valores bem inferiores aos obtidos na germinação. No teste de envelhecimento precoce, os percentuais de sementes germinadas variaram entre 2% e 91%, tendo como média 36,1% (Tabela 6), o que evidencia o baixo vigor da maioria das amostras. A elevada umidade das sementes pode ter contribuído para a perda de sua qualidade durante o armazenamento.

A percentagem de germinação obtida no laboratório é o máximo que o lote pode oferecer, frequentemente não se correlacionando com a emergência no campo, onde as condições nem sempre são tão favoráveis (TOLEDO e MARCOS FILHO, 1977). Os testes de vigor, com maior sensibilidade em detectar os efeitos intermediários do processo de deterioração das sementes, foram mais eficientes na avaliação da qualidade fisiológica.

A proliferação de insetos no armazenamento é favorecida pela alta umidade das sementes. Apesar disso, a incidência de caruncho não foi elevada. Em 48% das amostras, o inseto não foi encontrado, e a média geral de sementes infestadas foi 3,1% (Tabela 7).

As lavouras amostradas possuíam áreas reduzidas; 81,9% tinham até 5 ha. No preparo do solo, foram utilizados implementos tracionados por animais em 77,9% das lavouras, tarefa faci-

litada pelo reduzido tamanho das lavouras. Apenas 24,7% dos agricultores realizaram análise do solo e somente 35,1% deles efetuaram calagem na área em que produziram as sementes, não havendo nenhum caso de utilização de inoculantes. Em 88,3% das lavouras foram empregados adubos químicos, porém em pequenas doses (Tabela 8).

Atualmente, o plantio de feijão na região é feito em solos de baixa fertilidade (devido ao cultivo contínuo sem reposição de nutrientes), e não mais em áreas recentemente desmatadas, com alta fertilidade natural, o que aumenta a necessidade do uso de fertilizantes e corretivos para a obtenção de altos rendimentos.

A generalizada utilização de sementes de produção própria, constatada em 85,7% das propriedades, deve ter contribuído para a elevada mistura varietal encontrada (Tabela 9). O uso continuado de materiais dessa origem faz com que características genéticas das cultivares sejam perdidas através de gerações consecutivas.

Houve ampla preferência pelo cultivo de feijão preto (97,4%), de acordo com a demanda do mercado consumidor gaúcho. Ainda que 79,2% dos agricultores tenham, declarado o plantio de variedades recomendadas, especialmente Rio Tibagi (27,2%), Guateian 6662 (20,8%) e Empasc 201 (15,6%), a descaracterização desses genótipos, pela grande mistura varietal, minora os benefícios de sua utilização. Na semeadura, 83,1% dos produtores utilizaram somente o saraquá. Das lavouras, 83,1% foram conduzidas em cultivo solteiro e todos os casos de consorciação foram com o milho (Tabela 9).

Para controlar as plantas invasoras, 50,6% dos agricultores utilizaram apenas o sistema manual (enxada), enquanto que 28,6% preferiram o controle químico, isolado ou integrado com outro método de controle mecânico. Nas lavouras, foi insignificante o uso de fungicidas (foliar ou tratamento de sementes) e inseticidas. Se por um lado isso pode indicar menor eficiência no controle de pragas e moléstias, por outro, representa menos riscos à saúde do produtor e ao ambiente natural (Tabela 10).

Todas as lavouras foram colhidas manualmente, e a exposição das sementes ao sol foi o único método de secagem adotado. Na trilha, 87% dos agricultores empregaram debulhadeiras estacionárias (trilhadeiras e batedeiras), e apenas 13% efetuaram a batedura manual. No armazenamento, as sementes foram acondicionadas, preferentemente, em sacos plásticos ou de

fibra vegetal (57,1%), e em tulhas a granel (41,6%). Visando controlar o caruncho nas sementes estocadas, 26% dos produtores fizeram o expurgo com fosfina, e 11,7% empregaram inseticidas em pó, enquanto que 51,9% não utilizaram qualquer produto (Tabela 11).

Medidas como o uso de sementes fiscalizadas e a melhoria da fertilidade do solo, poderão incrementar a produtividade do feijão na região, que é ecologicamente apta ao seu cultivo.

CONCLUSÕES

- As sementes, apesar dos bons índices de germinação e pureza física e da moderada incidência de caruncho, têm sua qualidade comprometida pelo alto teor de umidade, grande mistura varietal e baixo vigor, o que as tornam impróprias ao estabelecimento de lavouras com populações de plantas adequadas e uniformes e de elevado potencial produtivo.

- As lavouras que produziram as sementes são de baixo nível tecnológico, caracterizadas pelo uso de sementes próprias, reduzida mecanização, emprego inexpressivo de fertilizantes, calcário e agroquímicos (herbicidas, fungicidas e inseticidas).

BIBLIOGRAFIA CITADA

AMORIM, A. D.; BARROS, A.C.S.A. Qualidade da semente de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris L.*) utilizada pelos agricultores na macro-região Pelotas/EMATER-RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 4, Brasília, DF, 1985. Resumos..., Brasília: ABRATES, 1985. p. 8.

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro: IBGE, 1990. v. 50, 1784 p.

BOLETIM INFORMATIVO APASSUL. Passo Fundo, 1990, v. 6, 10 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Regras para análise de Sementes. Brasilia, 1980, 188 p.

FERNANDES, G. M. B.; SOUZA FILHO, B. F. de; PA-RENTE, F. C. Considerações sobre a qualidade da semente de feijão utilizada no norte fluminense. Campos: PESAGRO, 1982. 3 p. (Comunicado Técnico, 104).

LOLLATO, M. A. Colheita, processamento e armazenamento. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMI-CO DO PARANÁ. O feijão no Paraná. Londrina, 1989. p. 281-303 (Circular Técnica, 63).

MELO, B. de; VIEIRA, M.G.G.C.; SILVEIRA, J.F. da; FRAGA, A.C. Qualidade das sementes de feijão (*Plaseolus vulgaris L.*) utilizadas pelos agricultores da região de Paracatu-MG. In: CONGRESSO BRASI-LEIRO DE SEMENTES, 2, Recife, 1981. Resumos..., Brasília: ABRATES, 1981. p. 112.

MENEZES, J.R.; MOHAN, S. K.; BIANCHINI, A.; SOU-ZA, G.L. Qualidade sanitária de sementes de feijão (Phaseolus vulgaris L.) no Estado do Paraná. Fitopatologia Brasileira, Brasília, n. 6, p. 497-508, 1981

POPINIGIS, F. Fisiologia da semente. Brasília:

AGIPLAN, 1985. 289 p.
TOLEDO, F. F. de; MARCOS FILHO, J. Manual das sementes: tecnologia da produção. São Paulo: Ceres, 1977. 224 p.

VIEIRA, C. Doenças e pragas do feijoeiro. Viçosa: Imprensa Universitária, 1983. 231 p.

VIEIRA, R. F.; SARTORATO, A. Recomendações técnicas para produção de semente de feijão (*Phaseolus vulgaris L.*) de alta qualidade. Goiânia: CNPAF, 1980. 20 p. (Circular Técnica, 10).

TABELA 1 - Teor de umidade (%) de sementes de feijão utilizadas na safra 1990/91 na região de Sobradinho-RS

Umidade	Amostras	
	N _o	(%)
> 16,0	9	11,7
15,1 a 16,0	18	23,4
14,1 a 15,0	27	35,0
13,1 a 14,0	22	28,6
13,0	1	1,3
Média 14,7		ŕ
Total	77	100,0

TABELA 2 – Pureza física (%) de sementes de feijão utilizadas na safra 1990/91 na região de Sobradinho-RS

Pureza Física	Amostras	
	No	(%)
≥ 98,0	48	62,3
97,0 a 97,9	17	22,1
96,0 a 96,9	5	6,5
95,0 a 95,9	4	5,2
< 95,0	3	3,9
Total	77	100,0

TABELA 3 – Sementes de outras cultivares (nº/400 g) em sementes de feijão utilizadas na safra 1990/91 na região de Sobradinho-RS

Sementes		Amostras	
		N_{5}	(%)
	7*	26	33,7
8 a	15	15	19,5
>15 a	30	16	20,8
. >	30	20	26,0
Total		77	100,0

^{*} Nº equivalente a 12 sementes/700g, padrão de semente fiscalizada

TABELA 4 - Poder germinativo (%) de sementes de feijão utilizadas na safra 1990/91 na região de Sobradinho-RS

Poder germinativo	Amostras	
· · · ·	N₂	(%)
90 a 100	29	37,6
80 a 89	26	33,8
70 a 79	9	11,7
60 a 69	5	6,5
50 a 59	3	3,9
< 50	5	6,5
Média 80,4		
Total	77	100,0

TABELA 6 - Poder germinativo (%) após o envelhecimento precoce de sementes de feijão utilizadas na safra 1990/91 na região de Sobradinho-RS

Podes cosminative	Amostras	
Poder germinativo	Nº .	(%)
> 80	2	2,6
70 a 79	2	2,6
60 a 69	9	11,7
50 a 59	15	19,5
< 50	49	63,6
Média 36,1		
Total	77	100,0

TABELA 8 — Área cultivada, tração no preparo do solo e realização de análise de solo, calagem, inoculação e adubação em lavouras produtoras de sementes utilizadas na safra 1990/91 na região de Sobradinho-RS

	lavouras (%)
Área cultivada (ha)	
Até 1,0	19,5
> 1,0 a 5,0	62,4
> 5,0 a 15,0	11,7
Sem informação	6,5
Tração usada no preparo do solo	
Animal	68,8
Trator	22,1
Animal + trator	9,1
Lavouras com análise de solo	24,7
Lavouras calcariadas	35,1
Inoculação de sementes	0,0
Adubo utilizado	
Químico	83,1
Verde	5,2
Químico + verde	3,9
Químico + orgânico	1,3
Orgânico + verde	1,3
Foliar	1,3
Sem adubo	3,9

TABELA 5 - Emergência a campo (%) de sementes de feijão utilizadas na safra 1990/91 na região de Sobradinho-RS

An	nostras
$\overline{N^{o}}$	(%)
11	14,3
18	23,4
10	13,0
38	49,3
_	
77	100,0
	Nº 11 18 10 38

TABELA 7 – Infestação por caruncho (%) em sementes de feijão utilizadas na safra 1990/91 na região de Sobradinho-RS

Infactorio	An	nostras
Infestação	N_{δ}	(%)
> 9	6	7,8
7 a 9	3	3,9
4 a 6	11	14,3
1 a 3	20	26,0
0	37	48,0
Média 3,1		
Total	77	100,0

TABELA 9 - Características das sementes (variedade, origem e coloração), equipamentos usados na semeadura e sistema de cultivo adotado em lavouras produtoras de sementes utilizadas na safra 1990/91 na região de Sobradinho-RS

região de Sobradinho-RS		
	lavouras (%)	
Variedade	 -	
Rio Tibagi	27,2	
Guateian 6662	20,8	
Empasc 201	15,6	
Outras var. recomendadas	15,6	
Var. não recom. e crioulas	20,8	
Origem da semente		
Própria	85,7	
Fiscalizada	9,1	
Vizinho	5,2	
Cor da semente		
Preta	97,4	
Carioca	2,6	
Equipamento usado na semeadur	·a	
Saraquá	83,1	
Semeadeira	11,7	
Semeadeira + saraquá	5,2	
Sistema de cultivo		
Feijão solteiro	83,1	
Consórcio com milho	16,9	

TABELA 10 — Controle de plantas invasoras, uso de fungicidas e inseticidas em lavouras produtoras de sementes utilizadas na safra 1990/91 na região de Sobradinho-RS

	avouras (%)
Controle de plantas invasoras	-
Manual	50,6
Herbicida + manual	14,3
Herbicida -	11,7
Capinadeira tração animal	9,1
Manual + capinadeira tração animal	6,5
Capinadeira tratorizada	5,2
Herbicida + capinadeira tração animal	1,3
Herbicida + manual + capin. tração ani	mal 1,3
Lavouras com aplicação foliar de fungici-	da - 0,0
Tratamento de semente com fungicida	1,3
Lavouras com aplicação de inseticida	2,6

TABELA 11 — Técnicas de colheita, trilha, secagem, acondicionamento e controle de caruncho em sementes utilizadas na safra 1990/91 na região de Sobradinho-PS

nho-RS	
	lavouras (%)
Lavouras colhidas manualmente	100,0
Equipamentos usados na trilha	
Trilhadeira	62,3
Batedeira	24,7
Batedura manual	13,0
Secagem ao sol	100,0
Acondicionamento no armazenamen	to
Tulha	41,6
Saco plástico	35,0
Saco de fibra vegetal	22,1
Tonel	1,3
Controle do caruncho no armazenam	ento
Sem tratamento	51,9
Fosfina	26,0
Inseticida em pó	11,7
Moinha	2,6
Cinza + pimenta	2,6
Calcário	1,3

CORRELAÇÃO ENTRE TESTES DE VIGOR EM SEMENTES DE CENOURA ARMAZENADAS POR DIFERENTES PERÍODOS

ROSA NELI B. de ANDRADE¹, DORA SUELI B. dos SANTOS², BENEDITO G. dos SANTOS FILHO³, VERA D.C. MELLO⁴

RESUMO – Sementes de cenoura (*Daucus carota L.*), cv. Brasília, durante 4 anos consecutivos, foram coletadas, beneficiadas, analisadas quanto ao grau de umidade e ao poder germinativo e posteriormente armazenadas com 6% de umidade, (15°C, 45% de umidade relativa). Os lotes de sementes foram avaliados através dos testes de germinação e vigor (emergência a campo, envelhecimento precoce por períodos de 24, 48 e 72 horas e condutividade elétrica após meia hora e 4 horas de lixiviação de soluto). Este trabalho discute procedimentos para os testes de germinação e vigor os quais mostram associações significativas com alguns parâmetros de vigor e podem ser adotados como métodos alternativos. O teste de germinação conduzido com papel toalha em rolo, como forma de substrato e com avaliação no 4° dia, apresentou correlação significativa com os testes de emergência a campo, envelhecimento precoce e condutividade elétrica. Correlações significativas também foram observadas entre: envelhecimento precoce 48 horas e condutividade elétrica meia hora (r = 0,97); emergência a campo e envelhecimento precoce - 72 horas (r = 0,83). O teste de condutividade elétrica é o mais indicado para estimar o vigor devido à facilidade de execução, objetividade e rapidez para a sua realização.

Palavras-chave: semente de cenoura, vigor de semente, tecnologia de semente.

CORRELATION AMONG VIGOR TESTS ON CARROT SEED FOR DIFFERENT PERIODS

ABSTRACT – Carrot seeds lots (Daucus carota L.) cultivar Brasília were collected during four consecutive years processed, analyzed, for the moisture content and germinability. Thereafter seeds were stored with 6% moisture content at 15° C and 45% of relative humidity. The seed quality was evaluated by germination and vigor tests. (field emergence, accelerated ageing for a period of 24, 48 and 72 hours and electrical conductivity an half hour and 4 hours of solutes leaching). This paper discusses some precedure for germination and vigor tests, which could be adopted as alternative methods. The germination test using the rolled towels as substrate and evaluated at the 4° day shows significant correlation with field emergence and electrical conductivity. Significant levels of correlation were also observed among accelerated ageing 48 hours and electrical conductivity an half hour (r = 0.97); field emergence and accelerated ageing 72 hours. (r = 0.83). The electrical conductivity test is most indicated to estimation of seed vigor due to the practical use, objectivity and rapidity for its performance.

Key words: carrot seed, seed vigor, seed technology

INTRODUÇÃO

As propriedades da semente que determinam seu potencial para a emergência no campo, rápida e uniforme, em condições ambientais variadas, têm sido definidas como vigor (CANTLIFFE, 1981). A emergência rápida constitui um fenômeno de escape das plantas às condições adversas de clima, solo, ao ataque de patógenos e à competição com espécies invasoras (HALMER e BEWLEY, 1984; TOMER e MAGUIRE, 1990).

No caso de sementes de espécies olerícolas, a uniformidade na emergência é de grande importância devido ao alto custo das sementes e a mão de obra exigida durante o seu cultivo (GLOBIRSON, 1981). Na cultura da alface, a desuniformidade na emergência resulta em sucessivas colheitas, aumento de mão-de-obra e irregularidade de tamanho do produto comercial (GRAY, 1976; WURR e FELLOUS, 1983).

As condições ambientais irão determinar o vigor de um lote de sementes, primeiro durante o seu desenvolvimento, e posteriormente, durante o beneficiamento e o armazenamento. As informações acerca da influência destas condições na qualidade fisiológica das sementes têm sido avaliadas principalmente, através do teste de germinação. Segundo TOMER e MAGUIRE (1990), em sementes de trigo, quando as condições ambientais são favoráveis, a emergência no campo apresenta uma boa correlação com este teste; entretanto quando são adversas, as sementes de baixo vigor são mais sensíveis que as de alto vigor.

Em várias espécies têm sido observado que

Recebido para publicação em 06/03/1995.

^{1.} Biól., M. Sc – FEPAGRO, Rua Gonçalves Dias 570, 90130-060 Porto Alegre, RS

Biól., Dra - Universidade Federal de Pelotas, Caixa Postal 354, 96001-070 Pelotas, RS

Eng^a Agr^a, Dr. -Universidade Federal de Pelotas, Caixa Postal 354, 96001-070 Pelotas, RS

Eng^a Agr^a, M. Sc. – Universidade Federal de Pelotas, Caixa Postal 354, 96001-070 Pelotas, RS

as sementes podem apresentar problemas durante o desenvolvimento, mesmo quando possuem alta germinação inicial, evidenciando que é durante a fase de crescimento das plântulas que as diferenças de vigor se manifestam de forma mais acentuada (HALMER e BEWLEY, 1984). Pequenas diferenças nos resultados do teste de germinação podem não ser entendidas como uma diferença significativa entre os lotes de sementes, entretanto, o mesmo não acontece quando se utiliza testes de vigor. Segundo ELLIS e ROBERTS (1980), uma pequena diferença na queda do vigor representa uma grande diferença no processo de deterioração. O nível de vigor pode indicar o começo de um processo deteriorativo e determinar sua extensão (TO-MER e MAGUIRE, 1990).

Nos últimos dez anos, as atividades de pesquisa em análise de sementes têm conduzido estudos permanentes no estabelecimento de procedimentos para os testes de vigor, com ênfase para espécies de grandes culturas. Esta pode ser a principal causa da carência de informações específicas quanto aos procedimentos analíticos para o estabelecimento de testes de vigor em espécies olerícolas.

Testes de referências têm demonstrado alguns problemas na reprodutibilidade dos resultados. MELLO e TILLMANN (1987) revisaram as condições do teste de envelhecimento precoce aplicado em sementes de arroz, feijão e soja. A desuniformidade encontrada nas recomendações de cada uma das espécies estudadas mostra a dificuldade para a reprodução dos resultados. Segundo as autoras, este fato restringe a sua utilização e torna dificil até o momento da sua padronização. Os resultados deste levantamento vêm ao encontro com as idéias de HAMPTON e COOLBEAR (1990), de que, cada laboratório de sementes deve avaliar a aplicabilidade dos testes de vigor para suas cultivares e condições locais, e sugerem que os estudos devem ser concentrados numa menor quantidade de testes sem visar a padronização internacio-

Testes rápidos, seguros e reproduzíveis têm sido pesquisados pelo Comitê de Vigor da Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes – ABRATES e pelo Comitê International Seed Testing Association – ISTA. Um dos objetivos do Comitê de Vigor da ABRATES é o de avaliar vários testes através de diferentes metodologias e de padronizar alguns destes (MELLO e TILLMANN, 1987).

Alguns, dos testes recomendados pelo Manual da Associação Oficial de Análise de Sementes (Association Official Seed Analysts -AOSA, 1986) são de fácil execução e podem ser considerados como uma extensão das atividades de rotina no laboratório de análise de sementes, desde que sejam determinados procedimentos para as espécies e cultivares locais, fato já considerado por outros pesquisadores. Dos oito testes recomendados pelo manual da OASA, resultado de 40 anos de pesquisa e debates, somente o teste de condutividade elétrica em sementes de ervilha tem condições de ser aceito universalmente. Este teste tem sido usado como rotina em vários laboratórios de análise de semente na Alemanha e Inglaterra, conduzido paralelamente com o de germinação. Para HAMPTON e COOLBEAR (1990), os testes de condutividade elétrica e o de envelhecimento precoce, combinados entre si, parecem ser os mais promissores para estudos futuros.

Em trabalhos conduzidos por BLADON e BIDDLE (1992), durante 3 anos, foram observadas correlações significativas entre os testes de condutividade elétrica e o de germinação. O teste de condutividade elétrica foi o que melhor se correlacionou com a emergência a campo no ano de 1988, entretanto, nos anos de 1989 e 1990, foi o teste de germinação que apresentou maior nível de correlação. Isto mostra que, independentemente do grau de correlação, outros fatores podem interferir no desempenho da cultura em condições de campo, entretanto, esses resultados não invalidam a capacidade de alguns testes em estimar a qualidade de um lote, desde que se tenha consciência de sua relatividade. CHING (1973), expressa muito bem o significado dessa relatividade, "o vigor é uma característica das sementes que envolve muitos fatores endógenos e inúmeras influências exógenas".

Esta pesquisa objetivou avaliar a qualidade fisiológica de lotes de sementes de cenoura armazenados nas mesmas condições por diferentes períodos, através de procedimentos analíticos adotados nos testes de germinação e vigor e determinar o nível de correlação entre os mesmos.

MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi conduzida no Laboratório de Tecnologia de Sementes – LTS da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária – FEPAGRO, Laboratório de Fisiologia Vegetal do Departamento de Botânica do Instituto de

Biologia da Universidade Federal de Pelotas e na propriedade particular do Sr. Antônio Mucreca, no município de Rio Grande-RS, no período de 1989 a 1993.

Obtenção do material experimental: O trabalho foi realizado com sete lotes de sementes de cenoura (Daucus carota L.), cultivar Brasília, fornecidos por produtores comerciais do município de Bagé-RS, coletados nos meses de dezembro de 1989 a 1993. Apenas para o lote 7 foi feito o acompanhamento desde a semeadura até a colheita, realizando-se também todas as operações de secagem e de beneficiamento. Após a colheita do lote 7, as umbelas foram acondicionadas em sacos de ráfia, em condições protegida e aerada por um período de 7 dias. Nessas condições, o conteúdo de umidade das sementes foi reduzido de 19% para 12% (±2%). Após esse período, as sementes foram retiradas das umbelas, limpas e colocadas sobre uma lona de tecido ao sol, no intervalo entre 10 e 15 horas, durante 4 dias. A seguir as sementes foram avaliadas quanto ao grau de umidade e armazenadas em câmara seca (15°C e 45% de umidade relativa-ur) até serem realizadas as demais avaliações. O conteúdo de umidade das sementes armazenadas permaneceu em torno de 6,0% a 6,5%. A partir do mês de julho de 1992, foram realizados todos os testes para avaliação da qualidade fisiológica das sementes, excetuando o lote 7, recém-colhido, que foi avaliado em janeiro de 1993.

Avaliação da qualidade física e fisiológica das sementes: A análise de pureza e o peso de 1000 sementes foram determinados de acordo com as Regras para Análise de Sementes—RAS (BRASIL, 1993).

Para a determinação do grau de umidade foram tomadas amostras de 10 gramas, as quais foram homogeneizadas em um divisor de "solo", separadas em 2 repetições que foram acondicionadas em cápsulas metálicas, previamente pesadas e colocadas para secar em estufa a 105°C (±3) por 24 horas. O grau de umidade foi determinado com base no peso úmido.

Teste de Germinação (G): O teste de germinação foi conduzido em substrato de rolo de papel "Germitest", com duas folhas de base e uma de cobertura, previamente umidecida com água destilada na proporção de uma vez o peso do papel para duas porções de água. Utilizou-se 8 repetições estatísticas, sendo que cada repetição constou de 2 unidades experimentais de 25 sementes as quais foram distribuídas equidis-

tantes no substrato. Além das contagens prescritas pelas regras nacionais de análise de Sementes (BRASIL, 1993) e internacionais (International Seed Testing Association – ISTA, 1985) no 7º e 14º dia, também foi realizada uma avaliação no 4º dia.

Teste de Envelhecimento Precoce (E.P.): Amostras de 30 gramas de sementes foram colocadas em câmara seca (15°C e 45% de UR) para uniformização do grau de umidade por um período de 48 horas, após este período as sementes atingiram um grau de umidade entre 9,0 e 9,7%. Oito repetições de 6,0 gramas foram condicionadas em sacos de náilon, marca "Volta-ao-Mundo", medindo 12cm x 6cm. As embalagens contendo as sementes foram suspensas em um suporte metálico e colocados no interior da câmara de envelhecimento a 40 ± 2°C e 100% UR. Ao final dos períodos de 24, 48, e 72 horas de envelhecimento, parte das sementes foram submetidas ao teste de germinação conduzido em rolo de papel, com avaliação no 7º dia e a temperatura de 25°C e o restante das sementes foi dividida em duas repetições para determinação do grau de umidade.

Teste de Condutividade Elétrica (C.E.): Oito repetições de 25 sementes, com umidade entre 9,0 e 9,7% foram pesadas e colocadas para embeber em 75 ml de água deionizada a 20°C, durante meia hora e 4 horas. A condutividade elétrica foi medida em condutivímetro DIGI-MED-CD-21 e os resultados foram expressos em microsiemens/cm por grama de sementes (μs/cm/g de semente), conforme metodologia descrita por ANDRADE et al. (1993).

Teste de Emergência a Campo (E.C.): Oito repetições de 100 sementes foram semeadas em condições de campo, na segunda semana do mês de abril de 1992 em uma propriedade particular localizada no município de Rio Grande-RS. A profundidade de semeadura foi de 2cm e os espaçamentos foram de 2 cm na linha e 5cm entre linhas. As plântulas emergidas foram avaliadas aos 21 dias após a semeadura.

Análise Estatística: O delineamento experimental foi inteiramente casualizado. Para análise do teste de envelhecimento precoce utilizou-se um arranjo fatorial 7 x 4 (sete lotes x quatro períodos de envelhecimento precoce) e para avaliar efeito dos períodos de envelhecimento, aplicou-se a análise de regressão polinomial. Os dados obtidos, em cada teste, foram analisados através da análise de variância e as médias comparadas pelo teste de DMS – Tukey,

ao nível de 1% e 5%. O grau de associação entre os resultados das variáveis obtidas em cada teste foi analisado através da técnica de correlação simples. Todos os valores percentuais foram transformados segundo LOG (x+100), com exceção daqueles apresentados na Tabela 1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta as características físicas e fisiológicas das sementes de cenoura, logo após a colheita. De um modo geral, os lotes apresentaram um percentual elevado de germinação, considerando o padrão mínimo (65%) estabelecido pela Portaria nº 439, do Ministério da Agricultura (BRASIL, 1988), para a comercialização desta espécie.

Teste de germinação: Na tabela 2, observa-se que lotes de mesma idade (1 e 2, com 30 meses de armazenamento; 5 e 6 com 6 meses) mostraram diferenças quanto à percentagem média de germinação nos três períodos de avaliação: 4º, 7º, 14º dia. Esses resultados estão de acordo com as citações de POPINIGIS (1985) com relação às características do processo de deterioração, mais precisamente com respeito à variabilidade de respostas que ocorrem entre lotes de mesma espécie, armazenadas por períodos e condições iguais. Segundo o autor, a velocidade de deterioração varia entre lotes de sementes da mesma espécie e cultivar, armazenadas sob as mesmas condições. Diferentes lotes de sementes da mesma espécie e cultivar podem apresentar diferenças na velocidade da dete-

TABELA 1 - Caracterização da qualidade física e fisiológica de lotes de sementes de cenoura logo após a colheita (Dados não transformados)

CARACTERÍSTICAS			LOTES	<u></u>			
CHACILIGITICAS	1	2	3	4.	5	6	7
Armazenamento (meses)	30	30	18	18	6	6	0
Ano de colheita	1989	1989	1990	1990	1991	1991	1992
Grau de Umidade (%)	6,0	6,3	6,1	6,7	6,3	6,5	7,5
Pureza física (%)	99,5	98,3	96,8	87,0	92,5	94,4	98,5
Germinação (%)	89,0	83.0	89,0	88,0	85,0	87,0	95,0
Peso (g) de 1.000 sementes	1,69	1,85	1,39	1,65	1,63	1,95	2,70

rioração, dependendo do que aconteceu a cada lote, anteriormente ao armazenamento.

Conjuntamente com o teste de germinação, conduziu-se avaliações diárias. As diferenças entre os lotes com relação à percentagem de germinação, é detectável a partir do 3º dia de germinação das sementes até o 5º dia, sendo que no 4º, as estruturas que caracterizam uma plântula normal se apresentam melhor definidas.

Esses resultados confirmam as observações de GRAY et al. (1991), quando afirmam que as maiores diferenças na germinação são detectadas nos primeiros estádios de desenvolvimento.

Para as três contagens de germinação, 4º, 7º e 14º dia, apenas os lotes 6 e 7 mostraram resultados equivalentes, o que pode ser atribuído à pouca idade das sementes. Para os demais lotes, os resultados das avaliações realizadas no 7º e 14º dia foram equivalentes, mas significativamente diferente daqueles obtidos nas contagens realizadas no 4º dia, indicando haver interação entre os fatores idade e velocidade de germinação para os lotes 1, 2, 3, 4 e 5.

No geral, a contagem no 4º dia apresentou-

se como um indicador da qualidade dos lotes. Observa-se que a amplitude entre os valores de germinação, para os três períodos de contagem, foi reduzido progressivamente até que no 14º dia estabilizou-se ou tornou-se um valor constante.

Estes resultados mostram que o teste de germinação, conduzido com algumas modificações, com relação à forma de utilização do substrato e aos períodos de avaliação, pode, além de predizer a qualidade de um lote para uso em condições de ambiente favorável, também estimar o seu vigor ou mostrar diferenças entre lotes, justificando plenamente a realização da primeira contagem no 4º e a segunda no 7º dia para o teste de germinação. Estes resultados são comparáveis aos de GRAY et al. (1991), sugerindo que o período para a realização do teste de germinação prescrito pelas Regras de Análise, para sementes de cenoura, necessita ser revisado. As Regras de Análise de Semente editadas em 1980 e as internacionais em 1985 apresentam diferentes recomendações quanto ao período de duração do teste de germinação para sementes de cenoura. As RAS nacionais (BRASIL, 1980),

TABELA 2 — Porcentagem média de plântulas normais observadas no teste de germinação e emergência a campo em lotes de sementes de cenoura, armazenados nas mesmas condições por diferentes períodos

			TESTE DI	E GERMINAÇÃ	.0		
DIAS DE CONTA- GEM	1	2	3	LOTES 4	5	6	7
4	34 eB	50 dB	57 cB	56 cB	51 dB	64 bA	74 aA
7	51 cA	61 bA	67 bA	62 bA	58 cA	67 bA	75 aA
14	51 dA	62 bA	67 bA	62 bA	59 cA	68 bA	77 aA
			EMERGÊ	NCIA A CAMP	0		
DIAS DE CONTA- GEM	1	2	3	LOTES 4	5	6	7
21	18f	25e	28dc	30cd	33c	45b	68a

Nas colunas, as médias seguidas por letras maiúsculas e nas linhas, as médias seguidas por letras minúsculas não diferem significativamente entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

recomendam que a primeira contagem do teste de germinação seja realizada no 6º dia e a segunda, no 21º, enquanto que as RAS internacionais (ISTA, 1985) prescrevem o 7º e o 14º dia para a primeira e segunda contagens, respectivamente. As Regras para Análise de Sementes (1993) que foram revisadas e atualizadas, prescrevem o 7º e o 14º dia para as avaliações do teste de germinação para esta espécie, mas não recomendam o rolo de papel como forma de substrato. Entretanto, pesquisas realizadas com sementes de Allium cepa (ANTONIOLLI et al., 1986) e Pennicetum americanum (GIARETTA et al., 1983) demonstram as inúmeras vantagens na utilização desta forma de substrato. Segundo as autoras, o uso de papel toalha em rolo se apresenta como um método alternativo e vantajoso para realizar o teste de germinação, porque proporciona melhor desenvolvimento das plântulas, menor contaminação entre elas e facilita a visualização das estruturas, fatos que também foram comprovados nesta pesquisa.

Outro aspecto é com relação ao padrão mínimo de germinação de 65%, estabelecido para a comercialização dessa espécie em função de sua baixa qualidade (BRASIL, 1988). Em levantamentos prévios, na Seção de Tecnologia de Sementes da FEPAGRO, verificou-se que os lotes de sementes de cenoura analisados nos últimos dez anos apresentavam germinação em torno de 80% na ocasião de sua avaliação. Estes resultados concordam com as observações de LIBERAL (1976), de que a qualidade fisiológica das sementes de cenoura tem melhorado gradativamente. Já nesta época, a autora constatou que 68,3% das amostras analisadas apresentavam poder germinativo superior a 70%.

Emergência a Campo: Nas condições do Estado do Rio Grande do Sul, região Sul, a semeadura é realizada entre os meses de dezembro e março, quando as temperaturas do solo se apresentam elevadas, em torno de 28°C durante o dia. Para atingir uma elevada germinação, a semente de cenoura exige que a temperatura do solo esteja em torno de 25 a 30°C (YAMAGU-CHI, 1983). O fato desse experimento ter sido conduzido no mês de abril, quando a temperatura do solo se apresentava mais baixa, em torno de 15°C, pode ser uma das causas da baixa emergência observada, mesmo nos lotes de alto vigor (Tabela 2).

Nas pesquisas em geral, a emergência a campo vem sendo conduzida sob condições que diferem daquelas adotadas para fins comerciais com relação à densidade e profundidade de semeadura. Em lavouras comerciais, que visam à produção de raízes, a semeadura é mecânica ou a lanço sobre sulcos com uma profundidade que varia entre 0 e 5cm e a densidade entre 4 e 6g/m².

Em semeaduras comerciais são usadas altas densidades, visando à produção de raízes no tempo mínimo. Nessas condições, somente as sementes mais vigorosas originarão plântulas capazes de vencer a competição, desenvolvendo mais o sistema radicular do que a parte aérea. Enquanto que, em cultivos conduzidos com baixa densidade, como o realizado no teste de emergência, as exigências quanto à qualidade das sementes podem ser menores, já que são compensadas pela ausência da competição tanto ao nível por radiação luminosa quanto por nutrientes presentes no solo.

O teste de emergência a campo, da forma como vem sendo conduzido, muitas vezes se

assemelha ao de germinação em solo, comumente utilizado em laboratórios, diferindo com relação às condições de fotoperíodo e temperatura. Para que o mesmo possa apresentar uma melhor correlação com o desempenho da cultura em condições adversas no campo, alguns aspectos com relação à densidade, espaçamento e profundidade de semeadura bem como as condições climáticas durante o teste necessitam ser observados.

Assim, a emergência a campo poderá melhor estimar o desempenho da cultura em condições variadas no campo, se conduzida conforme os métodos adotados para a obtenção do produto comercial.

Teste de Envelhecimento Precoce: Os valores médios de germinação, para os 4 níveis de envelhecimento precoce, bem como o grau de umidade atingido nos respectivos períodos, dos 7 lotes de sementes de cenoura, são apresentados na Tabela 3.

Em média o grau de umidade inicial para cada lote foi estabelecido em torno de 9%, apresentando um acréscimo de 14%, 17,1% e 21%, para os períodos de 24, 48 e 72 horas respectivamente. A suscetibilidade ao teste de envelhecimento precoce cresce na medida em que aumenta o grau de umidade e a idade das sementes.

Segundo MATTEWS (1985), no teste de envelhecimento precoce, inicialmente ocorre um declínio na percentagem de germinação das se-

mentes, seguida da redução do tamanho das plântulas e por último, o aumento da incidência de plântulas anormais. Nessa pesquisa, observou-se que estas etapas ocorrem em sementes de cenoura, mas que dependem do período de exposição e varia com a idade dos lotes. Inclusive no lote 7, foi observada ocorrência de plântulas anormais, sem a parte aérea, para os períodos entre 24 e 72 horas de envelhecimento, enquanto que para os demais lotes, isso não foi constatado e sim uma alta percentagem de sementes mortas.

De acordo com a revisão de MARCOS FI-LHO (1992), para as espécies em geral, esta situação pode ser explicada por uma atuação mais drástica dos fatores adversos sobre as sementes mais fracas de cada lote, associada a intensidade de estresse que a espécie pode suportar.

Nos resultados apresentados na Tabela 3, observa-se que as diferenças entre os lotes diminui à medida que se prolonga o período de envelhecimento precoce. O nível de deterioração atingido varia entre os mesmos em função da idade das sementes e do grau de suscetibilidade às condições adversas.

Nos lotes 1 e 2, o período de exposição das sementes apresentou maior associação com as características de cada lote, do que com a idade das sementes, mostrando que, lotes de mesma idade e armazenados nas mesmas condições, podem apresentar respostas diferenciadas. Daí

TABELA 3 – Valores de germinação, grau de umidade e dos coeficientes de variação (CV%), determinação (R²) e de regressão (CR) para o teste de envelhecimento precoce, em sementes de cenoura, armazenadas por diferentes períodos de armazenamento

	PERÍODO	S DE ENVEL	HECIMENT(PRECOCE (F	IORAS)			
LOTES	0	24	48	72	•			
		UMIDAD	E (%)		(COEFICIENTE	S	
	9,3	23,3	27,1	30,3	CV%	R ²	CR	
1	51dA	7dB	0dC	0eC	15,6	0,94	-4,40	
2	62bcA	42cB	31cC	0eD	7,3	0.98	-1,06	
3	66bA	51bB	37bC	0eD	5,1	0.98	-1,16	
4	62bcA	41cB	36bC	8dD	7,8	0,95	-0,97	
5	59cA	52bB	44aC	28cD	12,2	0,95	-0,68	
6	68bA	51bB	43aC	16bD	5,6	0,96	-1,02	
7	77aA	66aB	45aC	39aD	3,1	0,94	-0,81	

Nas colunas, as médias seguidas da mesma letra minúscula e nas linhas, as médias seguidas da mesma letra maiúscula, não diferem entre si significativamente ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

a importância de se considerar além do genôma e procedimentos adotados durante as operações de colheita, secagem, beneficiamento e armazenamento; os fatores ambientais que ocorrem durante o seu desenvolvimento.

O Comitê de Pesquisa da Association Official Seed Analysts (AOSA, 1986), realizou um levantamento dos testes de vigor mais utilizados para sementes de hortaliças, nos Estados Unidos. Para cenoura foi apresentado o teste de envelhecimento precoce, por um período de 72 horas a 41°C, como sugestão. Esses resultados demonstram que para a cultivar Brasília, o período sugerido pelo referido Comitê, foi muito drástico para os lotes armazenados por mais de 12 meses (1, 2, 3 e 4). Provavelmente este perí-

odo não possa ser adotado para todas as situações, devido às variações entre os materiais usados nos diferentes trabalhos, ou na metodologia utilizada tais como: idade e/ou grau de umidade das sementes; diferenças entre as câmaras de vigor ou a combinação entre esses e outros fatores.

Na Tabela 3, são apresentados os resultados da análise de regressão, a qual permitiu estimar as reduções na germinação dos lotes, para os períodos compreendidos entre os limites de 0 a 72 horas de envelhecimento.

Para os períodos de envelhecimento precoce foi determinado o coeficiente de regressão para cada lote. Os lotes 1, 2, 3, 4 e 6 mostraram os maiores valores do coeficiente de regressão, indicando que a queda na germinação foi maior em função dos períodos de envelhecimento e da idade das sementes, enquanto que, os lotes 5 e 7 apresentaram os menores valores de coeficiente de regressão. Os valores de regressão indicam o grau de suscetibilidade dos lotes ao teste de envelhecimento precoce, e a estes podem ser associados os níveis de vigor.

Segundo MARCOS FILHO (1992), não há ainda consenso, entre os pesquisadores, quanto ao período de envelhecimento precoce mais adequado para sementes de várias espécies, apesar de inúmeros estudos terem sido conduzidos. Há também carência de informações para várias espécies de importância econômica.

Teste de Condutividade Elétrica: Os valores de condutividade elétrica dos solutos lixiviados nos lotes de sementes de cenoura apresentados, na Tabela 4, são provenientes de duas leituras realizadas após meia hora e 4 horas de embebição.

A velocidade de lixiviação de solutos foi mais rápida após meia hora de embebição, apresentando uma média geral de 233 µs/cm/g de semente comparado com 335 µs/cm/g de semente após 4 horas. Resultados semelhantes foram relatados por SIMON e MILLS (1985) para sementes de ervilha, quanto à velocidade do processo de lixiviação.

A lixiviação de solutos para os dois perío-

dos considerados, apresentaram variações, cuja significância aumentou com a idade das sementes e em função do grau de deterioração.

Segundo SIMON e MATHAVA (1986), a cenoura pertence ao grupo de sementes que completam o período de embebição e de lixiviação em 1 hora, entretanto, ANDRADE et al. (1993) verificaram que a lixiviação de solutos, para a mesma espécie, se prolonga por 24 horas.

Tomando como base os estudos realizados por ABDUL-BAKI e ANDERSON (1973) e CHING (1973), sobre os aspetos bioquímicos do vigor e sua relação com as mudanças que ocorrem a nível de organelas e membranas, os resultados podem ser melhor interpretados. A ocorrência dos baixos valores de solutos lixiviados pode estar associada a melhor condição de integridade das membranas, enquanto que para os valores altos, estes estariam relacionados com as mudanças na permeabilidade das membranas de uma ou mais organelas, acarretando a redução do vigor das sementes.

De um modo geral, os resultados do teste de condutividade elétrica apresentaram correlação negativa com os de germinação, isto é, aos maiores valores de lixiviação de solutos corresponderam os menores de germinação, mostrando ser este teste um bom parâmetro para avaliar a germinação.

Comparando os resultados de germinação aos 4 dias, apresentados na Tabela 2 com os de condutividade elétrica por 4 horas de embebição, entre os lotes 6 e 3; 4 e 2, verifica-se que há equivalência para os valores de germinação e diferenças significativas para os de condutividade. Assim que os resultados do teste de condutividade elétrica mostraram uma melhor relação com o nível de deterioração das sementes que o teste de germinação, considerando a diferença de idade dos lotes.

Embora os resultados alcançados demonstrem que há correlação significativa, entre os períodos de embebição e diferenças entre as médias dos lotes, estas podem estar associadas com o grau de deterioração, em função da idade das sementes e/ou das características do lote.

TABELA 4 - Valores Médios de lixiviação de solutos nos períodos de 1/2 hora e 4 horas em lotes de sementes de cenoura com diferentes períodos de armazenamento. (µs/cm/g de semente)

cenou	ra com unere	intes perioc	ios de ai mis	izenament	A Chrasemia	ac scinente	"	
HORAS DE				LOTES	<u></u>			Média
EMBEBIÇÃO	1	2	3	4	5	6	7	
0,5	409a	263b	215c	257b	163d	178d	149e	233
4	586a	541b	286c	291c	256c	196d	190d	335

Nas linhas, as médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si significativamente ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Entretanto, há necessidade de se definir uma faixa de valores que delimitem os diferentes níveis de vigor.

Análise de Correlação: Todas as variáveis foram correlacionadas entre si nesta análise. O grau de associação entre elas, em cada teste, indica as melhores perspectivas de sua adoção (Tabela 5).

Em função do número de repetições, esse estudo considerou o coeficiente de correlação. mínimo significativo para p<5%, o valor de 0.70 e de 0,83 para p<1%.

Correlações significativas foram observadas entre os valores de germinação do 4º e o 14º dia com os demais testes, entretanto, o 4º dia apresentou maior nível de significância do que a avaliação realizada no 14º dia. Estes resultados indicam que a avaliação do teste de germinação no 4º dia, caracterizou melhor os níveis de vigor dos lotes do que a realização da primeira contagem no 7º dia. Além disso, a contagem de germinação no 7º dia e no 14º dia mostraram uma associação altamente significativa (0,90), indicando que o teste de germinação pode ser realizado com 7 dias sem prejuízo significativo de subestimar os resultados dos lotes considerados.

Para as combinações dos períodos de envelhecimento precoce foi observada a maior correlação entre os períodos de 24 e 48 horas (0,93) e estes se correlacionaram significativamente com o teste de condutividade elétrica com leitura após meia hora e 4 horas de embebição respectivamente. O coeficiente de correlação de 0,97 entre o envelhecimento precoce por 48 horas e o teste de condutividade meia hora de embebição, foi o maior índice observado nesta análise, mostrando que estes dois testes podem ser promissores para

uso em rotina de análise de sementes. HAMPTON e COOLBEAR (1990), fizeram constatações semelhantes para sementes de ervilha.

O teste de emergência a campo mostrou correlação significativa com os dois períodos de envelhecimento precoce, 24 e 72 horas, ao nível de 5% e 1% de significância respectivamente. Os resultados mostraram que o período de 72 horas de envelhecimento, embora seja drástico para os lotes de mais idade, apresentou maior grau de correlação com o teste de emergência a campo. Esta estreita relação entre os dois testes pode ser explicada em função da baixa emergência observada em condições de campo apresentada na Tabela 2. A emergência a campo também foi correlacionada significativamente com o teste de condutividade elétrica meia hora e 4 horas, confirmando mais uma vez, que a condutividade, independente do período de leitura, está entre os testes mais promissores. Além disso, o coeficiente de correlação entre os dois períodos de condutividade elétrica foi de 0.86 indicando correlação significativa entre os dois períodos avaliados, demonstrando que ambos foram eficientes para caracterizar os diferentes níveis de deterioração das sementes.

As associações significativas analisadas nesse trabalho, indicam que alguns testes são mais promissores que outros, em função do grau de correlação existente entre eles e/ou indicam que alguns podem ser usados como alternativa. Entretanto, se forem consideradas as características desejáveis para adoção de um teste de vigor ao nível de rotina de laboratório de sementes, o teste de condutividade parece ser o mais indicado devido à facilidade na execução, objetividade e o tempo necessário para a sua reali-

TABELA 5 - Coeficientes de correlação simples (r) entre as variáveis analisadas nos testes da avaliação da qualidade fisiológica das sementes de cenoura

G7	G14	EC	EP24	EP48	EP72	CE0,5	CE4
G4 0,80	0,83	0,82	0,88	0,83	0,55	0,83	0,80
G7	0,90	0,67	0,68	0,54	-0,33	-0,57	-0,54
G14		0,71	0,76	0,72	-0,06	-0,71	-0,65
EC			0,76	0,69	0,83	0,71	0,70
EP24				0,93	0,48	-0,96	-0,82
EP48				•	0,62	0,97	0,88
EP72						0,69	0,57
CE0,5						•	0,86

r>0,70 e<0,83 indicam significância para P=0,5

r>0,83 indicam significância para P=0,1 G4,G7 e G14 = germinação no 4º, 7º e 14º dia

EC = emergência a campo aos 21 dias

EP24,EP48 e EP72= envelhecimento precoce por 24, 48 e 72 horas.

CE 0,5 e CE24= condutividade elétrica meia hora e 24 horas

zação. Outra alternativa seria o teste de envelhecimento precoce o qual apresentou correlação significativa com o de condutividade.

Não obstante, os resultados obtidos neste trabalho, terem sido bastante significativos e possam ser comparados aos de vários autores citados na revisão da literatura, acredita-se que a escolha do teste vai depender da finalidade da pesquisa, o que é de fundamental importância, para que este possa realmente estimar o desempenho das sementes em condições variadas no campo podendo mostrar reflexos na produtividade. Entende-se que há necessidade de estabelecer-se qual a generalidade de tais resultados, avaliando-se outras cultivares.

CONCLUSÕES

Este trabalho permitiu avaliar a qualidade fisiológica dos lotes de sementes de cenoura, armazenadas por diferentes períodos e destacar as seguintes conclusões:

- o maior nível de correlação é observado entre os testes de envelhecimento precoce, por um período de 48 horas, e a condutibilidade elétrica dos de solutos após meia hora de embebição;
- o envelhecimento precoce por um período de 72 horas e a germinação avaliada no 4º dia são os testes que apresentam os maiores níveis de correlação com a emergência a campo;
- a avaliação da primeira e segunda contagem do teste de germinação no 4º e 7º dia respectivamente e a utilização do rolo de papel como forma de substrato, possibilitam estimar o vigor no 4º dia e finalizar o teste no 7º dia, reduzindo assim o período para a sua realização;
- o teste de condutividade elétrica é o mais indicado para estimar o vigor devido à facilidade de execução, objetividade e rapidez para sua realização.

BIBLIOGRAFIA CITADA

ABDUL-BAKI, A. A.; ANDERSON, J. D. Vigor determination in soybean seed multiple criteria. Crop Science, Madison, v. 13, p. 630-633, 1973.

ANDRADE, R. N. B.; IWASAKY, K.; ANDRADE A. P.;

ANDRADE, R. N. B.; IWASAKY, K.; ANDRADE A. P.; SANTOS, D. S. B.; SANTOS FILHO, B. G.; MELLO, V. D. C. Produtividade e qualidade fisiológica das sementes de cenoura cv- TAITC-Original, obtida através do método com e sem poda. Revista Brasileira de Sementes, Brasília D. F., v. 15, n. 1, p. 43-48, 1993. ANTONIOLLI, Z. I.; GIARETTA, H.; ANDRADE, R.

ANTONIOLLI, Z. 1.; GIARETTA, H.; ANDRADE, R. N. B. Alternativa para substrato no teste de germinação de sementes de cebola (Allium cepa). Revista Brasileira de Sementes, Brasília, D. F., v. 8, p. 25-29, 1986.

- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS AOSA. Testing handbook: contribution. Zurich, 1983, 88 p.
- BLADON, F. L. B.; BIDDLE, A. J. A three-years study of laboratory germination, eletrical conductivity and field emergence in combining peas. Seed Abstracts, Walbingford, v. 15, n. 8, p. 17, 1992.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Portaria nº 439, Diário Oficial 29 de agosto de 1988. Brasília, DF, 1988.
- . Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Produção Vegetal – Divisão de Sementes e Mudas. Regras para a análise de sementes. Brasília, DF, 1980. 88p.
- Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Produção Vegetal – Divisão de Sementes e Mudas. Regras para análise de sementes. Brasília, DF, 1993. 365p.
- CANTLIFFE, D. J. Vigor in vegetable seed. Acta Horticulturae, Wageningem, n. 111, p. 219-226, 1981.
- CHING, T. M. Biochemical aspects of seed vigor. Seed Science and Techonology, Zurich, v. 1, p. 73-88, 1973
- ELLIS, R. H.; ROBERTS, E. H. Towards a rational basis for testing seed quality. HEBBLETHWAITE, P. D. (Ed.). Seed Production. London: Butterworths, 1980. p. 605-635.
- GIARETTA, H.; ANDRADE, R. N. B.; ANTONIOLLI, Z. I. Alternativa para substrato no teste de germinação de sementes de pasto italiano (*Pennicetum americanum* L.). Revista Brasileira de Sementes, Brasília, DF, v. 5., p. 145-150, 1983.
- GLOBIRSON, D. The quality of lettuce seed harvested at different times after anthesis. Seed Science and Technology, Zurich, v. 9, p. 861-866, 1981.
- GRAY, D. The effect of time to emergence on head weight and variation in head weight at attrity in lettuce (*Latuca sativa*). Annals Applied Biology, Warwickshine, v. 82, p. 569-575, 1976.
 . STECKEL, J. R. A.; DREW, R. L. K.; KEEFE, P. D.
- STECKEL, J. R. A.; DREW, R. L. K.; KEEFE, P. D. The contribution of seed characters to carrot plant and root size variability. Seed Science and Technology, Zurich, v. 19, p. 655-664, 1991.
- Zurich, v. 19, p. 655-664, 1991.

 HALMER, P.; BEWLEY, J. D. A physiological perspective on seed vigor testing. Seed Science and Technology, Zurich, v. 12, p. 561-575, 1984.
- Technology, Zurich, v. 12, p. 561-575, 1984. HAMPTON, J. G.; COOLBEAR, P. Potential versus actual seed performance, can vigor testing provide an answer. Seed Science and Technology, Zurich, v. 18, p. 215-228, 1990.
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. International Rules for seed Testing proceedings of the International Seed Testing Association. Seed Science and Technology, Zurich, v. 13, n. 2, p. 520, 1985.
- LIBERAL, O. H. T. Padrões de germinação em sementes de cenoura (*Daucus carota* L.) Revista Semente, v. 1. n. 2. p. 28-32. 1976.
- 1, n. 2, p. 28-32, 1976.

 MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. IN: CURSO: Testes de Vigor em sementes. FCAV/UNESP/Jaboticabal-São Paulo. p. 45-57. 1992.
- MATTEWS, S. Physiology of seed ageing. Outlook on Agriculture, Berkshire, v. 14, p. 89-94, 1985.
- MELLO, V. D. C.; TILLMANN, M. A. A. O teste de vigor em câmara de envelhecimento precoce. Revista Brasileira de Sementes, Brasília, DF, v. 9, n. 2, p. 93-102, 1987.
- POPINIGIS, F. Fisiologia de sementes. Brasília, DF, Ministério da Agricultura/AGIPLAN, 1985. 228 p.

SIMMON, E. W.; MILLS L. K. Recent advances in

phytochemestry. Seed Science and Technology, Zurich, v. 17, p. 7-17, 1985.

MATHAVA, S. The time-course of leakage from imbibing seeds of different spieces. Seed Science and

Technology, Zurich, v. 14, p. 9-13, 1986.
TOMER, R. P. S.; MAGUIRE, J. D. Seed vigour studies in wheat. Seed Science and Technology, Zurich, v. 18, p. 383-392, 1990.

WURR, D. C. E.; FELLOUS, J. R. The effect of time of

seedling emergence of crisp lettuce on the time of maturity. Journal of Horticultural Science, London, v. 58, n. 4, p. 561-566, 1983.

YAMAGUCHI, M. World vegetables. University of California, 1983. 415 p.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos em especial à pesquisadora Heloisa C. Sfoggia de Souza pelo apoio e sugestões durante a condução dos testes de envelhecimento precoce.

INCIDÊNCIA DO ÁCARO-DA-FALSA-FERRUGEM Phyllocoptruta oleivora (Ashmead, 1879) Keifer, 1938 (ACARI: Eriophyidae) EM COPAS DE LARANGEIRA-DOCE (Citrus sinensis (L.) Osbeck)

LUIZ ALBERTO HOSS de MORAES¹, OSVALDO de MENEZES PORTO², JOSÉ BRAUN³

RESUMO — O presente trabalho teve por objetivo verificar a influência de porta-enxertos na incidência do ácaro-da-falsa-ferrugem em copas de três variedades de laranjeira-doce [Citrus sinensis (L.) Osbeck]. O trabalho foi realizado em pomares de laranjeira-doce das variedades 'Valência', 'Hamlin' e 'Seleta Franck' enxertadas em dez porta-enxertos: citranges 'Troyer', 'C-20', 'C-65', 'C-41' [P. trifoliata (L.) Raf. x C. sinensis (L.) Osbeck]; tangerina 'Cleópatra' (C. reshni); limão 'Volkameriano' (C. volkameriana); limão 'Rugoso da Flórida' (C. jambhiri); limão 'Rugoso Nacional' (C. jambhiri); limão 'Cravo Taquari' (C. limonia); laranja 'Caipira' [C. sinensis (L.) Osbeck]. As avaliações foram feitas quinzenalmente, coletando dez folhas por planta (total de 900 folhas/avaliação). Em cada folha foram marcadas cinco áreas com 1 cm de diâmetro, sendo três ao longo da nervura central e duas na parte mais larga da folha, onde foram contados os ácaros, na face superior das mesmas. Os resultados permitem concluir que plantas enxertadas sobre o citrange 'Troyer' tiveram maior incidência de P. oleivora; a laranjeira 'Seleta Franck' apresentou maior incidência do ácaro-da-falsa-ferrugem, enquanto que as laranjeiras 'Hamlin' e 'Valência' não diferiram entre si.

Palavras-chave: Citrus sp., porta-enxertos, Phyllocoptruta oleivora, ácaro-da-falsa-ferrugem

INCIDENCE OF CITRUS RUST MITE Phyllocoptruta oleivora (Ashmead, 1879) Keifer, 1938 (ACARI: Eriophyidae) ON THREE ORANGE CULTIVARS

ABSTRACT – This research was carried out at Taquari Experimental Station, in order to study the influence of ten rootstocks and three scions of orange in the incidence of the citrus rust mite. The scions of orange cultivars [Citurs sinensis (L.) Osbeck] were 'Valência', 'Hamlin' and 'Seleta Franck'. The rootstocks were: 'Troyer', 'C-20', 'C-65' and 'C-41' citranges [P. trifoliata (L.) Raf. x sinensis (L.) Osbeck]; 'Cleopatra' mandarin (C. reshni); 'Volkameriana' (C. volkameriana); 'Florida' and 'Nacional' rough lemon (C. jambhiri); 'Taquari' rangpur lemon (C. limonia) and 'Caipira' sweet orange [C. sinensis (L.) Osbeck]. The estimate of the population was made at 15 days of interval. The sampling was based in ten leaves per plant, in five areas with one centimeter of diameter, in each leave. The results support the conclusion that the highest incidence of citrus rust mite occurred in plants with the rootstock 'Troyer' citrange; the scion of 'Seleta Franck' sweet orange was more infested; between scions of 'Valência' and "Hamlin' sweet orange wasn't difference.

Key words: Citrus sp., rootstocks, Phyllocoptruta oleivora, citrus rust mite

INTRODUÇÃO

No Rio Grande do Sul, os citros são cultivados principalmente nos vales dos rios Caí e Taquari, que constituem a área de maior produção do Estado. Devido ao rendimento que a citricultura proporciona, existe interesse crescente pela atividade, o que ensejou o seu fomento pela iniciativa privada e governo estadual. Atualmente, várias regiões do Estado implantaram pomares com o objetivo de suprir o consumo e proporcionar outras alternativas de renda ao produtor. Além do comércio de frutas "in natura", a produção também é absorvida por indústrias

que operam na fabricação de óleos essenciais ou extração e concentração de sucos.

Entre os fatores limitantes para a expansão da citricultura, em nosso Estado, estão os ácaros, acarretando grandes prejuízos devido à queda de folhas e frutos, depreciação da aparência dos frutos e também pela transmissão de doenças como a leprose dos citros.

O ácaro-da-falsa-ferrugem *Phyllocoptruta* oleivora (Ashmead, 1879) Keifer, 1938 (ACARI: Eriophyidae) é de ocorrência generalizada no Rio Grande do Sul, causando prejuízos aos produtores devido à depreciação da aparência dos frutos.

O ácaro-da-falsa-ferrugem tem aspecto vermiforme, coloração amarela, e mede cerca de 0,15 mm de comprimento. Forma populações mais ou menos numerosas sobre as folhas, hastes novas e frutos jovens. A partir do florescimento, com o aumento da umidade relativa, ocorre o aumento da população do ácaro. Essas

Eng^a Agr^a, M. Sc. – FEPAGRO/Centro de Pesquisa de Fruticultura. Caixa Posta 12, 95860-000 Taquari, RS.

Eng^a Agr^a, Ph. D. – FEPAGRO/Centro de Pesquisa de Fruticultura, Taquari, RS. Bolsista do CNPa.

Taquari, RS. Bolsista do CNPq.
3. Quím. - FEPAGRO/Centro de Pesquisa de Fruticultura, Taquari, RS. Recebido para publicação em 15/05/1995.

condições coincidem com abundância de frutos recém-formados, que são infestados por *P. oleivora* (FLECHTMANN, 1989).

CHIÀVEGATO (1991) e NASCA et al. (1981) citam que este ácaro ataca ramos, folhas e frutos.

As características visíveis da injúria diferem com a variedade e o estágio de maturação do fruto (McCOY e ALBRIGO, 1975). As injúrias causadas por *P. oleivora* em pomelos, limões e limas, no estágio inicial de crescimento dos frutos são de aspecto prateado. Nas laranjas, se atacadas na fase inicial de crescimento, as cascas ficam com coloração marrom; se atacadas na maturação, ficam com aspecto bronzeado (GRIFFITHS e THOMPSON, 1957, citados por McCOY e ALBRIGO, 1975; UNIVERSITY OF CALIFORNIA, 1991).

O efeito do ataque do ácaro-da-falsa-ferrugem na queda de frutos em citros foi estudado por ALLEN (1978). O autor constatou maiores taxas de transpiração em frutos atacados pelo ácaro em relação aos não atacados; a força necessária para arrancá-los da planta foi inversamente proporcional à área danificada do fruto e, quanto maior o dano ao fruto, maior a quantidade caída.

NASCIMENTO et al. (1984) constataram redução de 29,9 g/fruto, 4,5 mm no diâmetro do fruto, 34cm³ no volume do fruto e 21,5 ml no volume de suco com uma população de 97,3 ácaros/cm² de superfície de fruto.

NASCA et al. (1981) observam que ataques severos deste ácaro podem afetar em 80 a 90% a produção das plantas.

O Controle de pragas é uma das grandes preocupações do homem, devido aos danos que elas causam à agricultura. O alto preço dos defensivos, o aparecimento de pragas resistentes e outros problemas decorrentes de sua utilização como o desequilíbrio biológico, os resíduos nos alimentos e a poluição ambiental têm estimulado a pesquisa de novos métodos de controle. Dentre os vários métodos empregados para controlar pragas, a utilização de variedades resistentes é considerado o método ideal de controle. Com, esse método, a população da praga pode ser reduzida a níveis inferiores ao de dano econômico sem poluição ambiental e nem custo adicional ao agricultor (VENDRAMIN, 1990).

Quanto as variedades resistentes ao ácaroda-falsa-ferrugem, McCOY (1977), citando outros autores, menciona que este ácaro infestou limoeiro mais severamente que outros citros, grapefruit mais que laranjeiras, e laranjeiras mais que tangerineiras, na Flórida e no Suriname. NASCA et al. (1981), na Argentina, mencionam que limoeiros são mais atacados, seguindo em ordem decrescente laranjeiras, pomeleiros e tangerineiras.

O objetivo deste trabalho foi verificar a influência de três copas de citros enxertadas em dez porta-enxertos, na incidência de *P. oleivora*.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi executado no período de 22 de dezembro de 1986 a 21 de dezembro de 1987, em pomares de citros localizados no Centro de Pesquisa de Fruticultura da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária, em Taquari, RS.

Foram utilizadas plantas de laranjeira-doce [Citrus sinensis (L.) Osbeck] das variedades 'Valência', 'Hamlin' e 'Seleta Franck', com 15 anos de idade. O espaçamento é de 7m x 7m, tendo as copas diâmetro médio de 4m.

De cada variedade foram utilizadas 30 plantas, enxertadas em dez porta-enxertos, totalizando 90 plantas. De cada planta foram coletadas dez folhas maduras, ao acaso, ao redor da copa. Em cada folha foram marcadas cinco áreas de 1cm de diâmetro, com auxílio de um vazador. sendo três ao longo da nervura principal e duas na parte mais larga da folha. Assim, em cada avaliação foram coletadas 900 folhas e marcadas 4.500 áreas. As folhas foram colocadas em sacos de papel identificados com o número da planta e ao chegarem ao laboratório, foram armazenadas em geladeira até o momento da avaliação. Os ácaros foram contados com auxílio de microscópio estereoscópico ajustado para 10 aumentos. Estas avaliações foram feitas a cada 15 dias.

Os porta-enxertos utilizados são relacionados na Tabela 1.

O delineamento experimental utilizado foi parcelas subdivididas, sendo 27 épocas de avaliação, dez porta-enxertos, três copas e três repetições cada porta-enxerto. Os dados obtidos foram transformados para raiz quadrada de x +1 e feita a análise de variância. As médias foram comparadas pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probalidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos estão das Tabelas 2, 3 e 4.

TABELA 1 - Porta-enxertos utilizados para verificar a incidência do ácaro-da-falsa-ferrugem em três copas de citros

NOME COMUM	PORTA-ENXERTOS (NOME CIENTÍFICO)
Citrange 'Troyer' Citrange 'C-20' Tangerina 'Cleópatra' Limão 'Volkameriano' Limão 'Rugoso da Flórida' Citrange 'C-65' Laranja 'Caipira' Limão 'Cravo Taquari' Limão 'Rugoso Nacional' Citrange 'C-41'	[P. trifoliata (L.) Raf. x C. sinensis (L.) Osbeck] [P. trifoliata (L.) Raf. x C. sinensis (L.) Osbeck] C. reshni C. volkameriana C. jambhiri [P. trifoliata (L.) Raf. x C. sinensis (L.) Osbeck] C. sinensis (L.) Osbeck C. limonia C. jambhiri [P. trifoliata (L.) Raf. x C. sinensis (L.) Osbeck]

Na tabela 2, constata-se que nas plantas enxertadas sobre citrange 'Troyer' houve maior incidência de *P. oleivora* em relação às plantas sobre outros porta-enxertos. Em segundo lugar quanto à incidência do ácaro, diferindo das plantas enxertadas em citrange 'Troyer', destacaram-se as plantas enxertadas sobre o citrange 'C-20'. Quanto às plantas enxertadas sobre os demais porta-enxertos, diferiram das plantas sobre citrange 'Troyer' e citrange 'C-20', mas não entre si (Tabela 2).

TABELA 2 – Efeito de porta-enxertos na incidência do ácaro-da-falsa-ferrugem Phyllocoptruta oleivora (Ashmead, 1879) Keifer, 1938 (ACARI: Eriophyidae) em copas de Citrus sinensis (L.) Osbeck, das cultivares 'Valência', 'Seleta Franck' e 'Hamlin'. Taquari-RS

PORTA-ENXERTOS	MÉDIA	AS
Citrange 'Troyer'	19,74 a	
Citrange 'C-20'	13,71	b
Tangerina 'Cleópatra'	10,03	c
Limão 'Volkameriano'	9,99	C
Limão 'Rugoso da Flórida'	9,67	C
Citrange 'C-65'	9,64	c
Laranja 'Caipira'	9,46	C
Limão 'Cravo Taquari'	9,30	C
Limão 'Rugoso Nacional	8,42	c
Citrange 'C-41'	8,13	c

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan (P>0,05).

Na Tabela 3, verifica-se que houve diferença estatística entre as copas quanto à incidência do ácaro-da-falsa-ferrugem. A maior incidência de ácaros ocorreu em copas de laranjeira 'Seleta Franck', enquanto que entre as copas de 'Valência' e 'Hamlin' não houve diferença estatística na população do ácaro (Tabela 3).

TABELA 3 – Incidência do ácaro-da-falsa-ferrugem em copas de *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, das cultivares 'Seleta Franck', 'Valência' e 'Hamlin'. Taquari-RS

COPAS	MÉDIAS
'Seleta Franck'	13,56 a
'Valência'	9,46 b
'Hamlin'	9,09 b

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan (P>0,05).

Quanto à incidência do ácaro-da-falsa-ferrugem na interação copa x porta-enxerto, verifica-se que a copa da laranjeira 'Seleta Franck' foi estatisticamente superior às copas de laranjeiras 'Valência' e 'Hamlin', nos portas-enxertos citrange 'C-20', citrange 'C-65', limão 'Cravo Taquari', citrange 'Troyer' e tangerina 'Cleópatra'. Não diferiu nos porta-enxertos citrange 'C-41', limão 'Volkameriano', limão 'Rugoso da Flórida' e limão 'Rugoso Nacional', foi estatisticamente inferior à copa da laranjeira 'Valência' quando enxertadas sobre laranjeira 'Caipira' (Tabela 4).

Nas copas das laranjeiras 'Valência' e 'Hamlin' ocorreram diferenças nos portas-enxertos citrange 'C-20', citrange 'Troyer', tangerina 'Cleópatra' e laranja 'Caipira'. As copas de 'Hamlin' sobre os porta-enxertos citrange 'C-20', citrange 'Troyer' e tangerina 'Cleópatra' foram superiores às de 'Valência', ao passo que copas de laranjeira 'Valência' sobre laranjeira 'Caipira' foram superiores à de "Hamlin' (Tabela 4).

CONCLUSÕES

Nas condições deste trabalho, foi constatado que:

1 – Houve diferenças entre a incidência do ácaro-da-falsa-ferrugem quanto a porta-enxertos e copas.

2 – Plantas enxertadas sobre o citrange 'Troyer' e citrange 'C-20' tiveram maior incidência de *P. oleivora*.

3 – As copas de laranjeira 'Seleta Franck' apresentaram maior incidência de *P. oleivora* em relação às copas das laranjeiras 'Hamlin' e 'Valência'.

TABELA 4 - Incidência do ácaro-da-falsa-ferrugem Phyllocoptruta oleivora em três copas de laranjeira-doce Citrus sinensis (L.) Osbeck enxertadas em dez porta-enxertos. Taquari-RS

PORTA-ENXERTOS		COPAS		
	'VALÊNCIA'	'SELETA FRANCK'	'HAMLIN'	
Citrange 'C-20	10,93 b	17,82 a	12,78 a b	
Citrange 'C-41'	9,76 a	8,16 a	6,60 a	
Citrange 'C-65'	7,70 b	15,12 a	6,97 b	
Limão 'Volkameriano'	10,15 a	11,98 a	8,02 a	
Limão 'Rugoso da Florida'	7,62 a	12,78 a	8,95 a	
Laranja 'Caipira'	13,06 a	8,10 a b	7,63 b	
Limão 'Rugoso Nacional'	11,72 a	6,78 a	7,12 a	
Limão 'Cravo Taquari'	7,75 b	15,64 a	5,71 b	
Citrange 'Troyer'	8,98 c	32,80 a	20,97 b	
Tangerina 'Cleópatra'	7,73 b	13,15 a	9,55 a b	

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan (P> 0,05).

BIBLIOGRAFIA CITADA

ALLEN, J.C. The effect of citrus rust mite damage on citrus fruit drop. Journal of Economic Entomology, Baltimore, v. 71, p. 746-750, 1978.

CHIAVEGATTO, L.G. Ácaros da cultura de citros. In: RODRIGUEZ, O.; VIÉGAS, F.; POMPEU JÚNIOR, J. CITRICULTURA BRASILEIRA. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1991. v. 2, p. 601-641.

FLECHTMANN, C.H.W. Acaros de importância agrí-

cola. 6. ed. São Paulo: Nobel, 1989. 189p.
GRIFFITHS, J.T.; THOMPSON, W.L. Insects and mites found in Florida citrus. Florida Agricultural Experiment Station Bulletin, n. 591, p. 39-40.

McCOY, C.W. Horticultural practices affecting phytophagous mite populations on citrus. In: Proceedings of The International Society of Citriculture. Florida: International Society of Citriculture, 1977, v.2, p. 459-462.

McCOY, C.W.; ALBRIGO, L.G. Feeding injury to the

orange caused by the citrus rust mite, Phyllocoptruta oleivora (Prostigmata: Eriophyidae). Annals of the Entomological Society of America. v. 68, n.2, p. 289-297, 1975.

NASCA, A.J.; TERÁN, A.L.; FERNANDEZ, R.V.; PAS-QUALINI, A.J. Animales perjudiciales y benéficos a los cítricos en el noroeste argentino. Tucumán: Centro de Investigaciones para la Regulación de Poblaciones de Organismos Nocivos, 1981. 364p.

NASCIMENTO, A.S.; CALDAS, R.C.; SILVA, L.M.S. Infestação e dano causado pelo ácaro da ferrugem Phyllocoptruta oleivora (Ashmead, 1879). Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, Jaboticabal, v.13, n.2, p.237, 247, 1984.

VENDRAMIN, J.D. A resistência de plantas e o manejo de praga. In: CROCOMO, W.B. Manejo integrado de pragas. Botucatu: UNESP, 1990. Cap. 9, p.177-197.

UNIVERSITY OF CALIFORNIA. Division of Agricultural and Natural Resources. Integrated pest management for citrus. 2. ed. Oakland, 1991. 144p.

ANÁLISE DE CRESCIMENTO DO GIRASSOL EM RESPOSTA A CULTIVARES, NÍVEIS DE ADUBAÇÃO E ÉPOCAS DE SEMEADURA¹

NÍDIO ANTONIO BARNI², MOACIR ANTONIO BERLATO³, ANTONIO ODAIR SANTOS⁴, GILMAR SARTORI³

RESUMO – O crescimento do girassol foi avaliado em dois anos agrícolas (1991/92 e 1992/93) na localidade de Taquari-RS, envolvendo cultivares, níveis de adubação e épocas de semeadura, em condições hídricas não limitantes. As taxas de crescimento da cultura e assimilatoria líquida estiveram fortemente associadas com a temperatura do ar. O índice de área foliar (IAF) apresentou estreita relação com a soma térmica efetiva. As temperaturas baixas determinaram o alongamento dos subperíodos e do ciclo biológico da oleaginosa. A cultura não evidenciou resposta ao fotoperíodo. A cultivar tardia apresentou rendimento biológico mais elevado do que as cultivares precoces avaliadas. Os níveis de adubação avaliados não evidenciaram diferenças no comportamento do girassol, em função da alta fertilidade apresentada pelo solo utilizado.

Palavras-chave: análise de crescimento; temperatura; cultivares de girassol.

GROWTH ANALYSIS OF SUNFLOWER CULTIVARS IN RESPONSE TO FERTILIZATION LEVELS AND DATE OF SEEDING

ABSTRACT – The growth of sunflower was evaluated during two growing seasons (1991/92 and 1992/93) in Taquari-RS. The study involved cultivars, fertilization levels and date of seeding, under non limiting water conditions. Growth rate and net assimilation were strongly associated with air temperature. Leaf Area Index (LAI) showed a strong relationship with the Degree days. The low temperatures determined elongation of subperiods and on the duration of growth cycle. There was no response to photoperiod. The later cultivar showed a higher biological yield than the early cultivars evaluated. The fertilization levels evaluated did not show any differences on the sunflower development and this was due to the high fertility level of the local soil.

Key words: growth rate; temperature; sunflower cultivars.

INTRODUÇÃO

O girassol tem sido objeto de muitas pesquisas na área da fisiologia vegetal em razão de seu elevado potencial fotossintético (EL-SHARKAWY e HESKETH, 1964), suas altas taxas de crescimento (WILSON, 1967), sua habilidade de extrair (DELANEY, 1978) e conduzir a água (BLACK, 1979) e dos movimentos diaeliotrópicos das folhas e do capítulo (LANG e BEGG, 1979). É tradicional considerar o girassol como uma espécie de grande plasticidade, adaptando-se a diversas situações de ambiente com altos rendimentos.

Apesar de sua capacidade de adaptação, a dependência de fatores do meio, e portanto, a variabilidade em rendimento é outra característica importante da cultura.

O girassol classifica-se, do ponto de vista de seu metabolismo fotossintético, como uma espécie de ciclo C-3, à semelhança do trigo e outros cereais de inverno. Este tipo de espécie possui, em geral, taxas fotossintéticas menores que as espécies que apresentam metabolismo fotossintético tipo C-4, como ocorre com milho e sorgo (MOOS, 1984).

Embora o girassol possua taxas fotossintéticas inferiores ao milho e sorgo, estas são levemente superiores às de outras espécies de ciclo C-3, como trigo e cereais de inverno, apesar das folhas do girassol apresentarem características desejáveis em termos de fotossíntese, como o elevado ponto de saturação de luz (HESKETH e MOOS, 1963) e os movimentos fototrópicos (LANG e BEGG, 1979).

A temperatura do ar é considerada o fator do ambiente de maior influência no desenvolvimento fenológico do girassol (ROBINSON, 1978), sendo a espécie apontada como de dias curtos ou insensível em relação ao fotoperíodo (ROBINSON et al., 1967).

O girassol consome quantidades significativas de água durante o seu ciclo, existindo exigências hídricas distintas em função do estádio de desenvolvimento da planta. Segundo DOO-RENBOS e KASSAN (1979), a quantidade to-

Extraído da Tese de Doutorado apresentada pelo primeiro autor à Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

- UFRGS, junho de 1994.

Eng^o Agr^o, Dr. - FEPAGRO, Rua Gonçalves Dias, 570, 90130-060 -Porto Alegre, RS. Bolsista do CNPq.

Eng⁹ Agr⁹., Dr. - Faculdade de Agronomia da UFRGS, Av. Bento Gonçalves, 7712, Caixa Portal 776, 90001-970 Porto Alegre, RS. Bolsista do CNPq.

Eng^o Agr^o., M.Sc. - Instituto Agronômico de Campinas, Caixa Postal 28, 13020-902 Campinas, SP

^{5.} Tec. Rurai - FEPAGRO.

Recebido para publicação em 06/07/1995.

tal de água requerida pelo girassol varia entre 600 a 1000 mm, dependendo fundamentalmente do clima e da cultivar, os quais determinarão a duração da estação de crescimento, e a demanda evaporativa da atmosfera. A evapotranspiração aumenta nesta cultura do estabelecimento à floração, podendo atingir, durante este subperíodo, valores máximos de 12 a 15 mm diários (DOORENBOS e KASSAN, 1979).

Com relação à nutrição mineral, VRÂN-CEANU (1977) cita que as necessidades do girassol são relativamente elevadas, comparáveis as do milho para nitrogênio e fósforo e muito superiores para potássio, cálcio e magnésio. Mas acrescenta que, se for realizada uma colheita mecanizada que possibilite a retirada exclusiva de grãos, há retorno da maior parte da planta ao solo, e então a exportação de nutrientes assemelha-se a do milho.

Um dos maiores efeitos de deficiências, de qualquer elemento mineral essencial, é uma pronunciada redução na taxa de fotossíntese. Alguns elementos, tais como ferro e magnésio, são componentes essenciais da clorofila. O nitrogênio é requerido para a síntese de proteínas e por isso afeta a produção de clorofila e de ribulose bifosfato-RUBP carboxilase (MOOS, 1984).

A deficiência de fósforo não causa clorose, mas é um elemento essencial nos passos bioquímicos da fotossíntese e a falta dele resulta em severa inibição da fotossíntese.

O potássio é um co-fator chave em muitas reações bioquímicas. Ele é também um elemento essencial no processo osmótico pelo qual os estômatos abrem. Em folhas deficientes de potássio o estômato falha em abrir e o CO₂ não pode penetrar na folha. O nível crítico de K é muito mais elevado do que para Mg (MOOS, 1984).

Plantas deficientes em minerais, usualmente, têm folhas pequenas e as folhas velhas morrem mais rapidamente. Dessa forma, culturas com deficiência de nutrientes têm baixos IAF e fotossíntese reduzida. A falta de minerais também afeta o rendimento em outras rotas metabólicas, mas a baixa taxa de fotossíntese em plantas deficientes é certamente uma das maiores razões para seus baixos rendimentos.

Segundo LOOMIS e WILLIAMS (1963), uma vez otimizados os fatores sob controle do homem, para atender a um retorno máximo, a produtividade máxima depende principalmente da taxa de absorção de luz e da assimilação de CO, pela cultura.

O rendimento biológico (RB), que representa a massa de matéria seca total acumulada por uma comunidade vegetal, possibilita o estudo da eficiência de partição dos produtos fotossintetizados, quando analisado conjuntamente com o índice de colheita (NICHI-POROVICH, 1960). A determinação do rendimento biológico proporciona medidas da fitomassa em um dado tempo que podem ser usadas para estimar a produção líquida entre duas colheitas consecutivas (SAUGIER, 1976).

Os objetivos deste estudo foram os de avaliar os efeitos da radiação solar e da temperatura sobre o crescimento do girassol, em função de cultivares, níveis de adubação e épocas de semeadura.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no Centro de Pesquisa de Fruticultura de Taquari, pertencente à Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária – FEPAGRO, da Secretaria da Ciência e Tecnologia do Estado do Rio Grande do Sul. O Centro está situado no município de Taquari-RS, região climática da Depressão Central, latitude: 29° 48′ 15" S, longitude: 51° 49′ 30" W e altitude: 76 m.

O clima da região é subtropical úmido de verão quente do tipo fundamental Cfa, conforme a classificação climática de KÖEPPEN, o qual predomina na maior parte do território do Rio Grande do Sul.

O solo da área experimental pertence à unidade de mapeamento Rio Pardo, classificado como laterítico bruno-avermelhado distrófico de textura argilosa com relevo suavemente ondulado.

Foram avaliadas as cultivares híbridas de girassol GR-18 e GR-10, precoce e tardia, respectivamente, na estação de crescimento de 1991/92. No ano de 1992/93, foram utilizadas as cultivares GR-16 (precoce) e, novamente, a cultivar GR-10. No ano de 1991/92, as cultivares foram submetidas a dois níveis de adubação do solo, a dose recomendada para o girassol e a metade da recomendação. No ano de 1992/93, as duas cultivares foram submetidas a duas épocas de semeadura 26.08.1992 e 28.09.1992, em substituição aos níveis de adubação do solo do ano anterior. O objetivo destes tratamentos de adubação e de épocas de semeadura foi testar a sensibilidade das taxas de crescimento do girassol a estas importantes variáveis. A própria mudança de cultivares teve por objetivo verificar as respostas extremas, uma vez que a cultivar GR-16 apresenta maior precocidade do que a GR-18, utilizada em 1991/92.

Foi utilizado o delineamento de parcelas subsubdivididas com as subparcelas em faixas e as parcelas principais organizadas em blocos ao acaso com três repetições. As parcelas principais receberam os níveis de adubação do solo, no primeiro ano, e as épocas de semeadura no ano seguinte. As subparcelas receberam as cultivares e as subsubparcelas constituíram os tratamentos de colheitas semanais. As colheitas semanais foram realizadas a partir dos 10 dias após a emergência das plantas, na estação de crescimento de 1991/92. Nesta estação, a semeadura foi realizada em 04.11.1991. A emergência das plantas ocorreu em 12.11.1991 e a primeira colheita, semanal, foi realizada na data de 22.11.1991.

No ano agrícola 1992/93, a emergência das plantas ocorreu em 08.09.1992 e 09.10.1992 para a primeira e segunda épocas de semeadura, respectivamente. As colheitas semanais foram iniciadas em 28.09.1992 e 23.10.1992, respectivamente para a primeira e segunda épocas de semeadura. Isto representou 20 e 14 dias após a emergência das plantas, respectivamente. As subsubparcelas apresentavam as dimensões de 2,4m de largura por 3m de comprimento. A área útil de cada unidade experimental compreendia 1,2m de largura por 1m de comprimento, isto é, duas fileiras de plantas de 1m de comprimento espaçadas de 0,6m entre si. No ano agrícola de 1991/92 foram realizadas doze colheitas semanais. Neste ano, as subparcelas apresentavam as dimensões de 6m de largura por 28,8m de comprimento. Estas subparcelas receberam as duas cultivares e, por sorteio, os doze tratamentos de colheitas semanais. No ano agrícola de 1992/ 93, as subparcelas apresentaram as dimensões de 6m de largura por 33,6m de comprimento, uma vez que foram quatorze as colheitas, semanais, realizadas também por sorteio prévio. Dessa forma, cada subparcela contou com 24 e 28 subsubparcelas nos anos de 1991/92 e 1992/93, respectivamente. Por sua vez, a parcela principal e as repetições formaram um bloco de 18m de largura por 28,8m de comprimento, em 1991/ 92, e 33,6m de comprimento em 1992/93.

Utilizou-se o espaçamento de 0,6m entre fileiras de plantas e a densidade de 4 a 5 plantas por metro linear dentro da fileira. Este arranjo de plantas estabeleceu uma população inicial de

6,7 plantas por metro quadrado ou aproximadamente 67.000 plantas por hectare em 1991/92; e 8,0 e 7,5 plantas/m², para as semeaduras de agosto e setembro de 1992, respectivamente. Estas populações foram estabelecidas através de desbastes realizados em 18.11.1991, 18.09.1992 e 16.10.1992, uma vez que na semeadura a quantidade de sementes foi superior àquela necessária à população preconizada, para cada uma das épocas de semeadura.

Semanalmente, foi colhida uma amostra de plantas de 1m de uma das fileiras da área útil de cada unidade experimental (subsubparcela), com a qual foram determinadas a massa da matéria fresca e a massa da matéria seca da parte aérea das plantas, com a finalidade de estabelecer a curva de crescimento do girassol e as diversas análises que expressam as características de crescimento das culturas, conforme REIS e MUL-LER (1979). Na mesma unidade experimental, foi colhida uma outra amostra de plantas de 1m da outra fileira da área útil de cada unidade experimental, com a qual foi determinada a fenologia, número de folhas, índice de área foliar (IAF), altura de planta e diâmetro de capítulo.

No ano agrícola de 1991/92, a adubação do solo constou de 60 kg de nitrogênio, 80 kg de P₂O₅ e 80 kg de K₂O por hectare para a dose recomendada, constituindo o tratamento F-2. A metade desta dose constituiu o tratamento F-1. No ano agrícola de 1992/93, a adubação foi uma só em toda a área experimental e constou de 75 kg de nitrogênio, 150 kg de P,O,, e 120 kg de K₂O, por hectare. Os adubos utilizados foram uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio, aplicados a lanço e incorporados por meio de gradagem. A uréia foi aplicada 1/3 da dose na semeadura e 2/3 em cobertura, por ocasião da primeira capina realizada em 18.11.91, 18.9.92 e 16.10.92, respectivamente, para as semeaduras de 04.11.91, 26.08.92 e 28.09.92.

Em 1991, a análise de solo apresentou os seguintes resultados: P = 10.8 ppm; K = 104 ppm; argila = 37%; M. O. = 2%; $pH(H_2O) = 6.0$; pH(SMP) = 6.5; Al = 0 me/ 100g; Ca = 4.8 me/100g; Mg = 2.5 me/100g.

Em 1992, o solo analisado refletiu a seguinte situação: P = 9,5 ppm; K = 94 ppm; argila = 36%; M. O. = 2,4%; pH(H₂O) = 6,0; pH (SMP) = 6,3; Al = 0,75 me/100g. A correção da acidez do solo constou da aplicação de aproximadamente 5 toneladas de calcário dolomítico por hectare.

O controle de plantas daninhas e pragas foi realizado de modo a evitar que os seus efeitos pudessem mascarar os resultados.

Para que o experimento fosse mantido em nível de umidade não limitante ao crescimento do girassol, foram instalados em 1991/92, na área experimental, tensiômetros a 0,15m e a 0,30m de profundidade para monitorar a umidade do solo. Irrigações, por aspersão, foram realizadas quando os tensiômetros acusavam valores entre -50 e -60 kPa de potencial matricial. Em 1991/92, foram aplicados, por irrigação, cerca de 40 mm durante o mês de novembro. A partir do final de dezembro de 1991 e janeiro de 1992, não foi mais possível realizar irrigação, por aspersão, face ao vigoroso crescimento das plantas de girassol. Em 1992/93 a irrigação não foi utilizada.

Os elementos meteorológicos como radiação solor global, temperatura do ar, umidade relativa, velocidade do vento a 2m de altura e precipitação pluvial foram obtidos em uma estação meteorológica localizada junto à área experimental. Estes elementos foram observados, diariamente, durante todo o período experimental, com os instrumentos e os critérios de observação, seguindo os padrões adotados na rede de estações meteorológicas de superfície, mantida pela Equipe de Agrometeorologia da FEPAGRO.

A soma térmica efetiva ou graus-dia foi determinada conforme BARNI (1994).

Os estádios de desenvolvimento da cultura do girassol foram caracterizados de acordo com a escala proposta por SCHNEITER e MILLER (1981). Sobre as plantas da amostra de 1m de fileira foi determinado o estádio de desenvolvimento que as plantas apresentavam na data da colheita de cada tratamento, em cada uma das 3 repetições.

Para a determinação do índice de área foliar foi colhida uma amostra de 1m de fileira de plantas de cada unidade experimental (subsubparcela), em cada um dos tratamentos de colheitas semanais. Nas três primeiras colheitas, em todas as épocas de semeadura e repetições, as folhas de todas as plantas da amostra foram retiradas e herborizadas sem o pecíolo para posterior medição da área foliar em laboratório. A partir da quarta colheita, em uma das plantas da amostra, foram retiradas as folhas e herborizadas para posterior medição da área foliar. As folhas das demais plantas da amostra foram retiradas, ensacadas e levadas para secar

em estufa (60-70°C). As folhas herborizadas a campo foram medidas com integrador de área foliar, modelo Licor 3000. Após, estas folhas foram levadas à estufa para secagem, até peso constante. A área foliar, dividida pela sua respectiva massa de matéria seca, resulta na área foliar específica. Com a área foliar específica e a massa de matéria seca das folhas das demais plantas da amostra, determinou-se o índice de área foliar para cada unidade experimental. As brácteas que envolvem a inflorescência foram consideradas no cálculo de IAF, somando-se uma área correspondente a 50% da área de cada capítulo, semanalmente, a partir da diferenciação do primórdio floral.

Os dados foram submetidos a análises estatísticas. As análises de variância foram efetuadas, pelo método dos mínimos quadrados, e testadas pelo F-teste. O Teste de Duncan testou as diferenças entre as médias. Das análises de regressão realizadas, foram obtidos os coeficientes de determinação (r²) do modelo que melhor se ajustou em cada relação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as três épocas de semeadura do girassol a Tabela 1 apresenta os dados fenológicos com os registros das datas dos eventos, do número de dias após a emergência e da soma térmica efetiva (graus-dia). Verifica-se um acentuado alongamento dos subperíodos e do próprio ciclo das cultivares com a antecipação da semeadura para setembro e, principalmente, para agosto em relação ao desempenho apresentado com a semeadura de novembro. Este fato evidencia a resposta do girassol ao efeito da temperatura, aumentando o número de dias para o cumprimento de cada subperíodo de seu desenvolvimento, quando a estação de crescimento abrange temperaturas mais baixas. Entretanto, ao comparar-se a soma térmica efetiva, verifica-se que os subperíodos e o próprio ciclo, praticamente, se assemelham, confirmando ser o girassol de pouca ou nenhuma sensibilidade ao fotoperíodo quanto à fenologia (ROBINSON et al., 1967).

As variações na fenologia estiveram associadas com as cultivares, de distintos grupos de maturação, e com as três épocas de semeadura avaliadas. Fica evidente, na Tabela 1, que a cultivar GR-16 é mais precoce do que a GR-18, e esta, mais precoce do que a cultivar GR-10.

A análise de crescimento absoluto da cul-

tura (Figura 1) mostra que os maiores valores foram alcançados com as semeaduras mais tardias (novembro e setembro) e no subperíodo de rápido crescimento ativo da cultura, ou seja. imediatamente antes da diferenciação do primórdio floral até o final da antese, com maior destaque para o subperíodo entre a diferenciação do primórdio floral até o início da antese (Figura 1-c, d). Na Figura 1-a, verifica-se um pico inicial positivo de taxa de crescimento e, logo após, uma queda. Esta queda coincide com o estádio de diferenciação do primórdio floral (R1), quando a planta utiliza suas energias para o início do subperíodo reprodutivo. Na següência, o crescimento volta a elevar-se até a antese. Na segunda e terceira semanas do mês de janeiro de 1992, ocorreram pequenas restrições hídricas (Tabela 3), que coincidiram com o final da antese e com parte do período de enchimento de grãos (Tabela 1). Este efeito está assinalado na Figura 1-a, com queda na taxa de crescimento. As taxas de crescimento voltaram a crescer no período de enchimento de grãos, quando a precipitação pluvial restabeleceu as condições de umidade no último decêndio de janeiro.

A Figura 1-c, d apresenta as taxas de crescimento calculadas a partir do modelo ajustado (Tabelas 1 e 2 de BARNI et al., 1995; ou Apêndices 5 e 6 de BARNI, 1994).

Os ajustes em função da temperatura efetiva, do IAF e da PAR absorvida acumulada foram eliminando os picos observados em "a" e "b" e suavizando as curvas em "c" e "d". Portanto, a Figura 1 c, d reflete a resultante de vários níveis de ajuste dos valores observados em "a" e "b". Ressalta-se que em "a" e "b" estão representados os valores medidos até a maturação fisiológica, enquanto que em "c" e "d" estão registrados os dados produzidos pelo modelo até o final da antese (R6). Estas observações são válidas para as Figuras 1, 2, 3 e 4.

A taxa assimilatória líquida, isto é, a quantidade de fitomassa seca produzida por unidade de área foliar e de tempo (Figura 2), também apresenta a mesma tendência de comportamento mostrada pela taxa de crescimento da cultura. As maiores taxas assimilatórias líquidas estiveram associadas com as semeaduras tardias. Nestas semeaduras tardias, houve um nivelamento de comportamento entre as cultivares de distintos grupos de maturação (Figura 2-a, b), enquanto que na semeadura de agosto as taxas variaram, especialmente, no subperíodo de rápido crescimento ativo. A Figura 2-c, d ilus-

tra a taxa assimilatória líquida obtida a partir dos dados produzidos pelo modelo ajustado, refletindo o comportamento até o final da antese.

A taxa de crescimento relativo, que representa a quantidade de matéria seca produzida por dia em relação à quantidade de matéria seca existente (Figura 3), mostrou uma resposta muito semelhante entre cultivares, na mesma época de semeadura. As diferencas mais acentuadas ocorreram entre as épocas de semeadura no início do ciclo, com tendência de igualarem-se nos estádios finais de desenvolvimento. No início. a fitomassa existente é pouca e a taxa de crescimento relativo, portanto, é elevada. À medida que a cultura se desenvolve, aumentando a quantidade de fitomassa total, os acréscimos diários vão sendo cada vez menores até a maturação fisiológica (REIS e MULLER, 1979). O alisamento das curvas evidenciado, na Figura 3-c, d, foi proporcionado pelos dados obtidos a partir do modelo ajustado e retrata a tendência da taxa de crescimento relativo ao longo do ciclo da cultura, eliminando os picos gerados pelas observações pontuais em "a" e "b".

A área foliar por unidade de massa de matéria seca aérea, ou seja, a razão de área foliar. decresceu com o avanço do ciclo da cultura (Figura 4). Em "c" e "d" evidencia-se o efeito do ajuste do modelo, refletindo com maior nitidez a tendência desse parâmetro de crescimento ao longo do ciclo. Novamente, a semeadura de novembro nivelou as respostas, enquanto que a semeadura de agosto tendeu a separar os comportamentos dos genótipos avaliados. Destaca-se que as condições de umidade não foram limitantes nas duas estações de crescimento como pode ser constatado pelos respectivos balanços hídricos nas Tabelas 3 e 4. Apenas no quarto e quinto quinquídios de novembro e nos segundo e terceiro, e principalmente, quinto e sexto quinquidios de dezembro ocorreram restrições hídricas, de curta duração, na estação de crescimento 1992/93 (Tabela 4).

Pelos dados apresentados (Figuras 1, 2, 3 e 4) fica demonstrado que o girassol apresenta um rápido crescimento, no período imediatamente anterior à diferenciação do primórdio floral. Na diferenciação floral, as taxas diminuem e voltam a intensificar-se durante o subperíodo de rápido crescimento ativo à antese, e durante esta, até próximo à maturação fisiológica, assemelhando-se aos resultados e relatos de vários autores (ROBINSON, 1978; VRÂNCEANU, 1977; RIZZARDI, 1991).

Nas semeaduras tardias (maior disponibilidade térmica e de radiação) todas as taxas que avaliam o crescimento aumentaram em relação às semeaduras do cedo. Nas semeaduras do cedo (agosto e setembro) o ritmo de crescimento é mais lento e as taxas que expressam o crescimento situaram-se num patamar inferior daquele verificado com a semeadura de novembro.

Esta análise evidencia que condições hídricas desfavoráveis, nas semeaduras tardias, são muito mais restritivas ao bom desempenho da cultura. Com as altas disponibilidades de radiação e temperatura, nesta época do ano, as taxas de crescimento são altas. Qualquer estresse hídrico, ou de outra natureza, determina sérios prejuízos pelo fato dos processos serem realizados em curto espaço de tempo e sem condições de recuperação, ou de compensações.

Na Figura 5 e na Tabela 2, são apresentados os resultados de dois outros indicadores de crescimento, a estatura de planta e o número de folhas por planta.

A estatura da planta atingiu médias superiores a 2 m nas três épocas de semeadura (Figura 5-a, b). Apenas a cultivar precoce GR-16, nas duas épocas de semeadura de que participou em 1992, situou-se abaixo deste valor. Esta estatura evidencia o vigoroso crescimento alcançado pelo girassol nos três ambientes de cultivo, embora as cultivares avaliadas sejam descritas, pela entidade criadora das mesmas, como detentoras de uma estatura média oscilando na faixa de 1,5 a 1,75 m (ROGOBRAS, 1991; RIZZARDI, 1991).

O número total de folhas por planta, incluindo os cotilédones, situou-se em torno de 40 (Figura 5-c, d). As cultivares precoces GR-18 e GR-16, estiveram abaixo deste valor (Figura 5c, d; Tabela 2).

O diâmetro do capítulo, no momento da colheita, oscilou em torno de 20 cm, em 1991/ 92, e ao redor de 19 cm, em 1992/93 (Figura 6c, d). Destaca-se que a população média foi da ordem de 6,2 plantas/m², em 1991/92, e de 7,75 e 6,93 plantas/m² para as duas épocas de semeadura, em 1992/93, avaliada no momento da colheita (Tabela 2). Estas populações situam-se na faixa de melhor desempenho do girassol segundo CHOLAKY et al. (1986). Estes autores referem que a população de 8,0 plantas/m² é a mais indicada para a cultura do girassol, especialmente quando a semeadura é antecipada e as temperaturas da estação de crescimento são mais baixas, reduzindo as taxas de crescimento, como ocorreu no presente estudo.

A Figura 6-a, b também ilustra o teor de água da fitomassa aérea, durante o ciclo do girassol. Nos subperíodos iniciais, cerca de 90% do peso da matéria fresca é constituído por água, baixando para a faixa de 70 a 75%, na maturação fisiológica.

Os resultados obtidos mostram o vigoroso crescimento atingido pela cultura, nos distintos ambientes estudados, nos anos agrícolas de 1991/92 e 1992/93, no município de Taquari, Rio Grande do Sul. Esta afirmativa pode ser comprovada, comparando-se os resultados acima relatados com aqueles obtidos por RIZZARDI (1991), em experimento realizado no município de Eldorado do Sul, na mesma região climática.

Na semeadura de 04.11.1991, houve um nivelamento da resposta entre as cultivares e os níveis de adubação. Os níveis de adubação utilizados não evidenciaram diferenças de comportamento no crescimento do girassol, uma vez que a fertilidade do solo já se encontrava em alto nível. As curvas apresentadas na Figura 7-a, c se confundem. Já, em 1992/93, as curvas evidenciam efeitos distintos entre as cultivares e entre as épocas de semeadura, quando a cultivar tardia apresentou os maiores índices de área foliar (Figura 7-b, d; Tabela 2).

Pela análise de crescimento, constatou-se que as cultivares precoces apresentaram, em geral, um comportamento inferior à cultivar tardia, quanto à fitomassa aérea, estatura de planta e número de folhas por planta. Este fato também fica evidenciado no IAF (Figura 7-b, d). Entretanto, na média das cultivares, a semeadura de 04.11.1991 apresentou o melhor comportamento (Figura 8-a, b; Tabela 2). As semeaduras de 1992 atingiram um menor nível de IAF, com a semeadura de setembro antecipando-se em atingir o IAF máximo. Esta evidência fica bem clara na Figura 8-b, onde os valores estimados mostram um IAF maior em 1991/92, seguido pela semeadura de agosto de 1992, embora o IAF máximo de setembro de 1992 tenha sido alcançado num menor número de dias, após a emergência das plantas. Na estimativa integrada das três datas de semeadura (Figura 8-c), o efeito da temperatura está ressaltado na antecipação do IAF máximo. Da mesma forma, na Figura 8-d a dispersão de pontos evidencia o efeito de exigências térmicas distintas de cada cultivar, as quais antecipam ou retardam o IAF máximo durante a estação de crescimento.

Os resultados confirmam os meses de agosto e setembro como os mais indicados para a semeadura do girassol no Estado do Rio Grande do Sul, reforçando recomendações de SILVA e MUNDSTOCK (1988). Destaca-se, ainda, que a semeadura de novembro foi beneficiada pelas condições de umidade não limitantes, proporcionadas pelas precipitações pluviais e irrigações complementares, o que não é normal acontecer (BERLATO, 1992), principalmente, na região da Depressão Central do Estado, onde o experimento foi conduzido.

CONCLUSÕES

- 1. As semeaduras de agosto e setembro aumentam a duração dos subperíodos e do ciclo de desenvolvimento das cultivares, em função de temperaturas mais baixas.
- 2. As taxas de crescimento da cultura (TCC) e assimilatória líquida (TAL) do girassol estão associadas positivamente com a temperatura.
- 3. A taxa de crescimento da cultura (TCC) apresenta valores mais altos com as semeaduras tardias (novembro e setembro) no subperíodo de rápido crescimento ativo da cultura (imediatamente antes da diferenciação do primórdio floral até o final da antese) e com as cultivares precoces.
- 4. Na diferenciação do primórdio floral (estádio R1) há uma queda na taxa de crescimento

- da cultura (TCC), em razão da planta mobilizar suas energias para iniciar o subperíodo reprodutivo.
- 5. A taxa de crescimento da cultura (TCC) é muito sensível às oscilações hídricas do solo durante o subperíodo de rápido crescimento ativo.
- 6. As maiores taxas assimilatórias líquidas (TAL) estão associadas com as semeaduras tardias (novembro e setembro) e com as cultivares precoces.
- 7. A taxa de crescimento relativo (TCR) é alta no início do ciclo e diminui gradativamente, até a maturação fisilógica do girassol.
- 8. A área foliar por unidade de matéria seca aérea (razão de área foliar) decresce com o avanço do ciclo da cultura até a maturação.
- A estatura das plantas atinge médias superiores a 2 m, em condições ótimas de umidade e nutrição, independente da época de semeadura.
- 10. O número de folhas por planta, incluindo os cotilédones, situa-se em torno de 40 e o diâmetro do capítulo médio atinge 20 cm.
- 11. O teor de água da fitomassa aérea alcança 90% do peso da matéria fresca nos subperíodos iniciais e baixa para 70-75% na maturação.
- 12. Níveis de adubação não evidenciam diferenças significativas, no crescimento do girassol, quando é alto o nível de fertilidade existente no solo.

TABELA 1 - Fenologia das cultivares de girassol avaliadas nas estações de crescimento de 1991/92 e 1992/93, Taquari, RS

Seameadura: Emergência:		04/11/1991 12/11/1991		26/08/1992 08/09/1992		9/1992 0/1992
Cultivares:	GR-18	GR-10	GR-16	GR-10	GR-16	GR-10
Estádios*	Dat	as	Da	tas	Da	atas
Dif.P.Flor. (R1)	15/12	17/12	22/10	27/10	15/11	21/11
**E-R1 (dias) Graus-dia	33 570	35 607	44 563	49 651	37 564	43 658
Inic. Antese (R5)	02/01	05/01	05/11	17/11	30/11	08/12
E-R5 (dias) Graus-dia	51 882	54 963	58 773	70 966	52 801	60 93 <i>7</i>
Final Antese (R6)	15/01	17/01	21/11	30/11	12/12	20/12
E-R6 (dias) Graus-dia	64 1147	66 1175	74 1031	83 1174	64 1007	72 1155
Maturação (R9)	31/01	07/02	08/12	24/12	30/12	08/01
E-R9 (dias) Graus-dia	80 1461	87 1602	91 1310	107 1617	81 1354	91 1540

^{*} Fenologia fundamentada na escala proposta por SCHNEITER e MILLER (1981).

** E = Emergência das plantas.

TABELA 2 - Fenometria de cultivares de girassol, por época de semeadura, nas estações de crescimento de 1991/92 e 1992/93, Taquari,RS

Semeadura: Data	Cultivar	População Plantas	Estatura da planta	Número Folhas	IAF	Fitomassa Seca
	,	(pl/m²)	(cm)	Planta		(kg/ha)
04/11/1991		-				· • · ·
	GR-18	6,25 a*	223 a	38 a	3,78 a	9350 a
	GR-10	6,18 a	228 a	40 a	4.09 a	10692 a
	Média	6,22 C**	226 A	39 A	3,94 A	10021A
26/08/1992 —						
	GR-16	7,72 a	187 b	37 b	2,98 a	7436 b
	GR-10	7,78 a	228 a	45 a	3,62 a	10722 a
	Média	7,75 A	208 B	41 A	3,3 A	9079 A
28/09/1992	•	-				
	GR-16	6,56 a	193 b	38 b	3,03 a	8333 b
	GR-10	7,29 a	210 a	44 a	3,76 a	10944 a
	Média	6,93 B	202 B	41 A	3,4 A	9639 A
Média						
	Precoces	6,84 A	201 B	38 B	3,26 A	8373 B
	Tardia	7,08 A	222 A	43 A	3,82 A	10786 A
	Média	6,96	212	41	3,54	9580

Letras minúsculas comparam médias em cada data de semeadura. (Teste de Duncan 1%).

TABELA 3 - Balanço hídrico, segundo THORNTHWAITE e MATHER (1955), com capacidade de armazenamento no solo de 75 mm, estação de crescimento 1991/92, Taquari,RS

MESES	QUIN	P	ETP	P-ETP	NEG	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC	ETR/ETP
				0	0	75	0	0	0	0	
	1	30,7	22	8	0	75	0	22	0	8	1,00
	2	5,9	16	-10	-10	66	-9	15	Ö	0	0,98
OUTUBRO	3	0,0	30	-30	-39	· 44	-22	22	8	0	0,74
	4	0,0	24	-24	-63	32	-12	12	12	0	0,51
	5	39,1	22	17	-31	49	17	22	0	0	1,00
	6	3,4	16	-13	-44	41	-8	11	5	Ó	0,69
	1	27,7	22	5	-35	46	5	22	0	0	1.00
	2	30,7	33	-2	-37	45	-1	32	1	0	0,98
NOVEMBRO	3	1.7	18	-16	-54	36	-9	11	7	0	0.59
	4	40,4*	29	12	-33	48	12	29	0	Ó	1,00 0,56 0,81 0,37
	5	1,1	28	-27	-60	33	-15	16	12	Ó	0,56
	6	16,3	24	-8	-68	30	-3	20	4	0	0.81
	1	1,8	33	-31	-99	19	-10	12	21	0	0.37
	2	48,2	22	27	-36	46	27	22	0	0	1,00
DEZEMBRO	3	24,0	16	8	-24	54	8	16	Ō	Ŏ	1,00
	4	28,0	35	-7	-30	50	-5	33	2	Ō	0,94
	5	90,7	19	72	0	75	25	19	Ō	47	1,00
	6	52,0	35	17	0	75	· 0	35	Ó	17	1.00
	1	3,8	31	-28	-28	51	-24	27	4	Ō	0.87
	2 .	0,0	28	-28	-55	35	-16	1 6	12	Ó	0,87 0,59
JANEIRO	3	3,6	32	-28	-83	24	-11	15	17	Ŏ	0,47
	4	0.0	35	-35	-119	15	-9	9	26	Ŏ	0,26
	5	38,3	24	14	-70	29	14	24	0	Ŏ	1,00
	6	10,1	23	-13	-82	24	-5	15	8	Ò	0,64
	1	74,8	20	55	0	75	51	20	Ō	4	1,00
	2	17,0	28	-11	-11	64	-11	28	i	Ó	0.98
FEVEREIRO	3	57,9	20	38	0	75	11	20	Ō	27	1,00 0,88 0,65
	4	0,9	25	-24	-24	- 54	-21	22	3	0	0.88
	5	0,0	19	-19	-44	41	-13	13	7	Ŏ	0.65
	6	0,2	18	-18	-62	32	-9	9	9	Ō	0,51
	-	493	506				34	392	115	68	0,79

QUIN=Quinquídio; P=Precipitação; ETP=Evapotranspiração potencial; NEG=Negativo acumulado; ARM=Armazenamento; ALT=Alteração no armazenamento; ETR=evapotranspiração real; DEF=Deficiência; EXC=Excesso; ETR/ETP=Consumo relativo de água (índice hídrico).

^{**} Letras maiúsculas comparam médias entre datas de semeadura. (Teste de Duncan 1%).

^{*}Irrigação.

TABELA 4 — Balanço hídrico, segundo THORNTHWAITE e MATHER (1955), com capacidade de armazenamento no solo de 75 mm, estação de crescimento 1992/93, Taquari,RS

MESES	QUIN	P	ETP	P-ETP	NEG	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC	ETR/ETP
				0	0	75	0	0	0	0	
	1	3,6	10,9	-7	-7	68	-7	11	0	0	0,98
	2	23,7	7,9	16	0	75	7	8	0	9	1,00
AGOSTO SETEMBRO	3	12,8	9,8	3	0	75	0	10	0	3	1,00
	4	2,9	7,6	-5	-5	70	-5	8	0	0	1,00
	5	43,3	15,6	28	0	75	5	16	. 0	23	1,00
	6	5,1	20,7	-16	-16	61	-14	19	1	0	0,94
	1	17,2	9,9	7	-7	68	7	10	0	0	1,00
	2	2,3	18,7	-16	-24	54	-14	16	3	0	0,85
		17,2	5,7	11	-10	66	11	6	0	0 -	1,00
	4	32,0	17,8	14	Ō	75	9	18	0	5	1,00
	5	155,3	10,7	145	Ŏ	75	Ó	11	0	145	1,00
	6	0,0	23,9	-24	-24	54	-21	21	3	0	0,87
OUTUBRO	ĭ	17,3	20,9	-4	-28	51	-3	20	1	Ö	0,95
	2	0,4	21,3	-21	-48	39	-13	13	8	Ö	0,62
	3	13,0	27,4	-14	-63	32	-7	20	8	ŏ	0,73
	4	20,4	12,4	8	-46	40	8	12	ŏ	ŏ	1,00
	5	25,9	34,8	-9	-55	35	-5	30	4	Ŏ	0,88
	6	85,5	25,4	60	0	75	40	25	Ó	20	1,00
	1	23,0	26,0	-3	-3	72	-3	26	Õ	0	1,00
	2	21,7	25,1	-3	-6	69	-3	25	Ŏ	Ŏ	0,99
NOVEMBRO DEZEMBRO		0,0	27,3	-27	-34	47	-21	21	6	0	0,78
) <u> </u>	0,0	36,1	-36	-70	29	-18	18	18	ō	0,51
	5	7,2	23,4	-16	-86	23	-6	13	10	Õ	0,55
	6	53,8	32,3	22	-38	45	22	32	ő	ŏ	1,00
	ĭ	16,2	34,8	-19	-57	35	-10	26	š	ŏ	0,75
	2	10,9	28,1	-17	-74	27	- 7	18	1Ó	Ŏ	0,65
		11,8	33,4	-22	-95	20	- 7	19	15	Ŏ	0,56
	4	21,4	34,3	-13	-108	17	-3	25	10	Ŏ	0,72
	5	1,0	37,1	-36	-144	10	-7	8	29	ŏ	0,21
	6	0,0	42,1	-42	-186	6	- <u>5</u>	5	38	ō	0,11
	1	162,7	9,2	153	0	75	69	9	0	84	1,00
	2	8,3	29,1	-21	-21	56	-19	27	2	Ö	0,92
JANEIRO	3	61,0	31,6	29	0	75	19	32	õ	11	1,00
	4	0,0	30,4	-30	-30	49	-26	26	5	0	0,84
	5	0,0	38,1	-38	-69	29	-20	20	18	ŏ	0,53
	6	97,2	28,4	69	ő	75	46	28	0	23	1,00
		974	848	·			0	651	197	323	0,83

QUIN=Qüinqüídio; P=Precipitação; ETP=Evapotranspiração potencial; NEG=Negativo acumulado; ARM=Armazenamento; ALT=Alteração no armazenamento; ETR=Evapotranspiração real;

DEF=Deficiência; ECX=Excesso; ETR/ETP=Consumo relativo de água (índice hídrico).

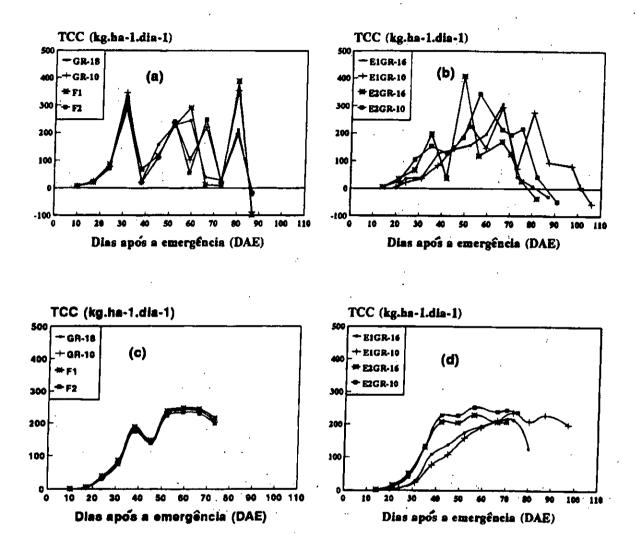


FIGURA 1 — Taxa de crescimento de girassol (TCC), em resposta a cultivares (GR-18; GR-16; GR-10), níveis de adubação (F1; F2) e épocas de semeadura (E1; E2), como função de dias após a emergência, Taquari, RS. Valores observados (a, 1991/92; b, 1992/93); calculados (c, 91/92; d, 92/93)

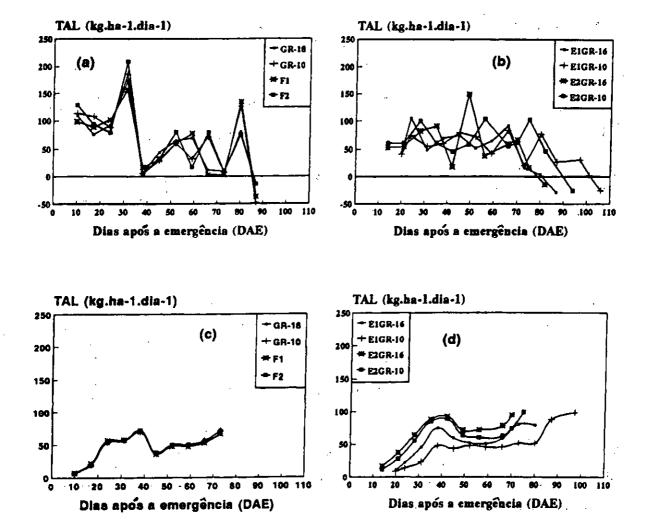


FIGURA 2 — Taxa assimilatória líquida (TAL) de girassol, em resposta a cultivares (GR-18; GR-16; GR-10), níveis de adubação (F1; F2) e épocas de semeadura (E1; E2), como função de dias após a emergência, Taquari, RS. Valores observados (a, 1991/92; b, 1992/93); calculados (c, 91/92; d, 92/93)

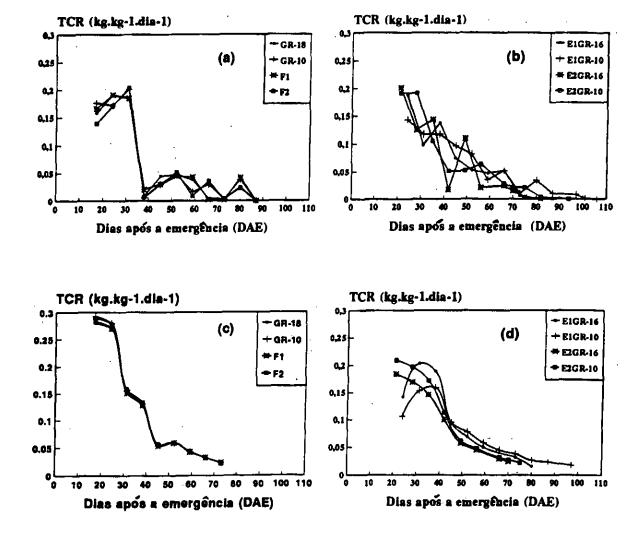


FIGURA 3 – Taxa de crescimento relativo (TCR) de girassol, em resposta a cultivares (GR-18; GR-16; GR-10), níveis de adubação (F1; F2) e épocas de semeadura (E1; E2), como função de dias após a emergência, Taquari, RS. Valores observados (a, 1991/92; b, 1992/93); calculados (c, 91/92; d, 92/93)

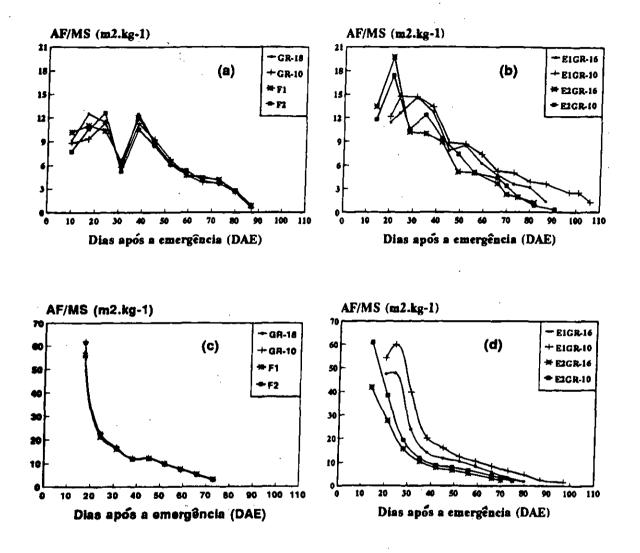
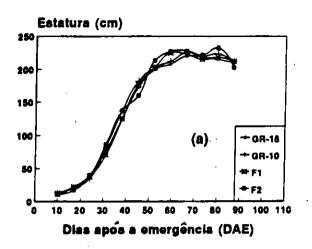
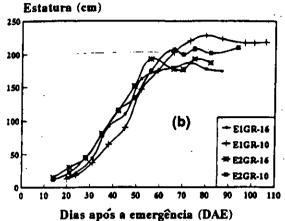
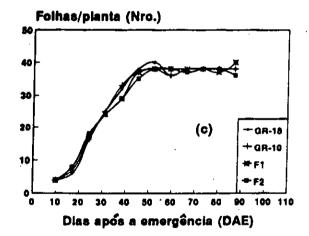


FIGURA 4 - Razão de área foliar (RAF) de girassol, em resposta a cultivares (GR-18; GR-16; GR-10), níveis de adubação (F1; F2) e épocas de semeadura (E1; E2), como função de dias após a emergência, Taquari, RS. Valores observados (a, 1991/92; b, 1992/93); calculados (c, 91/92; d, 92/93)







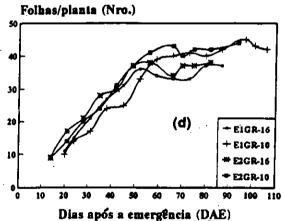


FIGURA 5 - Estatura de planta (a, 1991/92; b, 1992/93) e número de folhas por planta (c, 91/92; d, 92/93) de girassol, em resposta a cultivares (GR-18; GR-16; GR-10), níveis de adubação (F1; F2) e épocas de semeadura (E1; E2), em função de dias após a emergência, Taquari, RS. Valores observados

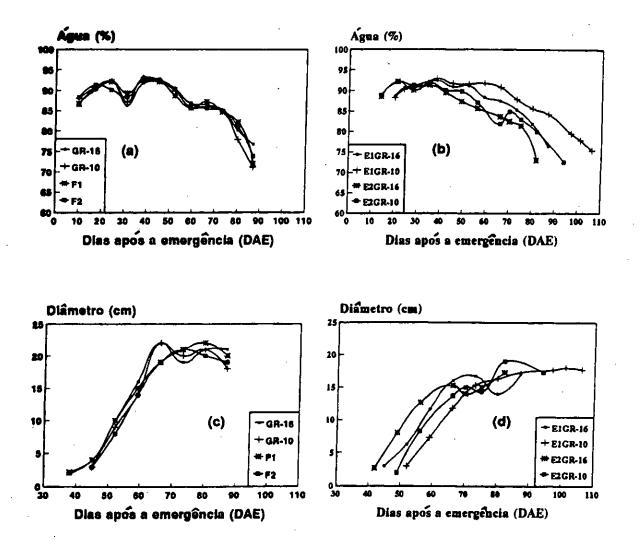


FIGURA 6 – Teor de água da matéria verde aérea (a, 1991/92; b, 1992/93) e diâmetro do capítulo (c, 91/92; d, 92/93) de girassol em resposta a cultivares (GR-18; GR-16; GR-10), níveis de adubação (F1; F2) e épocas de semeadura (E1; E2), como função de dias após a emergência, Taquari, RS

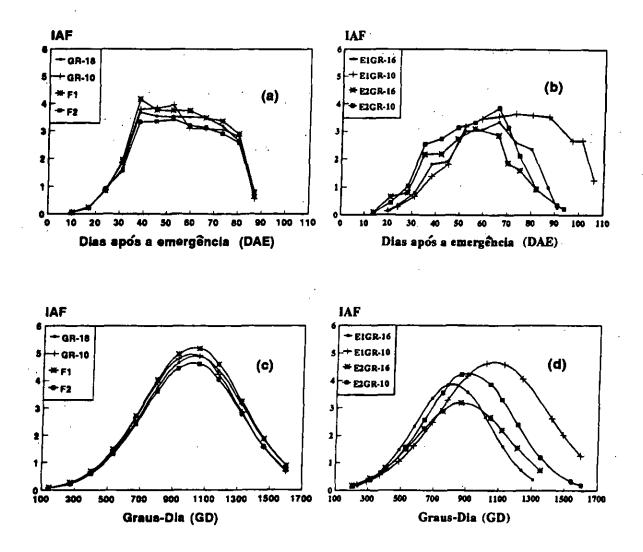


FIGURA 7 – Índice de área foliar (IAF) de girassol, em resposta a cultivares (GR-18; GR-16; GR-10), níveis de adubação (F1; F2) e épocas de semeadura (E1; E2), Taquari, RS. Valores observados como função de dias após a emergência (a, 1991/92; b, 1992/93); e calculados como função de graus-dia (c, 91/92; d, 92/93)

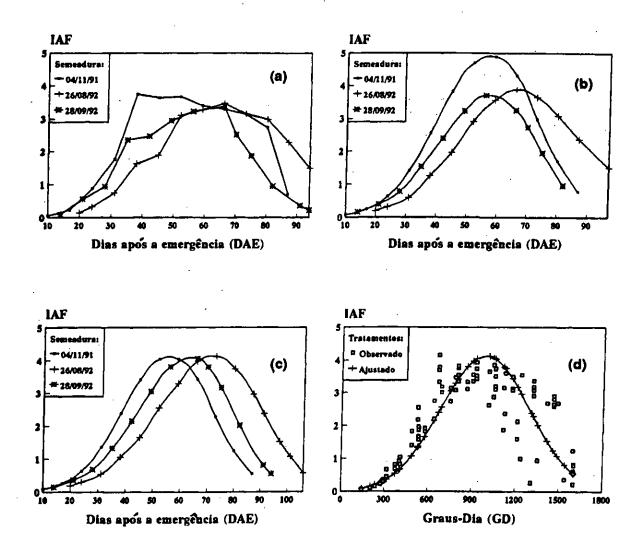


FIGURA 8 - Índice de área foliar (IAF) de girassol, em resposta a épocas de semeadura, na média de cultivares e níveis de adubação, Taquari, RS. Valores observados como função de DAE (a); calculados pelo ajuste dentro de cada época como função de DAE (b); calculados pelo ajuste entre épocas como função de DAE (c); calculado pelo ajuste geral como função de graus-dia (d)

BIBLIOGRAFIA CITADA

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

BARNI, N.A.; BERLATO, M.A.; BERGAMASCHI, H.; RIBOLDI, J. Modelo de predição do rendimento máximo do girassol com base na radiação solar e na temperatura: I. Absorção da radiação solar fotossinteticamente ativa. Pesquisa Agropecuária Gaúcha, Porto Alegre, v. 1, n.2, 1995 (no presente número).

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. Homero (Coord.) Agrometeorologia aplicada à irrigação. Porto Alegre: Ed. Universidade, 1992, p. 11-

BLACK, C.R. The relationship between transpiration rate, water potencial and resistances to water movement in sunflower (Helianthus annuus L.). Journal of Experimental Botany, Oxford, v. 30,

p. 235-243, 1979.
CHOLAKY, L.; CANTERO, A.; GIAYETTO, O.;
NEUMANN, E.C.; BONADEO, E. 1986. Modelos de siembra y fertilizacion nitrogenada en girassol. II. Efectos sobre el desarrollo, morfologia, componentes del rendimiento y produccion. Boletim Oleico, Manfredi, v. 33 p. 9-22, 1986.

DELANEY, N.E. Sunflower growing a changing industry. Queensland Agricultural Journal, Brisbane, v. 104, p. 269-279, 1978.

DOORENBOS, J; KASSAM, A.H. Yield response to water. Rome: FAO, 1979. 193p. (FAO Irrigation and

- Drainage Paper, 33). EL-SHARKAWY, M.A.; HESKETH, J.D. Effects of temperature and water deficit, on leaf photosynthetic rates of different species. Crop Science, Madison, v.4, o. 514-518, 1964.
- HESKETH, J.D.; MOOS, D.N. Variation in response of photosynthesis to light. Crop Science, Madison, v.3,
- n. 1, p. 107-110, 1963. LANG, A.R.G.; BEGG, J.E. Movements of Helianthus annuus leaves and heads. Journal of Applied
- Ecology, Oxford, v. 16, p. 299-305, 1979. LOOMIS, R.S.; WILLIAMS, W.B. Maximum crop productivity: an estimate. Crop Science, Madison, v. 3, p. 67-72, 1963.

MOSS, D.N. Photosynthesis, respiration, and photorespiration in higher plants. In: TESAR, M.B. (Ed.). Physiological basis of crop growth and development. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, 1984. p. 131-152

NICHIPOROVICH, A.A. Photosynthesis and the theory

of obtaining high crop yields. Field Crop Abstract, Berks, v. 13, p. 169-175, 1960. REIS, G.G. dos; MULLER, M. W. Análise de crescimento de plantas: mensuração do crescimento. Belém: Serviço de Documentação e Informação, Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, 1979. 39p. (Informe Didático, 1).

RIZZARDI, M.A. Resposta de cultivares de girassol à densidade de plantas em duas épocas de semeadura. Porto Alegre, 1991. 125f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Departamento de Fitotecnia, Facul-

dade de Agronomia, UFRGS, 1991.

ROBINSON, R.G.; BERNAT, L.A.; GEISE, H.A.; JOHNSON, F.K.; KIMMAN, M.L.; MADER, E.L.; OSWALDT, R.M.; PUTT, E.D.; SWALLERS, C.M.; WILLIAMS, J.H. Sunflower development at latitu-

des ranging from 31 to 49 degrees. Crop Science, Madison, v. 7, p 134-137, 1967.

ROBINSON, R.G. Adaptation and physiological aspects of the sunflower plant. In: AMERICAN SOCIETY OF AGRONOMY. Sunflower science and technology. Madison, 1978. Cap. 19.

ROGOBRAS Sementes Ltda. Híbridos: a revolução no girassol. São Miguel do Oeste, 1991. 2p.

SAUGIER, B. Sunflower. In: MONTEITH, J.L., Vegetation and the atmosphere. London: Academic Press, 1976. pt. 4, p. 87-119.

SCHNEITER, A.A.; MILLER, J.F. Description of sunflower growth stages. Crop Science, Madison, v. 21, p. 901-903, 1981.

SILVA, P.R.F. da; MUNDSTOCK, C.M. Época de Semeadura. In: Girassol: indicações para o cultivo no Rio Grande do Sul. 2. ed. rev. ampl. Porto Alegre: Departamento de Fitotecnia, Faculdade de Agronomia,

UFRGS; IPAGRO, 1988, p. 13-16. THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. The Water Budget and Its Use in Irrigation. In: The Yearbook of agriculture: water. Washington, D.C.: Department

of Agriculture, p. 346-358, 1955. VRÂNCEANU, A.V. El Girassol. Madrid: Mundi-Pren-

sa, 1977. 379p.

WILSON, J.W. High net assimilation rates of sunflower plants in an arid climate. Annals of Botany, London, v. 30, p. 745-751, 1967.

RENDIMENTO MÁXIMO DO GIRASSOL COM BASE NA RADIAÇÃO SOLAR E TEMPE-RATURA: I. ABSORÇÃO DA RADIAÇÃO SOLAR FOTOSSINTETICAMENTE ATIVA¹

NÍDIO ANTONIO BARNI², MOACIR ANTÔNIO BERLATO³, HOMERO BERGAMASCHI³, JOÃO RIBOLDI⁴

RESUMO - O desenvolvimento e rendimento máximo (Ym) do girassol foram dimensionados e modelados com base na temperatura efetiva (graus-dia) e na radiação solar fotossinteticamente ativa absorvida acumulada (PARaa), em condições de não limitação hídrica no solo. Os experimentos foram realizados a campo no município de Taquari-RS, em duas estações de crescimento, 1991/92 e 1992/93. Os resultados mostraram que o índice de área foliar (IAF) pode ser estimado pela soma térmica efetiva e que a absorção da radiação solar fotossinteticamente ativa é estreitamente associada ao IAF e à estrutura da vegetação, sintetizada no coeficiente de extinção (K).

Palavras-chave: rendimento máximo (Ym); radiação solar; desenvolvimento do girassol.

SUNFLOWER MAXIMUM YIELD PRODUCTION BASED ON SOLAR RADIATION AND TEMPERATURE: I. ABSORPTION OF PHOTOSYNTHETICALY ACTIVE RADIATION.

ABSTRACT - Growth and maximum yield (Ym) of sunflower was modeled based on the effective temperature (degreedays) and photosyntheticaly active radiation absorved and accumulated (PARaa) under well watered conditions. Experiments were performed on a field site at Taquari (RS) during two growth seasons (1991/92, 1992/93). The results showed that the leaf area index (LAI) can be stimated from the sum of the efective temperature. The absortion of PAR is very closely associated with the LAI and the canopy structure, that is represented by the extinction coefficient (K).

Key words: maximum yield (Ym); solar radiation; sunflower development.

INTRODUÇÃO

O conceito de rendimento energético mostra que a produção final de uma cultura é baseada na quantidade de radiação solar absorvida na eficiência com que a radiação absorvida é transformada em matéria seca e na distribuição dessa matéria seca nos diferentes órgãos da plan-

O girassol classifica-se, do ponto de vista de seu metabolismo fotossintético, como uma espécie de ciclo C-3, à semelhança do trigo e outros cereais de inverno. Este tipo de espécie possui, em geral, taxas fotossintéticas comparativamente menores que as espécies que apresentam metabolismo fotossintético tipo C-4, como ocorre com o milho e sorgo (MOOS, 1984).

Quanto à temperatura, o ótimo para espécies C-3, sempre em referência aos níveis de fotossíntese alcançados, situa-se entre os 20 a 25 °C e para as espécies de ciclo C-4 entre os

30-35 °C (VIEGA, 1988). A temperatura é considerada o fator do ambinete de maior influência no desenvolvimento do girassol (ROBINSON, 1978), sendo a espécie apontada como de dias curtos ou insensível em relação ao fotoperíodo (ROBINSON, et al., 1967).

A faixa de comprimento de onda da radiacão solar entre 400 a 700 nanômetros constitui a energia radiante fotossinteticamente ativa (PAR). A PAR varia de 44 a 69% da radiação solar global (STIGTER e MUSABILHA, 1982). Na média, representa cerca de 50% da fadiação solar global (VAN HEEMST, 1986). Entretanto, o valor mais referido é de 46%.

A PAR absorvida é a soma algébrica das densidades de fluxo que chegam e que saem, medidas acima e abaixo do dossel da planta (VARLET-GRANCHER et al., 1989). Quatro medidas independentes de densidades de fluxo da PAR, duas acima do dossel da planta e duas abaixo, são requeridas para determinar a radiação fotossinteticamente ativa absorvida (PARa) (GALLAGHER e BISCOE, 1978). As medições requeridas acima do dossel são: (i) a PAR incidente (Io); (ii) a PAR refletida pelo dossel e pelo solo (rds). As medições requeridas abaixo do dossel são: (i) a PAR transmiti-

Recebido para publicação em 06/07/1995.

^{1.} Extraído da Tese de Doutorado apresentada pelo primeiro autor à Faculdade de Agronomia da UFRGS, junho de 1994.

^{2.} Enga Agra, Dr. - FEPAGRO, Rua Gonçaives Dias 570, 90130-060 Porto Alegre, RS. Bolsista do CNPq.

^{3.} Engo Agro, Dr. - Faculdade de Agronomia da UFRGS, Av. Bento Gonçalves 7712, 90001-970 Porto Alegre, RS. Bosista do CNPq. 4. Engo Agro, Dr. - Instituto de Matemática da UFRGS.

da (td), através do dossel para a superfície do solo, e (ii) a PAR refletida pelo solo, (rs). A partir destas medições a PAR absorvida pelo dossel (PARa) pode ser calculada como:

$$PARa = (Io + rs) - (td + rds)$$
 (1.1)

Esta medição instantânea de PARa é tipicamente reportada tanto em unidades de fótons (µmol. m⁻².s⁻¹), como em unidades de energia (W.m⁻²) (SHIBLES, 1976).

A estrutura do dossel ou atributo de "estado" é a capacidade do dossel, a um dado tempo, absorver alguma fração (fA) da densidade de fluxo da PAR incidente, definida como:

$$fA = PARa/Io$$
 (1.2)

As plantas crescem em resposta à quantidade total da PAR absorvida (PARa) e não à fração da PAR absorvida (fA) pelas suas folhas. Integração temporal da PARa, complementa este passo:

PARa (t) =
$$\int_{t=0}^{n} fA(t) Io(t) dt$$
 (1.3)

Esta variável é expressa em unidades de Mj. m-2.tempo-1 ou então mol.m-2.tempo-1.

Medições da luz transmitida através dos dosséis têm sido usualmente realizadas próximo ao meio-dia solar, quando a PAR que chega (Io), em dias claros, está em seu valor máximo (SINCLAIR e LEMON, 1974).

A quantidade de radiação solar absorvida é um importante fator determinante da produtividade final de uma cultura (MITCHELL, 1970). Isto fundamenta-se na evidência de que, praticamente, toda a massa de matéria seca das plantas superiores tem origem na fotossíntese (GOOD e BEL, 1980).

Numa planta sadia, adequadamente suprida de água e nutrientes, a fotossíntese líquida e a produção de fitomassa são proporcionais à quantidade de PARa (STEVEN et al., 1983). Entretanto, DEMETRIADES-SHAH et al. (1992) contestaram a relação entre radiação solar acumulada e fitomassa produzida. Analisaram dados experimentais para demonstrar a fragilidade metodológica de uma interpretação simplista do crescimento da cultura em termos da energia absorvida e acumulada.

A absorção da PAR pelos dosséis das culturas é estreitamente associada ao índice de área foliar (IAF). Estudos da área foliar na cultura do girassol têm sido realizados pelo fato da mesma ser estreitamente relacionada com o rendimento (RAWSON et al., 1980).

A densidade do fluxo de fótons fotossintéticos (PPFD), absorvida em diferentes alturas no interior do dossel vegetativo, é usada no cálculo da fotossíntese potencial em alguns modelos de simulação.

A partir da fração da PPFD absorvida (i/Io) e do IAF medidos a diferentes alturas, a Lei de BEER, como proposta por MONSI e SAEKI (1953), foi usada para calcular o coeficiente de extinção (K) de PPFD do dossel vegetativo.

$$In (Io/I) = K*IAF$$
 (1.4)

onde I é a radiação solar que chega à superfície do solo no interior do dossel vegetativo. O coeficiente de extinção tem sido utilizado largamente em modelos de produção de culturas (GOSSE et al., 1984), mais como uma constante do que como uma variável.

È importante lembrar, entretanto que dois co-fatores desempenham um papel muito importante na conversão da radiação solar absorvida em massa de matéria seca: (i) as mudanças na fotossíntese com radiação solar e temperatura; e (ii) a fração do carbono fixado pela fotossíntese que é respirado (GALLAGHER e BISCOE, 1978).

O aproveitamento da luz visível por uma cultura como o girassol está na dependência de seu IAF e dos parâmetros físicos, biológicos e geométricos que determinam a absorção da radiação solar incidente. Esses parâmetros são determinados, principalmente pela posição solar, estrutura da planta, geometria, tamanho, ângulo de distribuição e idade da folha, arranjo de plantas no campo, altura da planta, época do ano e nebulosidade (VARLET-GRANCHER et al., 1989; ROOS, 1981).

A assimilação de carbono pela cultura depende, principalmente, do estabelecimento da área foliar mais do que da taxa de fotossíntese, e o conhecimento de como a área foliar é controlada torna-se o primeiro fator para o entendimento do crescimento da cultura (RAWSON et al., 1980). O girassol apresenta um rápido desenvolvimento da área foliar, atingindo o estádio R1 da escala proposta por SCHNEITER e MILLER (1981) com 50% da área foliar expandida (VRÂNCEANU, 1977) e área foliar máxima na antese (RAWSON e TURNER, 1982, a). A área foliar na antese

apresenta alta relação com a produção final de aquênios (VRÂNCEANU, 1977; RAW-SON et al., 1980; RAWSON e TURNER, 1982, a), sendo importante considerar-se também a atividade fotossintética por unidade de área e a duração da área foliar (MITCHEL, 1970; GOOD e BELL, 1980).

Os dados de RAWSON et al. (1980) e RAWSON e CONSTABLE (1980) possibilitam concluir para o girassol, como WATSON (1956) o fez para cereais, que a área foliar é uma variável do crescimento muito mais importante do que a taxa de assimilação líquida.

SRIVASTAVA et al. (1977) estimaram que o capítulo, e especialmente as brácteas, podem contribuir com mais de 40% das necessidades de carbono para o enchimento dos grãos o que, para os referidos pesquisadores, foi uma contribuição similar àquela das folhas superiores da planta de girassol.

A estimativa e a exploração dos limites da produtividade das culturas é uma das prioridades da maioria dos programas de pesquisa agrícola. Por sua vez, a modelagem matemática da predição do rendimento representa a possibilidade de detectar pontos de estrangulamento que limitam a expressão máxima da produtividade. Portanto, com o presente estudo buscou-se modelar o crescimento, desenvolvimento e rendimento máximo do girassol, com base na radiação solar e temperatura do ar. Nesta primeira parte do trabalho, que trata da absorção da radiação solar fotossinteticamente ativa, os objetivos foram os seguintes:

- Quantificar o desenvolvimento da área foliar do girassol;
- Estabelecer relações entre a temperatura do ar e o desenvolvimento da área foliar;
- Estabelecer relações entre o índice de área foliar (IAF) e a radiação solar fotossinteticamente ativa absorvida (PARa) pelo dossel da cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

As relações entre a radiação solar fotossinteticamente ativa (PAR), a temperatura efetiva (graus-dia), o índice de área foliar (IAF) e a produção de massa de matéria seca (MS) foram ajustadas através da adaptação do modelo de predição da produção de massa de matéria seca da alfafa proposto por GOSSE et al. (1984). Este modelo é baseado na relação entre o rendimento de massa de matéria seca e o total acumulado de radiação fotossinteticamente ativa absorvida pela cultura durante seu período de crescimento.

Duas relações simples permitem representar a radiação absorvida, como uma função de duas variáveis meteriológicas: radiação solar global incidente (Rs) e soma de temperatura média diária efetiva (graus-dia).

O modelo utiliza a radiação solar fotossinteticamente ativa absorvida (PARa) pela cultura como variável explicativa. Entretanto, esta variável sintética conta com a interveniência de três componentes: (i) a radiação solar global incidente (Rs); (ii) a estrutura da vegetação, através do coeficiente de extinção (k); e (iii) o índice de área foliar da cultura (IAF).

O primeiro componente (Rs) é medido nas estações meteriológicas. Os dois outros são estimados.

O modelo é dado por:

$$MS = bl* \sum PARa \tag{2.1}$$

onde MS é o rendimento de massa de matéria seca (g.m-²), bl o coeficiente de regressão e PARa a radiação solar fotossinteticamente ativa (PAR) absorvida (Mj.m-².dia-¹).

Por sua vez a variável PARa é dada por:

$$PARa = PAR * Ea$$
 (2.2)

onde PAR é a radiação solar fotossinteticamente ativa incidente e Ea a eficiência de absorção da radiação.

Considerando a PAR igual a 46% da radiação solar global (Rs), então:

$$PAR = 0.46 * Rs$$
 (2.3)

A eficiência da absorção da radiação (Ea), também denominada de fração da radiação fotossinteticamente ativa absorvida (fA) (DAUGHTRY et al., 1992), foi obtida pela relação:

Ea =
$$\beta * \{1 - \exp(-K*IAF)\}\$$
 (2.4)

onde ß é igual a 0,95, que é considerada a máxima eficiência de absorção, quando o índice de área foliar (IAF) é o máximo (antese do girassol) e k o coeficiente de extinção.

O cálculo do coeficiente de extinção foi feito a partir da Lei de Beer (equação 1.4):

$$K = (\ln Io - \ln I)/IAF$$
 (2.5)

onde I é a radiação solar que chega à superfície do solo no interior do dossel vegetativo, Io a radiação solar global incidente sobre a cultura e IAF é o índice de área foliar, quando I é determinado junto ao solo.

O índice da área foliar (IAF) foi calculado pela relação:

$$IAF = b2^{\bullet} \sum GD \tag{2.6}$$

onde o b2 é o coeficiente de regressão e GD a soma dos graus-dia, ou soma térmica efetiva, calculada considerando a temperatura base igual a 5°C, da data da emergência das plântulas até o estádio de desenvolvimento considerado. Foi adotado como IAF máximo aquele verificado no estádio R6, da escala fenológica proposta por SCHNEITER e MILLER (1981), que corresponde ao final da antese.

Usando as equações (2.3), (2.4) e (2.6) é possível expressar a relação (2.1) em função de dois parâmetros meteriológicos simples: radiação solar global diária incidente (Rs) e temperatura média diária efetiva (GD), ou seja:

$$MS = b1*\Sigma{0,46 Rs*0,95[1-exp(-K*b2*\Sigma GD)]} (2.7)$$

A equação (2.7) foi utilizada para a estimativa da produção de massa de matéria seca (MS) do girassol, em condições de umidade do solo não limitantes. Com base no índice de colheita (IC) foi possível predizer o rendimento máximo da cultura conforme está relatado na seqüência deste trabalho, em BARNI et al. (1995,b).

Para a determinação dos parâmetros do modelo acima (equação 2.7) foram realizados experimentos durante duas estações de crescimento, 1991/92 e 1992/93, conforme descrição dos materiais e métodos feita em BARNI et al. (1995, a), com exceção das seguintes determinações:

A radiação solar global incidente (Rs) e a radiação solar refletida pelo dossel e pelo solo (rds), foram determinadas sobre a comunidade vegetal, semanalmente, utilizando dois piranômetros modelo D3B, com constantes, respectivamente, de $(1,59 \pm 0,1)*10^{-6}$ V por W.m^{-2e} $(1,82 \pm 0,1)*10^{-6}$ V por W.m⁻², instalados a uma altura fixa de 3 m acima do solo.

A radiação solar global transmitida pelo dossel (td) e a radiação solar refletida pelo solo (rs) foram determinadas na altura de 0,20 m acima do nível do solo entre e dentro das fileiras de plantas, semanalmente, utilizando dois

piranômetros modelo D3B, com constantes, respectivamente, de $(1,59 \pm 0,1)*10^{-6}$ V por W.m⁻² ° $(1,82 \pm 0,1)*10^{-6}$ V por W.m⁻², instalados a uma altura fixa de 0,20 m, acima do solo no interior da comunidade vegetal.

Os fluxos de radiação solar global foram transformados em fluxos de radiação solar fotossinteticamente ativa (PAR), conforme GALLAGHER e BISCOE (1978).

O saldo de radiação (Rn) foi medido sobre a cultura, empregando um saldo radiômetro marca Phillip Schenk, de constante 6,138 m V por cal.cm⁻².min⁻¹, instalado a uma altura fixa de 3 m acima do solo, no centro da parcela principal.

Foi estabelecida também uma relação entre o termo energético (Rn) e a radiação solar global (Rs), dada por:

$$Rn = f(Rs, IAF)$$
 (2.8)

Os dados foram submetidos a análises estatísticas. As análises de variância foram efetuadas pelo método dos mínimos quadrados e testadas pelo F-teste. O Teste de Duncan testou as diferenças entre as médias. Das análises de regressão realizadas, foram obtidos os coeficientes de determinação (r2) do modelo que melhor se ajustou em cada relação. Para a determinação da radiação solar fotossinteticamente ativa absorvida (PARa) foram considerados somente os polinômios (modelos) cujos coeficientes de regressão apresentassem significância ao nível de 1% de probabilidade. As Tabelas 1. 2, 3 e 4 registram as equações obtidas em cada etapa da parametrização da radiação absorvida, assim como os procedimentos adotados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Figuras 1 e 2 e nas tabelas 1, 2, 3 e 4 é apresentado o comportamento do IAF, por cultivares e por épocas de semeadura, nas distintas estações de crescimento. O IAF seguiu uma curva exponencial quadrática (sigmóide até o ponto de máximo IAF), ao longo do ciclo de desenvolvimento do girassol. Inicialmente o crescimento é lento, em seguida atinge um crescimento exponencial, para tornar-se quadrático a partir do início da antese até a maturação. O girassol apresentou um rápido desenvolvimento da área foliar atingindo o estádio R1 (diferenciação do primórdio floral — Tabela 5), com mais de 50% da área foliar expandida e área foliar máxima

na antese (Tabelas 1 e 2). Estes resultados confirmam as observações relatadas por diversos autores (VRÂNCEANU, 1977; RAWSON e TURNER, 1982, a, b).

Na semeadura de 04/11/1991, houve um nivelamento da resposta entre as cultivares e os níveis de adubação. As curvas apresentadas na Figura 1-a, c se confundem. Já, em 1992/93, as curvas evidenciam efeitos distintos entre as cultivares e entre as épocas de semeadura, quando a cultivar tardia apresentou os maiores índices de área foliar (Figura 1-b, d; Tabelas 1 e 2).

Na média das cultivares, a semeadura de 04/11/1991 apresentou o melhor comportamento com relação ao IAF (Figura 2-a, b; Tabelas 1 e 2), em razão das maiores taxas de crescimento proporcionadas pelas ótimas disponibilidades térmicas e hídricas ocorridas (BARNI et al., 1995, a). As semeaduras de 1992 atingiram um menor nível de IAF, com a semeadura de setembro antecipando-se em atingir o IAF máximo. Esta evidência fica bem clara na Figura 2b. onde os valores estimados mostram um IAF mais elevado em 1991/92, seguido pela semeadura de agosto de 1992, embora o IAF máximo de setembro de 1992 tenha sido alcançado num menor número de dias, após a emergência das plantas. Na estimativa integrada das três datas de semeadura (Figura 2-c, Tabelas 3 e 4), o efeito da temperatura está ressaltado na antecipação do IAF máximo. Da mesma forma, na Figura 2d a dispersão de pontos evidencia o efeito de exigências térmicas distintas de cada cultivar, os quais antecipam ou retardam o IAF máximo durante a estação de crescimento.

O coeficiente de extinção (K), que depende, principalmente, do ângulo de distribuição foliar e do ângulo zenital solar (ROSS, 1981), atingiu valores compreendidos na faixa de 0,7 a 0,8 quando o IAF alcançou os valores máximos nas distintas épocas de semeadura e cultivares (Figura 3). O coeficiente de extinção ajustado para todos os tratamentos (Figura 3-d), em função do IAF, atingiu o valor máximo quando o IAF aproximou-se de 3,0 (Tabelas 1, 2, 3 e 4).

O coeficiente de extinção determinado para a soja por DAUGHTRY et al. (1992) foi de 0,803 com um IAF máximo de 7,9 e para a cultura do milho foi de 0,463 com um IAF máximo de 6,5. Entretanto, a soja, com folhas planófilas, atingiu a máxima absorção de radiação com IAF em torno de 3,5, enquanto que na cultura do

milho ocorreu com um IAF próximo de 6,0. O dossel da soja, tipicamente, tem uma distribuição espacial predominantemente horizontal de inclinação da área foliar, enquanto que o milho apresenta uma distribuição mais ereta (área foliar eretófila) da área foliar (ROSS, 1981). O girassol aproxima-se da soja (planófila). Dosséis planófilos interceptam mais radiação por unidade de área foliar e, dessa forma, tem mais valores de k do que dosséis eretófilos.

A absorção da PAR foi semelhante em 1991/92 e apresentou pequena diferença entre cultivares em 1992/93 (Tabelas I, 2, 3 e 4). O efeito da época de semeadura na absorção da PAR está ilustrado na Figura 4, verificando-se que as semeaduras mais tardias anteciparam a absorção máxima, à semelhança do ocorrido com o índice da área foliar. A absorção da PAR atingiu o valor máximo com o IAF em torno de 4,0, como representa a Figura 4-d.

Estes resultados confirmam relatos de diversos autores (GOSSE et al., 1984; VARLET-GRANCHER et al., 1989) de que a estimativa do IAF pela soma térmica efetiva é uma grande possibilidade para a estimativa do rendimento máximo do girassol (Ym), uma vez que o IAF está vinculado ao coeficiente de extinção, à eficiência de absorção da PAR, à PAR absorvida acumulada e, por consequência, ao rendimento de grãos (WATSON, 1956; VRÂNCEANU, 1977; RAWSON e TURNER, 1982, a; 1982, b).RAWSON et al. (1980) constataram um aumento linear do rendimento de aquênios para cada acréscimo unitário do IAF (r²=0,86).

CONCLUSÕES

- O IAF é menor nas semeaduras de agosto e setembro do que em novembro e apresenta estreita relação com a soma térmica efetiva.
- O cultivar tardia apresenta maior índice de área foliar.
- 3. A temperatura elevada acelera o atingimento do IAF máximo.
- Cada cultivar apresenta exigências térmicas específicas para atingir o IAF máximo.
- O coeficiente de extinção (K) do girassol atinge os valores máximos (0,7 a 0,8) com o IAF máximo.
- 6. A absorção da PAR está diretamente associada com o IAF.
- A fração da PAR absorvida pelo dossel do girassol decresce com a redução da área foliar a partir da antese.

BIBLIOGRAFIA CITADA

BARNI, N.A.; BERLATO, M.A.; SANTOS, A.O.; SAR-TORI, G. Análise de crescimento do girassol em resposta a cultivares, níveis de adubação e épocas de semeadura. Pesquisa Agropecuária Gaúcha, Porto Alegre, v.1, n.2, 1995,a (no presente número). BARNI, N.A.; BERLATO, M.A.; BERGAMASCHI, H.;

RIBOLDI, J. Modelo de predição do rendimento máximo do girassol com base na radiação solar e na temperatura: II. Produção de fitomassa e rendimento de grãos. Pesquisa Agropecuária Gaúcha, Porto Ale-

gre, v.1, n. 2, 1995,b (no presente número).

DAUGHTRY, C.S.T.; GALLO, K.P.; GOWARD, S.N.; PRINCE, S.D.; KUSTAS, W.P. Spectral estimates of absorbed radiation and phytomass production in corn

and soybean canopies. Remote Sensing of Environment, New York, v. 39, p. 141-152, 1992.

DEMETRIADES-SHAH, T.H.; FUCHS, M.; KANEMASU, E.T.; FLITCROFT, I. A note of caution concerning the relationship between cumulated intercepted solar radiation and crop growth. Agricultural Forest and Meteorology, Amsterdam, v. 58, p. 193-207, 1992. GALLAGHER, J.N.; BISCOE, P.V. Radiation absortion,

growth and yield of cereals. Journal of Agricultural

Science, Cambridge, v. 91, p. 47-60, 1978.

GOOD, NE.; BELL, D.H. Photosyntesis, plant productivity and crop yield. In: CARSON, P.S.. The biology of crop productivity. New York: Academic

Press., 1980. p. 3-51. GOSSE, G.; CHARTIER, M.; LEMAIRE, G. Mise au point d'un modèle de prévision de production por une culture de luzerne. C.R. Academic Science, Paris, v.

18, p. 541-544, 1984. MITCHEL, R.L. Crop growth and culture. Ames: Iowa

State University Press, 1970. 349p.

MONSI, M.; SAEKI, T. Uben den lichtfaktor in den pflanzengeseilschaften un seine bedeutung fur die stoff produktion. Japan Journal of Botany, Tokio,

v. 14, p. 22-52, 1953.
MOSS, D.N. Photosynthesis, respiration, and photorespiration in higher plants. In: TESAR, M. B. (Ed.). Physiological basis of crop growth and development. Madison: American Society of Agronomy; Crop Science Society of America, 1984. p. 131-152.

RAWSON, H.M.; COSTABLE, G.A. Carbon production of sunflower cultivars in field and controlled environments. I. Photosynthesis and transpiration of leaves steams and heads. Australian Journal of Plant Physiology, Melbour-

ne, v. 7, p. 525-573, 1980. RAWSON, H.M.; CONSTABLE, G.A.; HOWE, G.N. Carbon production of sunflower cultivars in field and controlled environments. II. Leaf growth. Australian Journal of Plant Physiology, Melbourne, v. 7, p. 575-586, 1980.

RAWSON, H.M.; TURNER, N. C. Recovery from water stress in five sunflower (Helianthus annuus L.) cultivars. I. Effects of the timing of water application on leaf area and seed production. Australian Journal of Plant Physiology, Melbourne, v. 9, p. 437-448,

—. N.C. Recovery from water stress in five sunflower (Helianthus annus L.) cultivars. II. The development of area. Australian Journal of Plant

Physiology, Melbourne, v.9, p. 449-460, 1982, b. ROBINSON, R.G.; BERNAT, L.A.; GEISE, H.A.; JOHNSON, F.K.; KIMMAN, M.L.; MADER, E.L.; OSWALDT, R.M.; PUTT, E.D.; SWALLERS, C.M.; WILLIAMS, J.H. Sunflower development at latitudes ranging from 31 to 49 degrees. Crop Science, Madison, v. 7, p. 134-137, 1967.

ROBINSOM, R.G. Adaptation and physiological aspects on the sunflower plant. In: American Society of Agronomy. Sunflower Science and Tecnology. Madison, 1978. Cap. 19.

ROOS, J. The radiation regime and architecture of plant stands. The Hague: Junk Publishers, 1981.

SCHNEITER, A.A.; MILLER, J.F. Description of sunflower growth stages. Crop Science, Madison, v.

21, p. 901-903, 1981.
SHIBLES, R.M. Terminology pertaining to photosynthesis. Crop Science, Madison, v. 16, p. 437-439, 1976.

SINCLAIR, T.R.; LEMON, E.R. Penetration of photosynthetically active radiation in corn canopies. Agronomy Journal, Madison, v. 66, p.201-204, 1974.

SRIVĀSTAVĀ, G.C., DESHMUKH, P.S., TOMAR, D.P.S. Significance of leaf orientation and bract in seed yield in sunflower. Indian Journal of Plant Physiology, Nova Delli, v. 20, p. 151-156, 1977

STEVEN, M.D.; BISCOE, P.V.; JAGGARD, K.W. Estimation of sugar beet productivity from reflection in the red and infrared spectral bands. Institute Journal Remote Sense, London, v. 4, p. 325-334,

STIGTER, C.J.; MUSABILHA, V.M.M. The conservative ratio of photosynthetically active to total radiation in the tropics. Journal Applied Ecology, Oxford, v. 19,

p.853-858, 1982. VAN HEEMST, H.D.J. Physiological principles. In: VAN KEULEN, H.; WOLF, J. (Eds.) Modelling of agricultural production: weather, soils and crop. Amsterdam, 1986. p. 13-26. VARLET-GRANCHER, C.; GOSSE, G.; CHARTIER, M.;

SINOQUET, H.; BONHOMME, R.; ALLIRAND, J.M. Mise au point: rayonnement solaire absorbé ou intercepté par un couvert végétal. Agronomie, Paris, v. 9, p. 419-439, 1989.

VIEGA, L. Fisiologia del cultivo de girasol. In: PROGRA-MA COOPERATIVO DE INVESTIGACION AGRICOLA DEL CONO SUR – PROCISUR. Manejo del cultivo, control de plagas y enfermedades del girasol. Montevideo: IICA/BID, 1988. p. 211-215. (Dialogo, 22).

VRÂNCEANU, A.V. El Girassol. Madrid: Mundi, 1977.

WATSON, D.J. Leaf growth in relation to crop yield. In: MILTHORPE, F.L. (Ed.) The growth of leaves. London: Butterworth, 1956. 349p.

TABELA 1 - Dados e roteiro utilizados na estimativa do rendimento máximo (Ym) da cultura do girassol com base na radiação solar absorvida pela comunidade vegetal durante a estação de crescimento de 1991/92, no município de Taquari-RS. Ajuste individual por cultivar e por nível de fertilidade do solo

Cultivar: Datas:	Dias após Emerg.	Rad.Glob. Semanal (cal/cm2)	IAF Obs.	Soma Graus dia (°C)	IAF Est. GD	Coef. K Obs.	pelo	K/ajust. pelo IAF/est.	K-IAF	Ea K-IAF Calc.
GR-18				(1a)	(2a)	(3a)	(4a)	(5a)	(6a)	(7a)
04/11/91	Semeadura			(14)	(24)	(34)	(,	(52)	10-,	\· ,
22/11/91	10	4752	0,06	143.0	0,08	0.17	0.03	0_04	0.010	0,003
29/11/91	17	3260	0.25	143,0 273,7	0.25	0,17 0,23	0,03 0,11	0,11	0,010 0,054	0,025
06/12/91	24	3820	0.87	401,5	0.63	0,35	0,33	0,04 0,11 0,25	0.250	0,025 0,140
13/12/91	31	2636	1,66	534.0	1,38	n 49	0.54	0.48	0.530	0.460
20/12/91	38	3528	3,69	669,6	2,51	0,71	0,67	0,70 0,75 0,67	0.881	0,785
27/12/91	45	2476	3.55	801.0	3.75	0,70	0,68	0,75	0.871	0,893
03/01/92	52	3924	3,53	925,8	4,64	0,68	0,68	0,67	U_B64	0,907
10/01/92	59	4096	3,51	1055,1	4,88 4,37	0,67	0,68	0,63	0,860	0,906
17/01/92	66	4036	3,49	1175,2	4,3/	0,65	0,68	0,70	0,852	0,906
24/01/92	73	3768	3,18	1322,4	3,11	0,63	0,69	0,75	0,822	0,857
31/01/92 07/02/92	. 80 . 87	3072 3257	2,64	1461,6 1602,2	1,83					
GR-10	0 /	3237	0,83	1602,2	0,88 (Ba)		(94)	(10a)		
04/11/91	Semeadura				104/	•	(34)	(104)		
22/11/91	10	4752	0,06	143,0	0.08	0,17	0_02	0.03	0.010	0,002
29/11/91	17	3260	0,22	273,7	0,08 0,25	0.23	0,02 0,08 0,29	0.10	0,010 0,048 0,261 0,569	0,024
06/12/91	24	3820	0.89	401.5	0,65	0,23 0,36	0.29	0,25	0.261	0,141
13/12/91	31	2636	1,86	401,5 534,0	1,44	0,49	U.32	0.48	0,569	0,476
20/12/91	38	3528	3,79	669,6	1,44 2,65	0,71	0,71	0(70	0.000	0.803
27/12/91	45	2476	3.03	801.0	3.94	0.73	0,71 0,71	0,03 0,10 0,25 0,48 0,70 0,75 0,66 0,74 0,72	0,892	0.901
03/01/92	52	3924	3,94	925.8	4,80	0.76	0,71	0568	0,902	0.913
10/01/92	59	4096	3,10	1055,1 1175,2 1322,4	4.91	0,64	0,69	0,66	0.819	0.913
17/01/92	66	4036	3,07	1175;2	4.23	0,64 0,62	0,68	0,74	0,817	0.908
24/01/92	73	3768	3,06	1322,4	2,83 1,55	0,62	0,68	0572	0,808	0,827
31/01/92	80 87	3072	2,80	1461,6 1602,2	1,55					•
07/02/92	87	3257	0,55	1602,2	0.67	(25)	(45)	/E%\	(6 b)	(7b)
F1 ' 04/11/91	Semeadura			(1Ь)	(2b)	(3b)	(4 b)	(5b)	(40)	(15)
22/11/91	10	4752	0 07	143,0	0.09	0 17	0.03	0.04	0,011	0.003
29/11/91	17	3260	0,07 0,24 0,85 1,95 4,16	273.7	0,09	0,17 0,23 0,37	0,03 0,09 0,28 0,55 0,73 0,73	0,04 0,11 0,26 0,50 0,73 0,79 0,72	0,052	0,003 0,028 0,154
06/12/91	24	3820	0.85	273,7 401,5	0.68	0.37	0.28	0.26	0,256	0.154
13/12/91	31	2636	1,95	534 ()	0,68 1,48 2,70	0,49 0,78 0,76	0,55	0,50	0,585 0,913	U.496
20/12/91	38	3528	4.16	669.6	2,70	0,78	0,73	0,73	0.913	0.817
27/12/91	45	2476	3,//	801,0	4.03	0,76	0,73	0,79	0.896	0,910
03/01/92	52	·3924	3.75	669,6 801,0 925,8 1055,1	4,96	0.74	0,73 0,73	0;72	0,891	0,817 0,910 0,923
10/01/92	59	4096	3,74	1055,1	5,18	0,71	0,73	0,69	0,883	0.923
17/01/92	66	4036	3.48	11/3.2	4,96 5,18 4,60	0.65	0,72 0,72	0,69 0,76 0,77	0,891 0,883 0,851	0,921
24/01/92	73	3768	3,36 2,89	1322,4 1461,6	3.∠3	0,64	0,72	0,77	0,839	0,872
31/01/92	80	3072	2,89	1461,6	1,87					
07/02/92	87	3257	0,79	1602,2	0.88		/OF-1	(105)		
F2 04/11/91	Semeadura				(8P)		(9b)	(10b)		
22/11/91	Semeadura 10	4752	0.05	143 0	0.07	0.17	0.02	0.03	0,008	0 -002
29/11/91	17	3260	0,05 0,23	143,0 273,7 401,5 534,0	0.23	0.23	0,02 0,10 0,36 0,54	0,03 0,10	0,050	0,002 0,022 0,132
06/12/91	24	3820		401.5	0.59	0)39	0.36	0,25	0,284	0.132
13/12/91	31	2636	1 57	534.0	1.31	0149	0.54	0,49	0.511	0,451
20/12/91	38	3528	1,57 3,33	669 6 801 0 925 8 1055 1 1175 2 1322 4	0,07 0,23 0,59 1,31 2,41 3,61	0,17 0,23 0,39 0,49 0,69	0,69	0.72	0.854	0.782
27/12/91	45	2476	3,35	801.0	3,61	0.72	0.69	0,72 0,76	0.865	0.890
03/01/92	52	3924	3,35 3,43	925.8	4,44	0,72 0,74 0,67	0,69 0,70 0,70	0,67	0.875	0.903
10/01/92	59	4096	3,20	105511	4.61	0,67	0.70	0,65	0.839	0,903 0,901
17/01/92	66	4036	3,12	1175 2	4.04	0,00	0,70	0,73	0.825	0.900
24/01/92	73	3768	2 (90	1322 4	4,04 2,78	0,62	0,70	0,75	0,793	0,833
31/01/92	80	3072		1461,6	1,57 0,71	•	•		,	•
07/02/92	87	3257	0,62	1602,2	. n 71					

(Ia,b) = Soma dos Graus-dia

 $(5a) = (0.435852*IAF-est.) + (-0.062896*(IAF-est.)^2)$ $R^2 = 0.973$

(6a,b) = (1 - (EXP (- K-obs. * IAF-obs.)))*0,95

 $(4b) = (0.375758*IAF-obs.) + (-0.04814*(IAF-obs.)^2) R^2 = 0.955$ $(5b) = (0.417771 * LAF-est.) + (-0.055119 * LAF-est.)^2$ $R^2 = 0.977$ (7a,b)= (1 - (EXP (- K-ajust * IAF-est)))*0,95

 $(8a) = 0.01742483 \cdot EXP(0.01125395 \cdot GD + (-0.000005997) \cdot (GD)^2) R^2 = 0.943$

(8b) = $Q_01665214^{\circ}EXP(Q_011008594^{\circ}GD + (-Q_0000054562)^{\circ}(GD)^2) R^2 = Q_949$

 $(9a) = (0,36819 \text{ LAF-obs.}) + (-0,047445 \text{ (LAF-obs.})^2)$ $R^2 = 0,960$ $(10a) = (0.419682*IAF-est.) + (-0.0581*(IAF-est.)^2)$ $R^2 = 0.976$ $(9b) = (0.45987^{\circ} \text{LAF-obs.}) + (-0.075503^{\circ} (\text{LAF-obs.})^{\circ} 2) R^{2} = 0.959$ (10b) = (0.46903 *LAF-est) + (-0.071392 *(LAF-est) *2) $R^2 = 0.972$

⁽²a) = 0.01993484*EXP(0.01071369*GD + (-0.0000052134)*GD^2) R² = 0.960

 $⁽²b) = 0.02091542^{\circ}EXP(0.01080162^{\circ}GD + (-0.0000052868)^{\circ}GD^{\circ}2) R^{2} = 0.955 (3a.b) = k = (inlo-inl)/IAF$

 $⁽⁴a) = (0.440075*IAF-obs.) + (-0.069868*(IAF-obs.)^2) R^2 = 0.965$

TABELA 2 - Dados e reteiro utilizados na estimativa do rendimento máximo (Ym) da cultura do girassol com base na radiação solar absorvida pela comunidade vegetal durante a estação de crescimento de 1992/93, no município de Taquari-RS. Ajuste individual por cultivar em cada época de semeadura

	3CIIICAUU.	•		0						
4	54.55	Bed Clab	IAF	Soma	LAF	Coef.	K/ainet	K/ajust.	Ea	Ea
Epoca:	Dias após	Rad.Glob. Semanal	Obs.	Graus dia	Est.	K	pelo	pelo	K-IAF	K-IAF
Cultivar:		(cal/cm2)	ODS.	(°C)	GD.	Obs.		IAF/est.		Calc.
Datas:	Emerg.	(Cai/Cmz)		()	GD	QD3.	IN/ LODS.	LHI/CSC.	025.	
Epoca-1 (E	1) GR-16	·		(1a)	(2a)	(3a)	(4a)	(5a)	(6a)	(7a)
26/08/92	Semeadura			(14)	(24)	(34)	(44)	(54)	(04)	(,
28/09/92	20	6632	0.15	236.0	0.18	0,20	0.06	0.07	0,028	0,013
02/10/92	24	1628	0,15 0,35	236,0	0,10	0,21	0113	0.13	0,067	0.038
02/10/92	31	3236	0,81	292.7	0,18 0,32 0,66	0,21	0,29	0,07 0,13 0,25	0,205	0,142
09/10/92 16/10/92 23/10/92 30/10/92 06/11/92	38	3536	1,83	373,6 486,7 577,4	1,46	0,21 0,30 0,48 0,55	0,06 0,13 0,29 0,53	0,47	0,555	0.472
23/10/92	45	2900	1 92	577 4	2 33	0.55		0,62	0.620	0,472 0,726
20/10/92	52	3156	1,92	688,6	2,33 3,36	0,65	0.66	0,67	0,816	0.849
06/11/92	59	3440	3,07	782,9	3,84	0,67	0,66	0,64	0.829	0.869
13/11/92	66	3736	3,36	902,9	3,59	0.69	ll∡b/	0.66	0,856	0,869 0,861
20/11/92	73	4196	2.62	1013,5	2,67	0.62	0,64	0,65	0.763	0,783 0,520
27/11/92	80	3704	2,62	1123,9	2,67 1,59	0,60	0,61	0,50	0,763 0,719	0,520
04/12/92	87	4036	0,99	1238,1	0,73	- 7	-,	- ,	- 1	• •
13/11/92 20/11/92 27/11/92 04/12/92 08/12/92	91	2332	0,26	1310.6	0,39					
GR-10			- 1		(8a)		(9a)	(10a)		
	Semeadura							, ,		
20/00/02	20	6632	0,14	236,0	0.21	0.25	0.07	0.10	0,033	0,020 0,045 0,120 0,346 0,588 0,805
28/09/92 02/10/92 09/10/92 16/10/92 23/10/92 06/11/92 13/11/92 20/11/92 27/11/92 04/12/92 14/12/92 18/12/92 23/12/92	24	1628	0,30	293.0	0,21 0,32 0,54	0,25 0,30	0,07 0,15 0,31	0,10 0,15 0,25	0,033 0,082 0,241	0(045
09/10/92	31	3236	0.68	374.0	0.54	0.43	0.31	0.25	0.241	0,120
16/10/92	38	3536	1,40	487.0	1,04	0.51	0.55	0.44	U.485	0,346
23/10/92	45	2930	1.83	487,0 577,0	1,61	0,51 0,56	0,55 0,64 0,72 0,70 0,69	0,60 0,76	0.609	0,588
30/10/92	52	3126	3,18 3,47 3,56 3,65	689.0	2.49	0.66	0.72	0.76	0,834	0,805
06/11/92	59	3440	3,47	783,0 903,0	2,49 3,29	0,69 0,71 0,72	0,70	0.79	0 (863	0,879 0,901 0,897
13/11/92	66	3736	3,56	903.0	4.1/	0,71	0,69	0.71	.0.8/4	0,'901
20/11/92	73	4196	3,65	TOTA O	4,62	0.72	0407	0.62	0.881	0,897
27/11/92	80	3704		1124.0	4.59	0 - 10	0.68	0.63	0,874 0,865 0,773	0.090
04/12/92	87	4036	3,55	1238.0	4,05	0,68	0,69 0,73	0,73 0,77	0,865	0.901
14/12/92	97	`5504	2,67	1418,0	2,61	0,63	0,73	0,77	0;773	0,822
18/12/92	101	2440	2 67	1489,0	2,02		•	•		
23/12/92	106	3048	1,24	1596,0	1,26					
Época-2 (E	2) GR-16		-	(1b)	(2b)	(3b)	(4b)	(5b)	(6b)	(7b)
28/09/92	Semeadura									
23/10/92	14	6436	0,11	203,8	0,18	0,15 0,23 0,28 0,57 0,58 0,63	0,04 0,23 0,28	0,08 0,19	0,016 0,134	0,014 0,074 0,216
30/10/92	21	3156	0,66 0,82 2,17 2,19 2,73	315.0	0,43 0,80 1,49 2,25	0.23	0 (23	0,19	0,134	0;074
06/11/92	28	3440	0,82	409.3	0;80	0;28	0,28	0,32 0,51 0,63 0,65	0.195	0,216
13/11/92	35	3736	2,17	529.3	1,49	0,57	0,58	0,51	0.674	0,508
20/11/92	42	4196	2,19	639.9	2,25	0,58	0,58 0,58	0,63	0,683	0,508 0,719 0,805
27/11/92	49	3704	2,73	750 3		0,63	0,64	0,65	0,780	0,805
04/12/92	56	4036	3411	315,0 409,3 529,3 639,9 750,3 864,5	3,19		0,66		0,832	0,826
14/12/92	66	5504	2 87	1011.0	3,19 2,65 2,20	0.65	0,65 0,53	0,65	0,803	0,781
18/12/92	70	2440	1,87	1114,9	2,20	0,59	0,53	0,62	0,635	0,709
23/12/92	75	3048	1,60 0,93	1212,3 1354,1	1,53 0,73					
30/12/92	82	4472	0,93	135441	0,73		405-3	/1 OL \		
GR-10					(SP)		(3P)	(10b)		
	Semeadura		0 00	202.0	0.14	0.14	0.02	0.05	0 011	0 007
23/10/92	14	6436	0.08	203.8	0,14	0,14	0,02 0,12	0,05	0,011	0,007
30/10/92	21	3156	0,45	315,0	0,38	0,16	0,12	0,14	0,066	0 173
06/11/92	28	3440	2,04	409,0	1,6	0,30 0,50	0,27	0,26 0,47	0,255	0,113
13/11/92	35 42	3736 4196	1,04 2,54 2,74 3,14	315,0 409,0 529,0 639,9 750,3 864,5	0,38 0,76 1,56 2,57	0,50	0,56 0,59	0,47	0,683 0,745 0,827	0,173 0,497 0,763
20/11/92 27/11/92	42	3704	3),4	750 2	3 57	0 56	0,55	0,63 0,68	0.827	0,866
	49 56	4036	3)14	864)5	4 22	0,65 0,68	0,64 0,66	0,65	0,851	0,888
04/12/92 14/12/92		5504	3,33	1044 0	3,57 4,22 3,86	0,68 0,72	0,72	0,63	0,891	0,878
18/12/92	66 70 .	2440	3 16	10110	3 21	0,67	0 64	0,67 0,68	0,835	0,849
23/12/92	70 75	3048	3,15	1114 9	3,31 2,39	0 61	0,64 0,49	0,61	0,689	0,732
30/12/92	82	4472	0,04	1212,3 1354,1	1,19	0,61	7,72	0,01	5,305	5,.52
08/01/93	91	3060	0,94 0,36	1540,1	0,32					
11/01/93	94	1922	0,22	1599,6	0,19					
14/U1/33	24	1766	7,22	10	0.,10					

(la,b) = Soma dos Gram- dia

(2a) = 0.008869027*EXP(0.01496309*GD + (-0.0000092072)*GD^2) $R^2 = 0.947$

 $(4a) = (0.402173*LAF-obs.) + (-0.060757*(LAF-obs.)^2) R^2 = 0.964$

 $(5a) = (0.418909 \text{ LAF-est.}) + (-0.065546 \text{ (LAF-est.})^2)$ $R^2 = 0.976$ (6a,b) = (1 - (EXP (- K-obs. * lAF-obs.)))*0.95

 $(8a) = (0.2762814 \cdot EXP(0.009672563 \cdot GD + (-0.0000045594) \cdot (GD)^2) R^2 = 0.955$

(8b) = 0.01506547°EXP(0.01233032°GD + (0.0000067225)°(GD)^2) R² = 0.953(9a) = (0.518307°LAF-obs.) + (0.091372°(LAF-obs.)^2) R² = 0.958 (91

 $(10a) = (0.501055^{\circ}LAF-est.) + (-0.079211^{\circ}(LAF-est.)^{2}) R^{2} = 0.970$

(3a,b) = k = (lnIo - lnI)/IAF

 $\begin{array}{lll} (4b) = (0.391415^{\circ}1AF-obs.) + (-0.057637^{\circ}(1AF-obs.)^{\circ}) & R^{2} = 0.974 \\ (5b) = (0.471068^{\circ}1AF-est.) + (-0.085009^{\circ}(1AF-est.)^{\circ}) & R^{2} = 0.974 \\ (7a,b) = (1 - (EXP (- Kajust. ^ 1AF-est.)))^{\circ}0.95 \\ \end{array}$

(9b) = (0,286018*LAF-obs.) + (-0,025962*(LAF-obs.)^2) R² = 0,972 (10b) = (0,392194*IAF-est.) + (-0,056632*(LAF-est.)^2) R² = 0,974

 $⁽²b) = 0.02405313 \cdot EXP(0.01118389 \cdot GD + (-0.0000063988) \cdot GD^2) R^2 = 0.914$

TABELA 3 - Dados e roteiro utilizados na estimativa do rendimento máximo (Ym) da cultura do girassol com base na radiação solar absorvida pela comunidade vegetal durante a estação de crescimento de 1991/92, no município de Taquari-RS. Ajuste único englobando cultivares e níveis de fertilidade do solo

Cultivar:	após	Rad.Glob. Semanal	IAF Obs.	Soma Graus Dia	IAF Calc.	Coef. K	pelo	pelo	Ea K-IAF	Ea K~LAF
Datas:	Emerg.	(cal/cm2)		(°C)	GD	Obs.	IAF/obs.	IAF/calc	Obs.	Calc.
GR-18				(1a)	(2a)	(3a)	(4a)	(5a)	(6a)	(7a)
04/11/91	Semeadur	a								
22/11/91	10	4752	0,06	143,0	0,09 0,26	0,17	0,02	0,04	0,010 0,054 0,250	0,003
29/11/91	17	3260	0,25	273,7 401,5	0,26	0,23	0,09	0,12	0;054	0,029
06/12/91	24	3820	0,87	401,5	0,64 1,36	0,23 0,35 0,49 0,71 0,70	0,30	0,27	0,250	0,153 0,467 0,767
13/12/91	31	2636	1,66	534,0	1,36	0,49	u.5u	0,50	0,530 0,881 0,871	01467
20/12/91	38	3528	3,69	669,6	2,39	0,71	0,70 0,70 0,70 0,70 0,70	0,69	0 7881	0,767
27/12/91	45 52	2476 3924	3,55	801,0 925,8	3,42	0,68	0,70	0,72 0,66	0,864	0,869 0,884
03/01/92 10/01/92	52 59	4096	3,53 3,51	1055,1	4,05 4,04	0,67	0,70	0,66	0,860	0,884
17/01/92	66	4036	3,49	1175,2	3,43	0.65	0,70	0,72	0,852	0,884 0,870
24/01/92	73	3768	3,18	1322,4	2,27	0,65 0,63	0,69	0,68	0,822	0,746
31/01/92	80	3072	2,64	1461,6	1,24	0,100	0,100	0,00		,
07/02/92	87	3257	0,83	1602 2	0.54					
GR-10			1,		(8a)		(9a)	(10a)		
04/11/91	Semeadura	a						• •		
22/11/91	10	4752	0,06	143,0	0,09	0,17	0,02 0,08 0,30	0.404	0,010	0,003
29/11/91	17	3260	0,22	273,7	0.26	0,23	0,08	0,12	0,048	0,029
06/12/91	24	3820	0,89	273,7 401,5	0.64	0.36	0,30	0.04 0.12 0.27	0,048 0,261	0,029 0,153
13/12/91	31	2636	1.86	334,U	1,36	0,23 0,36 0,49 0,71 0,73 0,76	0.34	0,50	0,569	0.467
20/12/91	38	3528	3,79	669,6	2,39	0,71	0,69	0.69	0,886	0,767
27/12/91	45	2476	3,83 3,94	801,0	3,42	0,73	0,69	0,72	0,892	0,869
03/01/92	52	3924	3,94	925,8	4,05	0,76	0,69	0.65	0,902	0,884
10/01/92	59	4096	3,10	1055,1 1175,2 1322,4	4,04	0.01	0,68	0,66 0,72	0,819	0,884
17/01/92	66 72	4036	3,07	11/5/2	3,43	0,64	0,68	0,72	0,817	0,870 0,746
24/01/92	73 80	3768 3072	3,06	1322,4	2,27 1,24	0,62	0,68	0 -68	0,808	0,146
31/01/92 0 7/02/92	87	3257	2,80	1461,6 1602,2	0.54					
F1	· · ·	3231	0,55	(1b)	(2b)	(3b)	(4b)	(5b)	(ණ)	(7b)
04/11/91	Semeadura			120,	(4.2.)	(40)	(40)	(30)	(00)	(,
22/11/91	10	4752	0,07	143,0	0,09	0,17	0,03	0,04	0,011	0,003
29/11/91	î7	3260	0,24	273,7	0,26	0,23	0,09	0.12	0.052	0,029
06/12/91	24	3820	0.85	401,5	0,64	0,37	0,29	0,27	0,052 0,257	0,153
13/12/91	31	2636	0,85 1,95	534,0	1.36	0.49	0,55	0.50	0.585	0,467
20/12/91	38	3528	4,16	669,6	1,36 2,39	0./8	0.68	0.69	0 913 0 896	0.767
27/12/91	45	2476	3,77	669,6 801,0	3.92	0.76	0.70	0.72	0 (896	0,869
03/01/92	52	3924	4,16 3,77 3,75 3,74	925.B	4,05	0,/4	0,70 0,70	0,66	0,891	0,884
10/01/92	59	4096	3,74	1055,1	4,04	0.71	0,70	0.66	0,883	0,884
17/01/92	66	4036	3,48 3,36	1175.2	3,43	0,65	0,70	0,72	0,851	0,870
24/01/92	73	3768	3,36	1322,4	2,27	0,64	0,69	0,68	0,839	0,746
31/01/92	80	3072	2,89	1461,6	1,24	•				
07/02/92	87	3257	0,79	1602,2	0.54	•				
F2				-	(8b)		(9b)	(10b)		
04/11/91	Semeadura			140.0	0.00	0 13	0.00	0.04	0.000	0.003
22/11/91	10	4752	0,05 0,23 0,91	143,0	0,09 0,26	0,17	0,02 0,09 0,31	0,04	0,008	0,003
29/11/91	17	3260	0,23	273,7	0,20	0,23	0103	0,12	0,050	0,029
06/12/91	24 31	3820 2636	1 22	401,5	0.64	0,39 0,49	0,31	0,27 0,50	0,284 0,511	0,153 0,467
13/12/91 20/12/91	38	2636 3528	1,57	534.0 669.6	1,36	0.69	0,69	0.69	0,854	0,767
27/12/91 27/12/91	45	2476	3735	669,6 801,0	2,39 3,42	0172	0,69	0.72	0.865	0,869
03/01/92	52	3924	3,33 3,35 3,43 3,20 3,12	925,8	4,05	0,69 0,72 0,74	0,70	0,69 0,72 0,66	0,865 0,875	0,884
10/01/92	5 <u>9</u>	4096	3,20	1055,1	4,04	0,67	0,69	0.00	0.833	0.884
17/01/92	66	4036	3,12	1175 2	3,43	0,65	0,69	0,66 0,72	0.825	0,884 0,870
24/01/92	73	3768	2.90	1175,2	2.27	0,62	0,67	0,68	0,825 0,793	0,746
31/01/92	80	3072	2,90 2,58	1461,6	1,24	-,	-,	- ,	. 1	7)
07/02/92	87	3257	0,62	1602.2	0,54					
	•	-	,	· y =	•					

(la,b) = Soma dos Grass-dia

(2a,b), $(8a,b) = 0.02121196^{\circ}EXP(0.01066667^{\circ}GD + (-0.0000053932)^{\circ}GD^{2})$

(3a,b) = k = (Inio - Ini)/IAF

(4a,b), $(9,a,b) = (0.389907^{\circ}IAF-obs.) + (-0.054522^{\circ}(IAF-obs.)^2)$

(5a,b) , (10a,b) = (0,470914*IAF-calc.) + (-0,076162*(IAF-calc.)^2) (6a,b) = (1 - (EXP (- K-obs. * IAF-obs.)))*0,95

(7a,b) = (1 - (EXP (- K-calc. * 1AF-calc.)))*0.95

 $R^2 = 0.840$

 $R^2 = 0.931$

 $R^2 = 0.969$

TABELA 4 - Dados e roteiro utilizados na estimativa do rendimento máximo (Ym) da cultura do girassol com base na radiação solar absorvida pela comunidade vegetal durante a estação de crescimento de 1992/93,no município de Taquari-RS. Ajuste único englobando as duas cultivares nas duas épocas de semeadura

Época: Cultivar: Datas:	Dias após Emerg.	Rad.Glob. Semanal (cal/cm2)	IAF Obs.	Soma Graus Dia (°C)	IAF Calc. GD	Coef. K Obs.	pelo	K/calc. pelo IAF/calc	Ea K-IAF Obs.	Ea K-IAF Calc.
Z 1 /5					(0-)	/0 ->	(4-)	(5a)	(6a)	(7a)
Epoca-1 (2 26/08/92	11) GR-16 Semeadura			(1a)	(2a)	(3a)	(4a)	(SA)	(OE)	(14)
28/09/92	20	6632	0,2	236.0	0.2	0.20	0,06	0,09	0,028	0,016
02/10/92	24	1628	0,4	236 n0 292,7	0,2 0,3	0,20 0,21	0,13	0.14	0.067	0.038
09/10/92	31	3236	0,8	373.6	0.3	0.30	0,28	0.23	0,205	0.111
16/10/92	38	3536	1,8	373,6 486,7	1,1 1,7 2,5	0,48 0,55 0,65	0,53	0,41 0,57 0,71	0.555	0,338
23/10/92	45	2900	1.9	577.4	1,7	0,55	0,55	0,57	0,620	0.583
30/10/92	52	3156	3,0	688,6	2,5	0,65	0,68	0,71	0.816	0,792
06/11/92	59	3440	317	782 9	3,3	0,07	0,68	0,72	0,829	0,863
13/11/92	66	3736	3,4	688 6 782 9 902 9 1013 5	4,0	0,69	0,69	0.67	0,856	0,883
20/11/92	73	4196	2.6	1013,5	4.1	0,62	0,65	0,65 0,69	0,763	0,884
27/11/92	80	3704	2.4	1123,9	3,8	0,60	0,62	0; 6 9	0,719	0,880
04/12/92	87	4036	1,0	1238,1	3,0					
08/12/92	91	2332	0,3	1310,6	2.4					
GR-10					(Ba)		(9 a)	(10a)		
26/08/92	Semeadura			226.0		0.05	0.05	0.00	0 022	0.016
28/09/92 02/10/92	20 24	6632 1628	0,1	236,0 293,0	0,2 0,3	0,25 0,30	0,05	0,09	0,033	0,016 0,038
09/10/92	31	3236	013	274 0	0,3	0,30	0,24	0,14 0,23	0,082 0,241	0,111
16/10/92	38	3536	0,7	374,0 487,0	0,5	0,43	0,44	0,23	0,485	0,339
23/10/92	45	2930	1,4 1,8	577,0	1,1	0,51 0,56	0,53	0,41 0,57 0,71 0,72	0,609	0,582
30/10/92	52	3126	3,2	689,0	2,5	0,56 0,66	0,69	0.71	0,834	0,793
06/11/92	59	3440	3,5	783,0	3,3	0.69	0,70	0.72	0.863	0,863
13/11/92	66	3736	3,6	903.0	4,0	0,71	0.70	0,67	0.874	0.883
20/11/92	73	4196	3.7	903,0 1014,0 1124,0	4.1	0,71 0,72	0,70	0 65	0,881	0,884
27/11/92	80	3704	3 (6	1124,0	4,1 3,8 3,0	0.70	0,70	0,69	0.874	0.880
04/12/92	87	4036	3,6	1238.0	3 0	0,68	0,70	0,73	0,865	0,840
14/12/92	97	5504	3,6 3,6 2,7 2,7	1418,0	1,3	0,63	0,65	0,67 0,65 0,69 0,73 0.54	0,773	0 537
18/12/92	101	2440	2,7	1489,0	1,1	,	•		•	•
23/12/92	106	3048	1,2	1596,0	0,6					
Época-2 (E	•			(1b)	(2b)	(3b)	(4b)	(5b)	(6b)	(7b)
28/09/92	Semeadura					0.15		0.03	0 010	0.010
23/10/92	14	6436	0,1 0,7	203,8	0,1	0,15	0,04	0,707 0,16 0,28 0,49 0,66 0,73	0.016	0,010
30/10/92	21	3156	ζι <u>′</u>	315,0 409,3	0,4	0,23	0,23 0,28	0,10	0,134 0,195	0,052
06/11/92 13/11/92	28 35	3440 3736	0,8 2,2	529,3	0,4 0,7 1,3	0,23 0,28 0,57 0,58	0,28	0,48	0,674	0,166 0,454
20/11/92	42	4196	2,2	639,9	2,1	0 358	0.59	0.66	0,683	0,720
27/11/92	49	3704	2,7	750,3	2,1 3,0 3,8 4,1	0,63	0,59 0,66	0.73	0,780	0,847
04/12/92	56	4036	3,1	864.5	3.8	0,67	0,69	0.69	0,832	0,881
14/12/92	66	5504	2,9	864,5 1044,0	4.1	0.65	0,67	0,69 0,65	0,803	0,884
18/12/92	70	2440	1,9	1114,9	3,8	0,65 0,59	0,54	0,69	0,635	0,881
23/12/92	75	3048	1,6	1212,3	3,2	•	•	•	•	•
30/12/92	82	4472	0, 9	1354,1	2,0					
GR-10				-	(6 P)		(9b)	(10b)		
28/09/92	Semeadura									
23/10/92	14	6436	0,1	203,8	0,1	0,14 0,16 0,30	0,03 0,16	0,07	0,011	0,010
30/10/92	21	3156	0,5	315,0	0,4 0,7	0,16	0,16	0,16	0,066	0.052
06/11/92	28	3440	1,0	409,0	0, /	0,30	0 35	0,28	0.255	0,165
13/11/92 20/11/92	35 42	3736 4196	2,5	529,0	1,3	0,50	0,64 0,66 0,69	0,49	0,683 0,745 0,827	0,453
27/11/92	42	4196 3704	491	639,9	2,1 3,0	0,56 0,65	0150	0,66 0,73	0 827	0,720
04/12/92	56	4036	3,1 3,3 3,9 3,2	750 (3 864 ,5	3,8	0,68	0,69	0,69	0,851	0,847 0,881
14/12/92	66	5504	3,0	1044,0	4,1	0,72	0,69 0,69	0,65	0,891	0,884
18/12/92	70	2440	3.2	1114,9	3,8	0,67	0.69	0.69	0,835	0,881
23/12/92	75	3048	2,1	1212,3	3,2	0,61	0,69 0,58	0,69. 0,73	0,689	0,855
30/12/92	82	4472	0.9	1354,1	2,0	7	- 1	- 1	,	- 7
08/01/93	91	3060	0,4	1540,1	0.8					
11/01/93	94	1922	0,4	1599,6	0,6					
			•	,	•				-	

(1a,b) = Soma dos Graus-dia

(2a,b), $(8a,b) = 0.02121196*EXP(0.01066667*GD + (-0.0000053932)*GD^2)$ (3a,b) = k = (lnlo - lnl)/IAF

 $R^2 = 0.840$

(4a,b), $(9a,b) = (0,389907*IAF-obs.) + (-0,054522*(IAF-obs.)^2)$

 $R^2 = 0.931$

 $R^2 = 0.954$

⁽⁵a,b), $(10a,b) = (0.470914^{\circ}IAF-calc.) + (-0.076162^{\circ}(IAF-calc.)^2)$

⁽⁶a,b) = (1 - (EXP (- K-obs. * IAF-obs.)))*0,95

⁽⁷a,b) = (1 - (EXP (- K-calc. * IAF-calc.)))*0,95

TABELA 5 - Fenologia, fundamentada na duração dos subperíodos de desenvolvimento e na soma térmica efetiva (Graus-dia) com temperatura base de 5°C, das cultivares de girassol avaliadas nas estações de crescimento de 1991/92 e 1992/93, no município de Taquari, Rio Grande do Sul

Semeadura: Emergência:	04/11 12/11	•	26/08, 08/09,		28/09 09/10		
Cultivares:	GR-18	GR-10	GR-16	GR-10	GR-16	GR-10	
Estádios*	, Da	atas	Data	ıs	Data	as	
Dif.P.Flor. (R1)	15/12	17/12	22/10	27/10	15/11	21/11	-
**E-R1 (dias) Graus-dia	33 570	35 607	44 5 63	49 651	37 564	43 658	
Inic. Antese (R5)	02/01	05/01	05/11	17/11	30/11	08/12	
E-R5 (dias) Graus-dia	51 882	54 963	58 773	70 966	52 801	60 937	
Final Antese (R6)	. 15/01	17/01	21/11	30/11	12/12	20/12	
E-R6 (dias) Graus-dia	64 1147	66 1175	74 1031	83 1174	.6 4 1007	72 1155	
Maturação (R9)	31/01	07/02	08/12	24/12	30/12	08/01	
E-R9 (dias) Graus-dia	80 1461	87 1602	91 1310	107 1617	81 1354	91 - 1540	;

[•] Fenologia fundamentada na escala proposta por SCHNEITER e MILLER (1981).

^{**} E = Emergência das plantas.

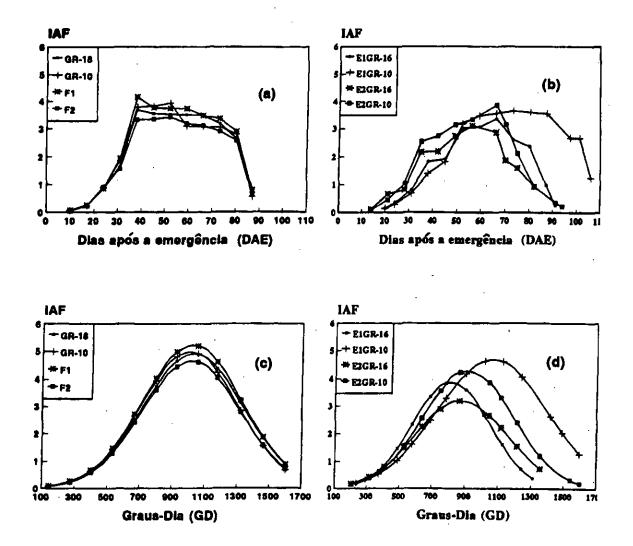


FIGURA 1 – Índice de área foliar (IAF) de girassol, em resposta a cultivares, níveis de adubação e épocas de semeadura, Taquari, RS. Valores observados como função de dias após a emergência (a, 1991/92; b, 1992/93); e calculados com a função de graus-dia (c, 91/92; d, 92/93)

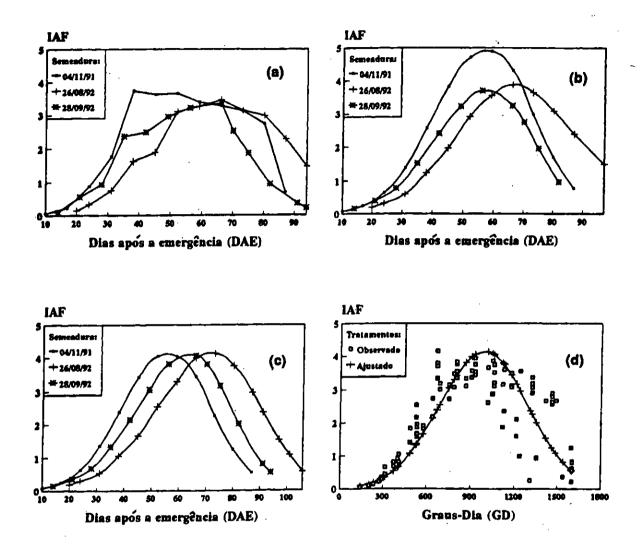


FIGURA 2 – Índice de área foliar (IAF) de girassol, em resposta a épocas de semeadura, na média de cultivares e níveis de adubação, Taquari, RS. Valores observados como função de DAE (a); calculados pelo ajuste dentro de cada época como função de DAE (b); calculados pelo ajuste entre épocas como função de DAE (c); calculado pelo ajuste geral como função de graus-dia (d)

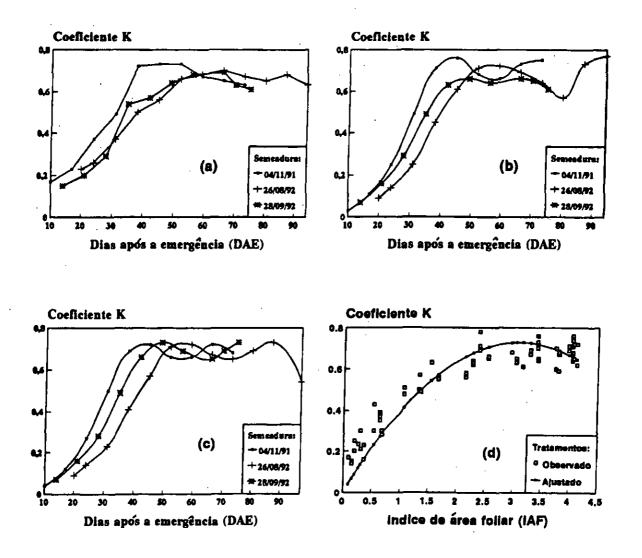


FIGURA 3 - Coeficiente de extinção (K) de girassol, em resposta a épocas de semeadura, na média de cultivares e níveis de adubação, Taquari, RS. Valores observados como função de DAE (a); calculados pelo ajuste dentro de cada época em função de DAE (b); calculados pelo ajuste entre épocas em função de DAE (c); calculado pelo ajuste geral como função de IAF (d)

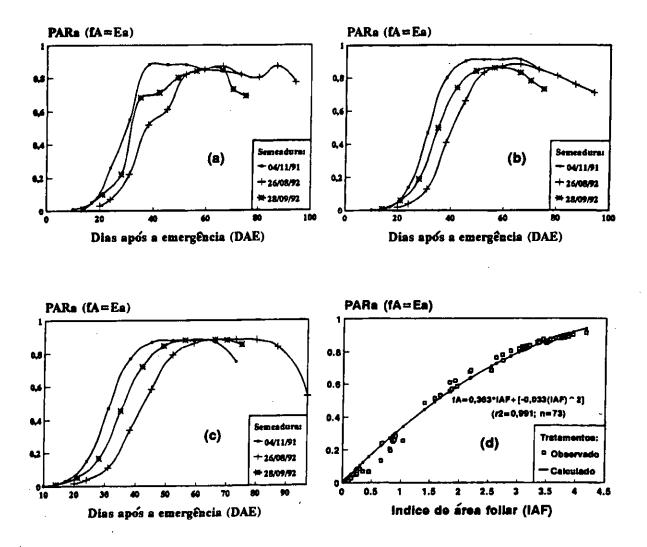


FIGURA 4 — Fração (fA) da radiação solar fotossinteticamente ativa absorvida (PARa) pelo dossel de girassol, em resposta a épocas de semeadura, na média de cultivares e níveis de adubação, Taquari, RS. Valores observados como função de DAE (a); calculados pelo ajuste dentro de cada época como função de DAE (b); calculados pelo ajuste entre épocas como função de DAE (c); calculado pelo ajuste geral como função de IAF (d)

RENDIMENTO MÁXIMO DO GIRASSOL COM BASE NA RADIAÇÃO SOLAR E TEMPERATURA: II. PRODUÇÃO DE FITOMASSA E RENDIMENTO DE GRÃOS¹

NÍDIO ANTONIO BARNI², MOACIR ANTONIO BERLATO³, HOMERO BERGAMASCHI³, JOÃO RIBOLDI⁴

RESUMO – A produção de fitomassa aérea e o rendimento máximo (Ym) do girassol foram dimensionados e modelados com base na temperatura efetiva (Graus-dia) e na radiação solar fotossinteticamente ativa absorvida acumulada (PARaa), em condições de não limitação hídrica no solo. Os experimentos foram realizados a campo no município de Taquari-RS, em duas estações de crescimento, 1991/92 e 1992/93. Os resultados mostraram que a eficiência energética do girassol é de 2,457g de massa de matéria seca aérea por megajoule de PARaa no período que vai da emergência das plantas até o final da antese. Ficou demonstrado que o rendimento máximo do girassol para uma dada região pode ser predito com base nas normais climáticas de radiação solar e temperatura do ar.

Palavras-chave: produção de fitomassa; radiação solar; rendimento máximo.

SUNFLOWER MAXIMUM YIELD PRODUCTION BASED ON SOLAR RADIATION AND TEMPERATURE: II. BIOMASS PRODUCTION AND GRAIN YIELD

ABSTRACT – The above ground biomass production and maximum yield (Ym) of sunflower were modeled based on the effective temperature (Degree-Days) and photosynthetically active radiation absorved and accumulated (PARaa), under well watered conditions. Experiments were performed at a field site at Taquari-RS, during two growth seasons 1991/92 and 1992/93. The energetic efficiency of sunflower was 2.457 grams of above ground dry matter per megajoule of PARaa during the period from emergence to the end of anthesis. The results also showed that the maximum yield of sunflower can be estimated based on the climatic normals of solar radiation and temperature for a given region.

Key words: biomass production; solar radiation; maximum yield.

INTRODUÇÃO

A investigação dos limites da produtividade visa a identificar a contribuição das variáveis do ambiente responsáveis pelo desempenho final de um determinado genótipo e/ou de uma cultura e ressaltar em que nível cada uma delas representa estrangulamento à expressão máxima dessa produtividade. Sabe-se que o rendimento econômico de uma cultura é o resultado de processos bioquímicos e fisiológicos que se sucedem ao longo do ciclo de cada uma das plantas que compõem a comunidade vegetal. Esses processos são, em definitivo, a expressão de um componente genético o qual determina que enzimas (proteínas) sejam sintetizadas em cada célula desse vegetal, catalizando reações específicas, e, de um componente ambiental, que acelera ou atrasa tais reações.

Por sua vez, o rendimento máximo (Ym) é definido como a produção de grãos por unidade

de área (kg/ha) de culturas bem adaptadas às condições climáticas locais, sem limitação de água no solo e de nutrientes minerais e sem competição com plantas daninhas ou danos provocados por doenças e/ou pragas (DOORENBOS e KASSAM, 1979).

Segundo LOOMIS e WILLIAMS (1963), uma vez otimizados os fatores sob controle do homem, para atender a um retorno máximo, a produtividade máxima depende principalmente da taxa de absorção de luz e da assimilação de CO, pela cultura.

O rendimento máximo pode ser estimado para cada espécie cultivada, segundo DOOREN-BOS e KASSAM (1979), a partir das disponibilidades climáticas regionais, especialmente radiação solar e temperatura média do ar.

Vários autores estimaram o rendimento máximo com base na radiação solar absorvida e a temperatura média do ar durante o ciclo da cultura (GOSSE et al., 1984).

O rendimento biológico (RB), que representa a massa de matéria seca total acumulada por uma comunidade vegetal, possibilita o estudo da eficiência de partição dos produtos fotossintetizados, quando analisado conjuntamente com o índice de colheita (IC), isto é, a razão entre a massa de grãos e a fitomassa aérea (NICHIPOROVICH, 1960; MITCHELL, 1970).

Extraído da Tese de Doutorado apresentada pelo primeiro autor à Faculdade de Agronomia da UFRGS, junho de 1994.

Eng^o Agr^o, Dr. – FEPAGRO, Rua Gonçalves Dias 570, 90130-060 Porto Alegre, RS. Bolsista do CNPq.

Eng^a Agr^a, Dr. – Faculdade de Agronomia da UFRGS, Av. Bento Gongalves 7712, 90001-970 Porto Alegre, RS. Bolsista do CNPq.

^{4.} Enge Agre, Dr. - Instituto de Matemática da UFRGS.

Recebido para publicação em 06/07/1995.

Por sua vez, o rendimento de grãos é estreitamente vinculado à acumulação de fitomassa total, sobre uma larga faixa de condições às culturas (SINCLAIR et al., 1990). Entretanto, o índice de colheita pode não ser constante para todas as culturas (GREEN, 1987). Apesar disto, dosséis com os mais baixos valores sazonais de índice de área foliar (IAF), geralmente absorvem menor quantidade de radiação solar fotossinteticamente ativa (PAR), produzem menor quantidade de fitomassa e apresentam os menores rendimentos de grãos (DAUGHTRY et al., 1992).

Correlações entre a produção de biomassa e radiação solar absorvida são esperadas, uma vez que a fixação de carbono é diretamente dependente da energia luminosa. Entretanto, correlações entre a radiação e o rendimento não são, necessariamente, esperadas tendo em vista que outros fatores, que não a radiação, podem afetar a partição do carbono entre as sementes e outros órgãos da planta. Claramente, a radiação absorvida determinará o potencial de rendimento, mas, a temperatura pode determinar a taxa de desenvolvimento dos sítios (locus) das sementes e suas subsequentes fertilizações (polinizações), como ocorre com o trigo (RAWSON e BAGGA, 1979) e com o próprio girassol (RAW-SON et al., 1984).

Face às afirmativas da literatura, acima referidas, de que a radiação solar e a temperatura são disponibilidades climáticas regionais que apresentam estreita associação com o rendimento máximo de uma cultura e considerando que o girassol é uma oleaginosa que vem sendo estudada no sentido de fomentar seu cultivo no sul do País, os objetivos deste estudo foram os seguintes:

- Estabelecer relações entre a massa de matéria seca da parte aérea da planta do girassol e a radiação solar fotossinteticamente ativa absorvida (PARa) pelo dossel;
- Determinar o rendimento máximo (Ym) do girassol em função da temperatura do ar e radiação solar fotossinteticamente ativa absorvida (PARa).

MATERIAL E MÉTODOS

As relações entre a radiação solar fotossinteticamente ativa (PAR), a temperatura efetiva (Graus-dia), o índice de área foliar (IAF), a produção de massa de matéria seca aérea (MS) e o índice de colheita (IC) foram ajustadas, através

da adaptação do modelo de predição da produção de massa de matéria seca da alfafa proposto por GOSSE et al. (1984).

O modelo é baseado na relação entre o rendimento de massa de matéria seca e o total acumulado de radiação fotossinteticamente ativa absorvida pela cultura, durante seu período de crescimento.

Duas relações simples permitem representar a radiação absorvida, como uma função de duas variáveis meteorológicas: radiação solar global incidente (Rs) e soma de temperatura média diária efetiva (graus-dia).

O modelo utiliza a radiação solar fotossinteticamente ativa absorvida (PARa) pela cultura como variável explicativa. Esta variável sintética conta com a interveniência de três componentes: (i) a radiação solar global incidente (Rs); (ii) a estrutura da vegetação, através do coeficiente de extinção (K); e (iii) o índice de área foliar da cultura (IAF). O componente (Rs) é medido nas estações meteorológicas. O K e IAF são estimados.

O modelo é dado por:

$$MS = b_1 * \sum PARa$$
 (2.1)

onde MS é o rendimento de massa de matéria seca (g.m⁻²), b1 é o coeficiente de regressão e PARa é a radiação solar fotossinteticamente ativa (PAR) absorvida (Mj.m⁻².dia⁻¹).

Por sua vez, a variável PARa é dada por:

$$PARa = PAR *Ea$$
 (2.2)

onde PAR é a radiação solar fotossinteticamente ativa incidente e Ea é a eficiência de absorção da radiação.

A absorção da radiação fotossinteticamente ativa (PARa), relativa ao presente estudo, está publicada em BARNI et al. (1995, b), e toda a descrição dos materiais e métodos utilizados no presente trabalho encontra-se em BARNI et al. (1995, a, b), com exceção das seguintes determinações:

Na colheita, realizada na maturação fisiológica de cada uma das cultivares, em cada época de semeadura e repetição foram contadas as plantas da área útil das unidades experimentais com as quais foi determinado o rendimento de grãos.

As amostras, que serviram para determinar a massa de matéria fresca a campo, foram secadas até peso constante, em estufa com ar forçado à temperatura de 60-70°C durante três a quatro dias.

Os capítulos (receptáculos) colhidos da área útil de cada uma das unidades experimentais, desde o início da antese (estádio R5) até a maturação fisiológica (estádio R9), foram levados para secar em estufa, até peso constante. Após, foram trilhados manualmente, pesados e realizada a conversão para g.m⁻² e kg.ha⁻¹.

Amostras de 10g de sementes, de cada unidade experimental, foram contadas e os valores obtidos convertidos em peso de mil sementes, com teor de umidade de 10%.

A evapotranspiração potencial (ETP) ou de referência (ETo) do girassol foi estimada pelo método de PENMAN modificado, no qual utilizou-se o saldo de radiação determinado sobre o dossel do girassol, como função da radiação solar global (Rs).

Para a estimativa da evapotranspiração real (ETr) utilizou-se o método do balanço hídrico segundo THORNTHWAITE e MATHER (1955), empregando-se, como dados de entrada, a precipitação pluvial e a ETP do girassol. Foram calculados balanços hídricos do solo por períodos de cinco dias.

As análises de variância foram realizadas através do método dos mínimos quadrados e testadas pelo F-teste. O Teste de Duncan testou as diferenças entre as médias. Das análises de regressão realizadas, foram obtidos os coeficientes de determinação (r²) do modelo que melhor se ajustou em cada relação. Para a determinação do rendimento máximo (Ym) foram considerados somente os polinômios (modelos) cujos coeficientes de regressão apresentassem significância ao nível de 1% de probabilidade. As Tabelas 2, 3, 4 e 5 registram as equações obtidas em cada etapa da parametrização do rendimento máximo (Ym), assim como os procedimentos adotados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do final da antese, os valores da PAR absorvida (fA) passaram a ser decrescentes em razão da senescência e queda de folhas, conforme mostrado em BARNI et al. (1995, b). Para a finalidade de estimativa do rendimento máximo de grãos do girassol (Ym) interessa determinar a absorção da PAR até o ponto máximo do segmento linear da curva de absorção representado na Figura 1 que, para o girassol, coincide com o final da antese, quando também

ocorre o IAF – verde máximo, o qual é altamente correlacionado com o rendimento de grãos (VRÂNCEANU, 1977; RAWSON e HINDMARSH, 1983). RAWSON et al. (1980) constataram um aumento linear do rendimento de aquênios para cada acréscimo unitário do IAF (r²=0,86).

Pelos resultados apresentados na Figura 1 e Tabelas 1, 2, 3, 4, e 5 constata-se que a PAR absorvida acumulada (PARaa) atingiu, no final da antese, valores entre 320 a 450 Mi.m⁻², para as distintas cultivares nas diferentes datas de semeadura. A cultivar tardia GR-10, na semeadura de agosto, atingiu os maiores valores de PAR absorvida. A relação entre a massa de matéria seca aérea acumulada e PAR absorvida acumulada é linear, da emergência das plantas até o final da antese, ou até a metade do subperíodo de enchimento de grãos do girassol (R6). Estas são datas que se confundem, uma vez que a antese e o enchimento de grãos se superpõem, isto é, o mesmo capítulo, em dado momento, pode apresentar-se parte em processo de enchimento de grãos e parte em antese. Situação semelhante ocorre com a soja (DAU-GHTRY et al., 1992).

O acúmulo de matéria seca aérea do girassol, espécie C-3, em relação à quantidade de PAR absorvida, foi da ordem de 2,298 e 2,457g por megajoule de PAR absorvida (valores observado e calculado, respectivamente), no ajuste englobando cultivares e datas de semeadura (Tabelas 2, 3, 4 e 5). Este valor é levemente superior ao da soja e de outros cereais de inverno como o trigo e a cevada, mas inferior ao milho, uma espécie C-4, concordando com os resultados obtidos por diversos pesquisadores (BISCOE e GALLAGHER, 1977; GOSSE et al., 1984; DAUGHTRY et al., 1992).

Nas Tabelas 1, 2, 3 e 4 encontram-se os valores (observados e calculados) da eficiência de uso da radiação solar pelo girassol em função de cultivares, níveis de adubação e épocas de semeadura. Estes valores são os coeficientes de regressão entre a PAR absorvida acumulada e a fitomassa aérea produzida. Os dados mostram que, tanto para os valores observados quanto para os calculados pelo modelo, a maior eficiência ocorreu com a semeadura de setembro, seguindo-se a de agosto e posicionando-se em último lugar a semeadura de novembro. Este fato confirma os meses de agosto e setembro como os mais indicados para a semeadura do girassol no Estado do Rio Grande do Sul, reforçando

recomendações de SILVA e MUNDSTOCK (1988). Destaca-se, ainda, que a semeadura de novembro/91 foi beneficiada pelas satisfatórias condições de umidade, proporcionadas pelas precipitações pluviais e irrigações complementares, o que não é normal acontecer (BERLATO, 1992), principalmente, na região da Depressão Central do Estado, onde o experimento foi conduzido. Portanto, a eficiência de 2,457 g de fitomassa seca por Mj de PAR absorvida acumulada representa o valor ajustado do potencial produtivo apresentado pelos três ambientes. Os valores calculados, pelo modelo ajustado, tenderam a ser sempre maiores aos observados, em razão da eliminação de observações discrepantes ocasionadas por problemas de amostragem ou de medições, tais como IAF, radiação transmitida e fitomassa produzida.

A semeadura de novembro proporcionou, nas duas cultivares e nos dois níveis de adubacão, um valor médio de 12,03g.m⁻². dia⁻¹. Para 1992, a taxa média observada no período da emergência ao final da antese foi de 11,66g. m⁻².dia⁻¹. Este resultado mostra que, em termos de produtividade, a semeadura de novembro superou as demais pelo menor tempo de ocupação da terra. Entretanto, ressalta-se, novamente, que os riscos por deficiência hídrica ou estresse hídrico são mais frequentes na semeadura de novembro do que em agosto e setembro, uma vez que os meses mais problemáticos com relação à deficiência hídrica no Estado do Rio Grande do Sul são dezembro, janeiro e fevereiro (BERLATO, 1992).

Tendo em conta que o girassol, o milho, a soja e o trigo convertem a PAR absorvida (PARa) em fitomassa em diferentes taxas, a capacidade para discriminar estas culturas é essencial para estimar a produção de fitomassa a partir da PARa. Assim, não somente a PARa diária pode ser estimada para muitas áreas a partir de dados multiespectrais, mas também a produção de fitomassa. Esta possibilidade tornaria enormemente facilitado o gerenciamento (técnico e econômico) da produção agrícola, via sensoriamento remoto.

A produção de grãos, estimada pelo índice de colheita (IC), de espécies não forrageiras é mais importante do que a fitomassa total, do ponto de vista econômico.

O índice de colheita oscilou entre 0,25 e 0,35, para os valores observados e calculados, quando as condições de produção de matéria seca foram consideradas satisfatórias (Tabelas

1, 2, 3 e 4). O valor médio, em torno de 0,30, relaciona o rendimento de grãos secos na maturação fisiológica do girassol com a fitomassa aérea do final da antese (estádio R6). Obviamente, o índice de colheita na maturação fisiológica é mais elevado, em função da redução da fitomassa seca pela queda das folhas (RIZZARDI, 1991).

Uma evidência importante foi de que a relação entre o rendimento de grãos e a massa de matéria seca da parte aérea da planta igualou-se a 1,0 (Tabelas 1, 2, 3 e 4), em torno do estádio da diferenciação do primórdio floral (estádio R1 — Tabela 5). Isto significa que a massa de matéria seca da parte aérea da planta, na diferenciação do primórdio floral, pode ser um indicativo do potencial de rendimento de grãos na maturação fisiológica do girassol, se não ocorrerem condições restritivas durante o período reprodutivo.

O rendimento médio de grãos para as cultivares GR-18 e GR-10 na semeadura de 04/11/ 1991 foi de 2.683 kg.ha⁻¹, em base seca, o que corresponde a 2.981 kg.ha⁻¹ com 10% de umidade (Tabela 6), que é a indicada, tecnicamente, para o armazenamento prolongado e a comercialização do girassol (MUNDSTOCK e SILVA, 1988). Em 1992, alcançou a média de 2.802 kg.ha⁻¹, ou cerca de 3.113 kg.ha⁻¹ com 10% de umidade. Neste ano, a cultivar tardia apresentou um rendimento médio de 3.187 kg.ha⁻¹ e a precoce alcançou 3.038 kg.ha⁻¹. A média das duas estações de crescimento situou-se em torno dos 3.069 kg.ha⁻¹, com as cultivares precoces apresentando um rendimento médio de 3.020 kg.ha⁻¹ e a cultivar tardia atingindo 3.117 kg. ha⁻¹, com teor de 10% de umidade (Tabela 6). Houve, portanto, tendência da cultivar tardia ser mais produtiva do que as cultivares precoces avaliadas. Entretanto, ocorreu uma redução marcante do rendimento da cultivar precoce GR-16, entre a semeadura de agosto e a semeadura de setembro de 1992, e menor redução no rendimento da cultivar tardia. O peso de mil sementes (Tabela 6) foi significativamente reduzido com a semeadura de setembro e, principalmente, de novembro. Esta redução no rendimento de grãos, provavelmente, esteve associada às condições de disponibilidade de água no período da diferenciação do primórdio floral ao final da antese (estádios R1 a R6), como pode ser verificado pela fenologia, apresentada na Tabela 5, e pelo balanço hídrico, registrado na Tabela 8. Para a semeadura de setembro, a diferenciação do primórdio floral (R1) da cultivar GR-16 ocorreu em 15/11 e o final da antese (R6) situou-se em 12/12, coincidindo com índices hídricos (ETr/ETP) de 0,51, e 0,55 em meados do mês de novembro e de 0,65 e 0,56 no início de dezembro, além dos índices hídricos de 0,21 e 0,11 do final da antese até a maturação fisiológica. Isto evidencia a sensibilidade do período que vai da diferenciação do primórdio floral ao final da antese e o próprio período de final de enchimento de grãos e maturação, quanto à condição hídrica.

Deficiências hídricas ocorreram nos segundo, terceiro e quarto quinquídios do mês de janeiro de 1992 (Tabela 7), no quarto e quinto quinquídios de novembro de 1992 e, de maior intensidade, no final do mês de dezembro do mesmo ano (Tabela 8). Estes períodos foram coincidentes com os períodos críticos do girassol, em relação ao fator água (DOORENBOS e KASSAN, 1979), principalmente para a semeadura de 1991 e para a segunda época de semeadura, em 1992. Mesmo com estas limitações hídricas, o rendimento médio final atingiu valores em torno de 3.069 kg.ha⁻¹ (Tabela 6). Ficou evidenciada, também, a maior sensibilidade das cultivares precoces ao estresse de água.

Contudo, verifica-se nas Tabelas 1 e 2 que os índices de colheita obtidos com base nos dados observados e calculados, a partir da fitomassa estimada pela equação ajustada, foram semelhantes no final da antese, com os valores na faixa de 0,27 a 0,35. Apenas a cultivar GR-16, na semeadura de agosto de 1992, atingiu índice de colheita em torno de 0,40.

O índice de colheita é um parâmetro importante, porquanto ele passa a ser o estimador do rendimento de grãos, a partir da fitomassa aérea produzida até o final da antese.

Na Figura 2-a está representado o modelo ajustado, para estimativa da matéria seca aérea do girassol em função da PAR absorvida acumulada, cujo coeficiente de determinação alcançou o valor de 0,960. Por sua vez, a Figura 2-b apresenta a aferição do modelo ajustado.

Uma ressalva importante a ser mencionada, no que respeita ao modelo ajustado, é de que a relação somente é válida enquanto o dossel (verde) está interceptando o máximo de radiação solar. No momento em que as folhas senescem e caem, ocorre a redução no IAF e o declínio na intercepção e absorção da radiação. A partir deste ponto, o modelo perde o poder de predição. Portanto, o final da antese (estádio R6) representa o ponto de máxima intercepção da radiação. Todas as relações entre fitomassa aérea e rendimento de grãos devem ser estabelecidas neste ponto, o que efetivamente foi concretizado com o índice de colheita, conforme descrito anteriormente. Para a soja, JOHNSON e MAJORS (1979) consideraram como rendimento biológico aquele determinado na época de máxima matéria seca acumulada.

Estes resultados são consistentes com a grande maioria daqueles obtidos por diferentes pesquisadores, relacionando a fitomassa produzida e a PAR absorvida pelas culturas (GOSSE et al., 1984; DURAND et al., 1989; DAUGHTRY et al., 1992).

Dessa forma fica demonstrado que é possível o ajuste do modelo para culturas de grãos como o girassol, onde a grande dependência fenológica reside na temperatura efetiva (soma dos Graus-dia).

CONCLUSÕES

- 1. Para a Região Climática da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul, onde foram conduzidos os experimentos, o girassol apresenta uma eficiência energética de 2,457g de massa de matéria seca aérea por megajoule de PAR absorvida, no período que vai da emergência das plantas até o final da antese.
- 2. A maior eficiência entre PAR absorvida acumulada e massa de matéria seca produzida ocorre com a semeadura de setembro, seguida pela de agosto e situando-se em último lugar a semeadura de novembro, confirmando as recomendações de época de semeadura do girassol para os meses de agosto e setembro no Rio Grande do Sul.
- 3. A semeadura em agosto e setembro determina um aumento na quantidade de radiação solar absorvida por unidade de área foliar, que se reflete no aumento da taxa assimilatória líquida, em função da maior penetração de luz no dossel da cultura e da elongação do ciclo da cultura.
- 4. Em termos de produtividade, onde o fator tempo de ocupação da terra é considerado no cálculo, a semeadura de novembro é a mais produtiva, abstraindo-se os riscos de estiagens dos meses de janeiro e fevereiro.
- 5. A quantidade de massa de matéria seca da parte aérea da planta, no estádio de diferenciação do primórdio floral, tende a igualar-se ao peso de grãos na maturação fisiológica, monstrando ser este um indicativo do

potencial de rendimento de grãos do girassol.

- 6. O modelo de predição do rendimento baseado no rendimento máximo (Ym) mostrase promissor à cultura do girassol no Rio Grande do Sul.
- 7. O Ym pode ser estimado por local ou região com base nas normais climáticas de radiação solar e temperatura do ar, o qual poderá ser denominado de rendimento máximo climático do girassol.

TABELA 1 - Dados e roteiro utilizados na estimativa do rendimento máximo (Ym) da cultura do girassol com base na radiação solar absorvida pela comunidade vegetal durante a estação de crescimento de 1991/92, no município de Taquari-RS. Ajuste individual por cultivar e por nível de fertilidade do solo.

Cultivar:	após	PARa Obs.	PARa Calc.		Calc.	Obs.	MS CAI		Col	ice de heita
Datas:	Emerg.	(cal/cm2)	(cal/cm2)	(MJ/m2)	(MJ/m2)	(g/m2)	(g/m2)	(g/m2)	Obs.	Calc
GR-19		(11a) ra 21,2 102,1 540,5 1182,6 2612,5 3604,3 5163,6 6783,2 8364,4 9788,9	(12a)	(13a)	(14a)		(15a)	(16a)	(17a)	(19a
04/11/91	Semeadu	ra								
22/11/91	10	21,2	6,1	0,9	0,3	6,6	2,0	0,6	40,75	440,3
29/11/91	17	102,1	44,0	4,3	1 B	19,9	9,7	4,3	13,51	61,8
06/12/91	24	540,5	290,3	22,6	12,1	75,9	51,2	28.6	3,54	9,3
13/12/91	31	1182,6	847,7	49,4	35,4	277,8	112,1	83,6	0,97	3,2
20/12/91	38	2612,5	2122,4	109,2	88,7	295,6	247,6	209,2	0,91	1,2
4//12/31	95	3604,3	3139,4	150,/	131,2	406,2	341,6	309,4	0,66	0,8
10/01/92	50	6702 2	6402 0	213,0	271 0	727 0	642 0	670.0	0,47	0,5
17/01/92	66	9364 4	9166 1	249 6	2/1,0	765 6	702 6	904 0	0,36	0,4 0,3
24/01/92	73	9788 9	9651 9	409 2	403 4	786.4	927 6	951 3	0,33	0,3
31/01/92	Ŕń	3100,3	3031,3	405,2	403,4	934 9	321,0	331,3	0.34	0,2
07/02/92	87					847.5			0,32	
74/11/21	nemewdn1			^ ^					20	
24/11/31 20/11/01	10	21,2	3,2	0,9	0,2	22,8	2,0	0,5	39,19	515,36
UE/15/81	24	561 6	207.0	3,3	12,7	23,3 70 5	83,3	1,0	11,41	66,3
13/12/01	31	1241 2	964 0	51 Q	36 1	70,3	110 0	20,/	3,41	9,3
20/12/91	38	2679 7	2160 7	112 0	30,1	321,0	256 6	215 0	0,83	3,1: 1,2:
27/12/91	45	3694 7	3194 4	154 4	133 5	413 8	354 0	213,3	0.65	0,8
03/01/92	52	5323.6	4842.3	222.5	202.4	580 6	510.0	492 1	0,46	0,5
10/01/92	59	6867.4	6562.2	287.1	274 3	651.4	657.9	653 4	0,41	0,4
7/01/92	66	8383.9	8247.4	350.4	344.7	806.0	803.2	821,2	0,33	0,3
24/01/92	73	9783.6	9680.6	409.0	404.6	829.3	937.3	963,9	0.32	0,2
31/01/92	80		, .	,-	,-	1069.2	,-	,-	0,25	-,-
7/02/92	87	21,2 92,9 551,6 1241,3 2678,7 3694,7 5323,6 6867,4 8383,9 9783,6				896,7			0,30	
P1		(11b)	(12b)	(13b)	(1 4b)		(15b)	(16b)	(17b)	(18b)
74/11/91	Semeadur 10	24.2		1.0	0.3	٠.	2 2	0.7	20.44	404 00
2/11/31	17	24,2 101,7 552,7 1262,3	40,0	1,0	0,3	20,00	2,3	4,	33,44	404,89
16/12/91	24	552 7	210,1	22 1	12,0	21,0	52.0	31.0	12,37 3,25	55,56
3/12/91	31	1262.3	919 8	52 B	38 4	297 0	121 1	92 1	0,90	8,36 2,90
0/12/91	38	2743.9	2245 7	114 7	93.9	345 1	263.2	224 7	0,77	1,19
7/12/91	45	3764.2	3282.5	157.3	137.2	426.9	361.1	328.5	0,63	0,81
3/01/92	52	5372 1	4948,1	224.6	206.8	585.0	515.4	495.2	0,46	0,54
0/01/92	59	7036.3	6686.6	294.1	279.5	788.8	675.0	669.1	0,34	0,40
7/01/92	66	7036,3 8616,3 10071,2	8395.6	360.2	350.9	797.1	B26.6	840.1	0,34	0,32
4/01/92	73	10071.2	9906.8	421.0	414.1	803.5	966.1	991.4	0,33	0,27
		24,2 101,7 552,7 1262,3 2743,9 3764,2 5372,1 7036,3 8616,3		,-	,		,-	0,7 4,8 31,9 92,1 224,7 328,5 495,2 669,1 840,1 991,4		-,-
17/02/92	87					675,8			0,31	
F2 4/11/91	Semeadur						(19b)	(20b)		
2/11/91	10	18,2 93,3 592,7 1212,1 2598,8 3583,8 5163,1 6743,3 8275,0 9648,8	5.1	0.8	0.2	6.7	1.7	0.5	39.31	533,88
0/11/01	17	93.3	38.8	3.9	1.6	21.8	8.6	3.7	12.02	69,95
6/12/91	24	592.7	270.9	24.8	11,3	72.3	54.9	26.1	3,62	10,02
3/12/91	24 31 38 45 52 59 66 73	1212.1	817,2	50.7	34,2	301,8	112,3	78.8	0.87	3.32
0/12/91	38	2598,8	2085,5	108,6	87,2	316,3	240,8	201,1	0,83	1,30
7/12/91	45	3583,8	3098,7	149.8	129,5	393,1	332,1	298,8	0,67	0,88
3/01/92	52	5163,1	4727,8	215.8	197,6	561,9	478,5	455,9	0.47	0,57
0/01/92	59	6743,3	6426,4	201,9	268,6	600,5	624,9	619,7	0,44	0,42
7/01/92	66	8275,0	8097,7	345,9	338,5	774,4	766,8	780,9 920,1	0,34	0,34
4/01/92	73	9648,8	9541,3	403,3	390,8	792,2	894,2	920,1	0,33	0,28
1/01/92							•		0,28	
7/02/92	87					868,3			0,30	
1a,b) = (R							(Rs*0,46*			
13a,b) = (P.	ARa-obs. •	(0,0418) = 1	PARal		,	(14a,b) =	(PARa-ca	lc. *0,0418) = PAJ	Ra2
(5a) = (2.26)).946			(15b) = 0	2,295°PAF	≀ ո1)՝ -2	= 0,94	7
6a) = (2.3)		•		•			2394*PAF		= 0,96	
7a,b) = (R	end. Grão	s seco/Fiton				(18a,b) =	(Rend. Gra	ãos seco/Fi	itomass	a calc.)
9a) = (2.29)	92*PARal) $r^2 = 0$,946				2,21 7*PA F		= 0,94	
(0a) = (2.38)							2.307*PAF		= 0.96	-
va) - (2,30	DE LUIVITA	,, 11	1,707			(200) (2	COUT PAR	caz) [~	- 0,90	,

TABELA 2-Dados e roteiro utilizados na estimativa do rendimento máximo (Ym) da cultura do girassol com base na radiação solar absorvida pela comunidade vegetal durante a estação de crescimento de 1992/93, no município de Taquari-RS. Ajuste individual por cultivar em cada época de semeadura

Epoca: Cultivar:	Dias após	PARa Obs.	PARa Calc.	PARal Obs.	PARa2 Calc.	MS Obs.	MS CALC	ULADA PARa2		ice de heita
Datas:			(cal/cm2)							Calc
Época-1	(E1)									
GR-16	~	(11a)	(12a)	(13a)	(14a)		(15a)	(16a)	(17a)	(19a)
26/08/92 28/09/92	Semeadur 20	a 85,7	38,6	3,6	16	13,2	8,3	3,8	23,24	80,45
2/10/92	24	136,1	67,3	5,7	1,6 2,8	27,8	13,2	6,7	10,99	45,63
9/10/92	31	441,1	279.0	18,4	11,7	55,4	42,9	27,7	5,52	11,04
6/10/92	38	1344,4	1046,5	56,2	43,7	144,2	130,8	104.0	2,12	2,94
3/10/92	45	2170,9	2014,5	90.7	84,2	244,3	211,2	200,2	1,25	1,53
0/10/92 06/11/92	52	3355,1	3247,5	140,2	135,7	353,7	326,5	322,7	0,86	0,95 0,67
3/11/92	59 66	4666,2 6138,1	4623,1 6102,8	195,0 256,6	193,2 255,1	491,9 707,9	454,1 597,3	459,3 606,4	0,62 0,43	0.50
0/11/92	73	7610,5	7614,4	318,1	318,3	737,8	740,6	756,6	0,41	0,40
7/11/92	80	8836,3	8500,6	369,4	355,3	743,6	859,9	844,6	0,41	0,36
4/12/92	87					723,3			0,42	
8/12/92	91						(100)	(20~)		
GR-10 6/08/92	Semeadur						(19a)	(20a)		
8/09/92	20	99,7	61,3	4.2	2,6	11,5	9,1	5,9	25,88	50,47
2/10/92	24	160,9	94,7	4,2 6,7	4,0	20,4	14,7	9,0	14,63	33,09
9/10/92	31	519,4	273,8	21,7	11,4	. 46,3	47,6	26,2	6,43	11,37
.6/10/92	38	1308,0	837,4	54,7	35.0	104,7	119,7	80,0	2,84	3,72
3/10/92 0/10/92	45 52	2128,9 3327,5	1630,0 2787,7	89,0 139,1	68,1 116,5	206,6 367,2	194,9 304,6	155,7 266,3	1,44	1,91 1,12
6/11/92	59	4693,6	4179,3	196,2	174,7	470,0	429,7	399,2	0,63	0,75
3/11/92	66	6195,9	5729,1	259,0	239,5	677.2	567.2	54/,1'	0,44	0,54
0/11/92	73	7898,1	7459,0	330,1	311,8	728,0	722.9	712,4	0.41	0,42
7/11/92	80	9385,5	8988,4	392,3	375,7	921,5	859,2	858,5	0,32	0,35
4/12/92 4/12/92	87 97	10991,5 12949,4	10660,4	459,4 541,3	445,6 532,6	987,8 1069,4	1006,2 1185,4	1018,2 1217,0	0,30 0,28	0,29
8/12/92	101	12545,4	12/41,0	311,3	332,0	1072,2	1100,1	121,10	0,28	٠,
3/12/92	106					994,4			0,30	
ipoca-2	(E2)	(11b)	(12b)	(13b)	(14b)		(15b)	(16b)	(17b)	(19b)
	Semeadur		(120)	(130)	(T4D)		(130)	(100)	(1/2)	(102)
3/10/92	14	46,0	41,3	1,9	1,7	В,2	4,6	4,3	29,43	56,07
0/10/92	21	240,3	148,6	10,0	1,7 6,2	33,5	24.2	15,6	7,20	15,46
6/11/92	28	548,7	491,1	22,9	20,5	80,5	55,2	51,4	3,00	4,69
3/11/92 0/11/92	35 42	1707,4 3026,2	1364,4 2751,6	71,4 126,5	57,0 115,0	218,5 245,8	171,9 304,6	142,9 288,2	1,10 0,98	1,69 0,84
7/11/92	49	4355,0	4124,0	182,0	172,4	531.3	438,3	432,0	0,45	0,56
4/12/92	56	5899,2	5656,7	246.6	236.4	613.9	593,8	592,5	0,39	0,41
4/12/92	66	7932,0	7633,5	331,6	319,1	783,3	798,4	799.6	0,31	0,30
8/12/92	70	8644,5	8429,8	361,3	352,4	833,3	870,1	883,0	0,29	0,27
3/12/92 0/12/92	75 82					846,7 772,2			0,28 0,31	
GR-10	02					.,_,_	(19b)	(20b)	0,01	
	Semeadur.	3								
3/10/92	14	31,3	21,3 91,7	1,3	0,9	6,8	3,2	2,3 9,9	40,62	119,96
0/10/92	21	127,1	91,7	5,3	3,8	25.9	13,1	9,9	10,66	27,87
6/11/92 3/11/92	28 35	530,0 1704,2	365,2 1219,9	22,2 71,2	15,3 51,0	98,7 206,2	54,7 175.9	39,4 131,6	2,79 1,34	7,00 2,10
0/11/92	42	3142,5	2692,5	131,4	112,5	294,5	324,5	290.5	0,94	0,95
7/11/92	49	4550,9	4167,2	190,2	174.2	422,8	469,9	419.6	0,65	0,61
4/12/92	56	6131,4	5815,7	256,3	243,1	663.9	633,0 866,0	627,4	0,42	0,44
4/12/92	66 ·	8387,3	8039,8	350,6	336,1	877,8 955,6	866,0 962 7	867,4 970,2	0,31	0,32
8/12/92 3/12/92	70 75	9324.4 10290.9	8992,6 10018,5	389,8 430,2	375,9 418,8	1063.9	962,7 1062,5	970,2 1080,9	0,29 0,26	0,28 0,26
0/12/92	82			,~	/-	1094.4		 -	0,25	- 1-0
9/01/93	91					988,9		-	0,28	
1a,b) = (Rs			<u> </u>	.		(12a,b) =	(Rs*0,46	Ea-calc.)		
13a,b) = (PA	ARa-obs.	(0.0418) =	PARal				= (PARa-ca			
(2.32) = (2.32)			0,943				2.408*PA		= 0.926	
	7*PARa2		0,967				2.506*PA		= 0,964	
יי גו — ואטו										
	and Gran	e seco/Fita	macca Ahr '	}		IIXA DI =	ikena i 1	AUS SECUL	HULLINGE	i caic i
17a,b) = (2.37 17a,b) = (Re 19a) = (2.19			massa obs.) 0,946)			(Rend. Gr 2.470*PA)		= 0.918	

TABELA 3 - Dados e roteiro utilizados na estimativa do rendimento máximo (Ym) da cultura do girassol com base na radiação solar absorvida pela comunidade vegetal durante a estação de crescimento de 1991/92, no município de Taquari-RS. Ajuste único englobando cultivares e níveis de fertilidade do solo

Datas:	após Emerg.	Obs.		A	Cela	Obs.	PARal	PARa2	7.411	eita
		(cal/cm2	Calc. (cal/cm2)	Obs.) (Mj/m2)	Calc. (Mj/m2)		(g/m2)	(g/m2)	Obs.	Calc.
GR-18		(11a)	(12a)	(13a)	(14a)		(15a)	(16a)	(17a)	(18a)
04/11/91	Semeadur									
22/11/91	10	21,18	7,34	0,89	0,31	6,59 19,88 75,91	2,03	0,75	40,75	356,31
29/11/91	17	102,05	50,90	4,27	2,13	19,88	9,80	5,23	13,51	51,38
06/12/91	24	540,48	318,91	22,59	13,33	75,91	51,92	32,75	3,54	8,20
13/12/91	. 31	1182,63	885,16	49,43 109,20	37,00	277,79	113,60	90,91	0,97	2,95
20/12/91	38	2612,49	2130,71	109,20	89,06	295,61	250,95	218,83	0,91	1,23
27/12/91	45	3604,34	3120,56	150,66	130,44	406,17	346,22	320,49	0,66	0,84
03/01/92	52	5163,63	4715,99	215,84	197,13	566,39	496,00	484,34	0,47	0,55
10/01/92	59	6783,17	6381,27	283,54	266,74	737,78	651,57	655,37	0,36	0,41 0,33
17/01/92	66	8364,41	7995,67	349,63	334,22	765,56	803,46	821,18	0,35	0,33
24/01/92	73	9788,94	9288,75	409,18	388,27	786,39	940,29	953,98	0,34 0,29	0,20
31/01/92 07/02/92	80 87					934,86 847,50		•	0,32	
GR-10		,					(19a)	(20a)	•	
04/11/91	Semeadur			1						
22/11/91	10	21,18	7,34	0,89	0,31	6,84	2,03 8,93	0,75	39,19	355,58
29/11/91	17	92,94	50,90	3,88	2,13	23,49	8,93	5,23	11,41	51,27
06/12/91	24	551,57	318,91	23,06	13,33	78,52	52,98	32,75	3,41	8,18
13/12/91	31	1241,31	885,16	51,89	37,00	321,02	119,24	90,91	0 83	2,95
20/12/91	38	2678,74	2130,71	111,97 154,44	89,06	335,78	257,31	218,83	0,80	1,22
27/12/91	45	3694,69	3120,56	154,44	130,44	413,81	354,90	320,49	0,65	0,84
03/01/92	52	5323,62	4715,99	222,53	197,13	580,56	511,37	484,34 655,37 821,18	0,46	0,55
10/01/92	59	6867,42	6381,27	287,06	266,74	651,45	659,66	. 655,37	0,41	0,41
17/01/92	66	8383,91	7995,67	350,45	334,22	805,97	805,33	821,18	0,33	0,33
24/01/92	- 73	9783,55	9288,75	408,95	388,27	829,31	939,77	953, 98	0,32 0,25	0,28
31/01/92 07/02/92	80 87					1069,17 896,67		•	0,25	
F1		(11b)	(12b)	(13b)	(14b)	-	(15b)	(16b)	(17b)	(18b)
04/11/91	Semeadura		()	,,	,,		,	,		,,
22/11/91	. 10	24,18	7,34	1,01	0,31	6,78	2,32	0,75	39,44	354,56
29/11/91	17	101,73	50,90	4,25	2.13	21,61	9,77	5,23	12,37	51,12
06/12/91	24	552,74	318,91	23,10	13,33	82,17	53,09	32,75	3,25	8,16
13/12/91	31	1262,25	885,16	52,76	37,00	296.99	121,25	90,91	0,90	2.94
20/12/91	38	2743,85	885,16 2130,71	114,69	37,00 89,06	345,10	263,56	218,83	0,77	1.22
27/12/91	45	3764,22	3120,56	157,34	130,44	426.88	361,58	320,49	0,63	0,83
03/01/92	52	5372,09	4715,99 6381,27	224,55	197,13	585,00 788,75	516,02 675,88	484,34	0,63 0,46 0,34	0;55
10/01/92	. 59	7036,26	6381,27	294,12	266,74	788,75	675,88	655,37	0;34	0,41
17/01/92	66	8616,31	7995,67	360,16	334,22	797,08	827,65	821,18	0,34	0,83 0,55 0,41 0,33
24/01/92		10071,20	9288,75	420,98	388,27	803,47	967,40	953,98	0,33	0,28
31/01/92	80					1075,42			0,25	
07/02/92	87					875,83	•		0,31	
F2 04/11/91	Semeadura						(19b)	(20b)		
22/11/91	10	18,17	7.34	0.75	0.31	6 66	1,75	0.75	39,30	347.09
29/11/91	17	93,26	7,34 50,90	0,76 3,90	0,31 2,13	6,66 21,76	8,96	0,75 5,23	12,02	50.04
06/12/91	24	592,71	318,91	24,78	13,33	72,25	56,93	32,75	3,62	347,09 50,04 7,99 2,88
13/12/91	31	1212,09	885,16	50,67	37,00	301,81	116,43	90.91	0,87	2.88
20/12/91	38		2130,71	108.63	89,06	316,28	249.63	90,91 218,83 320,49	0,83	1,20
27/12/91	. 45		3120,56	108,63 149,80 215,82	130,44	393.11	344.25	320.49	0,67	0,82
3/01/92	52	5163,13	4715,99	215.82	197,13	561.94	344,25 495,95 647,74 794,86	484,34	0,47	0,54
10/01/92	59	6743.33	6381,27	281,87	266,74	561,94 600,48 774,44	647.74	655,37	0,44	0,40
17/01/92	66	6743,33 8274,95	7995,67	345,89	266,74 334,22 388,27	774.44	794.86	821,18	0,34	0,32
24/01/92	73	9648,84	9288,75	403,32	388 27	792,22	926,83	953,98	0,33	0,27
31/01/92	80	,".	<i>,</i>	7-1	, - ·	928.61		,	0,28	.,
7/02/92	87	•				928,61 868,33	•	•	0.30	-

⁽¹¹a,b) = (Rs*0.46*Ea-obs.)

⁽¹³a,b) = (PARa-obs.*0,0418) = PARa1

 $⁽¹⁵a,b)(19a,b) = (2.2980*PARa1) r^2 = 0.940$

⁽¹⁷a,b) = (Rend. Grãos seco/Fitomassa obs.)

⁽¹²a,b) = (Rs*0,46*Ea-calc.)

⁽¹⁴a,b) = (PARa-calc.*0,0418) = PARa2

 $⁽¹⁶a,b)(20a,b) = (2.4570*PARa2) r^2 = 0.960$

⁽¹⁸a,b) = (Rend. Grãos seco/Fitomassa calc.)

TABELA 4 - Dados e roteiro utilizados na estimativa do rendimento máximo (Ym) da cultura do girassol com base na radiação solar absorvida pela comunidade vegetal durante a estação de crescimento de 1992/93, no município de Taquari-RS. Ajuste único englobando as duas cultivares nas duas épocas de semeadura

Época:	Dias	PARa	PARa	PARa1	PARa2	MS	MS CAL	CULADA	Indi	ce de
Cultivar:	após	Obs.	Calc.	Obs.	Calc.		PARal	PARa2		eita
Datas:			(cal/cm2)				(g.m-2)	(g.m-2)	Obs.	Calc.
			, - 							***
Época−1	(E1)									
QR-16		(11a)	(12a)	(13a)	(14a)		(15a)	(16a)	(17a)	(18a)
26/08/92	Semeadura									
28/09/92	20	85,7	49,7	3,6	2,1	13,2	8,2	5,1	23,24	5 9, 91
02/10/92	24	136,1	78,4	5,7	2,1 3,3	27.8	13.1	, 8,1	23,24 10,99	37,97
09/10/92	31	441.1	243,6 794,0	5,7 18,4	10.2	55,4 144,2	42,4	25,0	5,52	12,22
16/10/92	38	1344,4	794,0	56,2	33,2	144,2	129,1	81,5	2,12	3,75
23/10/92	45	2170,9	1571,5	90,7	65.7	244,3	208,5	161,4	1,25	1,89
30/10/92	52	3355,1	2721,7	140,2	113,8	353,7	322,3	279,5	0,86	1,09
06/11/92	59	4666,2	4086,8	195,0	1 0 8	491,9	448,2	419,7	0,62	0,73
13/11/92	66	6138,1	5605,0	256,6	234 3	707,9 737,8 743,6	589,6	575,7	0,43	0,53
20/11/92	. 73	7610,5	7311,3	318,1	305,6	737,8	731.0	750,9	0,41	0,41
27/11/92	80	8636.3	8810,6	369,4	368,3	743,6	848,8	904,9	0,41	0,34
04/12/92	87			•	•	723,3			0,42	•
08/12/92	91	•								
GR-10							(19a)	(20a)		
26/08/92	Semeadura	1					-			
28/09/92	20	99,7 160,9	49,7	4,2 6,7	2,1 3,3	11,5	9,6	5,1	25,88	58,36
02/10/92	24	160,9	78,5	6.7	3.3	20,4	15,5	8,1	14.63	36,93
09/10/92	31	519.4	244,5	21.7	10.2	46,3	49.9	25,1	6,43	11,86
16/10/92	38	1308,0	796,2	54,7	33.3	104,7	125,6	81.8	2 84	3,64
23/10/92	45	2128,9	1580,3	89.0	66.1	206,6	204,5	162,3	1,44	1,83
30/10/92	52	3327,5	2720.3	139,1	113,7	367,2	319,6	279.4	0,81	1,07
06/11/92	59	4693,6	4085.5	196,2	170.8	470,0	450.9	419,6	0,63	0,71 0,52
13/11/92	66	6195.9	5603,7 7310,0	259.0	234,2 305,6	677,2	595,2	575,5	0.44	0,52
20/11/92	73	7897,1	7310.0	330,1	305,6	728,0	758,6	750,8	0,41	0,40
27/11/92	80	9385.5	8809,2	392.3	368,2	921.5	901,5	904,7	0,32	0,33
04/12/92	87	10991,5	10368.2	459,4	433,4	987.8	1055,8	1064,8	0.30	0,28
14/12/92		12949,4	11727.9	541,3	490,2	1069,4	1243,9	1204,5	0.28	0,25
18/12/92	101	•	. •	,	,	1072,2°	•	•	0.28	•
23/12/92	106					994,4			0,30	
Época-2	(E2)					•				
GR-16		(11b)	(12b)	(13b)	(14b)		(15b)	(16b)	(17b)	(18b)
28/09/92	Semeadura									
23/10/92	- 14	46,0	28,6	10,0	1,2	8 , 2	4,4 23,1	2,9	29,43	82,15
30/10/92	21	240,3	104.7	10,0	4.4	8,2 33,5	23,1	10,7	7,20 3,00	22,43
06/11/92	28	548,7	367,2	22,9	15,3	80,5	52.7	37,7	3,00	6,39
13/11/92	35	1707.4	1147,4	71,4	48.0	218,5	164,0	117,8	1,10	2,05
20/11/92	42	3026,2	2536,5	126.5	106.0	245,8	290,7	260,5	0,98	0,93
27/11/92	49	4355,0	3978,8	182 0.	166,3	531,3	418,3	408,6	0,45	0,59
04/12/92	56	5899,2	5614,6	246,6	234.7	613,9	566,7	576,6	0,39	0,42
14/12/92	66	7932,0	7852 6 8841,3	331,6	328,2	783,3	761,9	806.5	0,31	0,30 0,27
18/12/92	70	8644,5	8041,3	361,3	369,6	833,3	830,4	908,0	0.29	0,27
23/12/ 9 2	75	·	•	•	•	846,7			0,28	
30/12/92	82					772,2			0,31	
GR-10							(19b)	(20b)		
28/09/92	Semeadura									
23/10/92	14	31.3	28,6	1,3	1,2	6,8	3,0	2,9	40,62	94,01
30/10/92	21	127.1	104,7	5,3 22,2	1,2	6,8 25,9	12,2	10,7	10,66	25,67
06/11/92	28	530.0	366,3	22.2	15.3	98,7	50,9	37,6	2.79	7,33
3/11/92	35	530,0 1704,2	1145,2	71,2	47.9	206,2	163,7	117,6	2,79 1,34	2,35
20/11/92	42	3142,5	2534,2	131.4	105,9	294,5	301,9	260,3	0,94	06ر1
7/11/92	49	4550,9	3976,5	131,4 190,2	166,2	422,8	437,1	408,4	0,94 0,65	0,68
04/12/92	56	6131,4	5612,3	256,3	234,6	663,9	589,0	576,4	0,42	0,48
14/12/92	66	8387,3	7850 3	350,6	328.1	877,8	805,7	806.2	0,31	0,34
8/12/92	70	9324,4	8839,1	389,8	369,5	955,6	895,7	907,8	0,29	0,30
3/12/92		10290,9	10037,7	430,2	419,6	1063,9	988,5	1030,9	0,26	0,27
30/12/92	82	,-	,	,-		1094,4	, -	, - , -	0.25	, –
8/01/93	91					988,9			0,28	
-							···			
11a,b) = (R	s*0,46*Ea-	-obs.)			(12	$a,b) = (Rs^4$	0,46*Ea-	caic.)		

⁽¹¹a,b) = (Rs*0,46*Ea-obs.)

⁽¹³a,b) = (PARa-obs.*0,0418) = PARa1 $(15a,b) (19a,b) = (2.2980*PARa1) r^2 = 0,940$

⁽¹⁷a,b) = (Rend. Grãos seco/Fitomassa obs.)

 $⁽¹²a,b) = (Rs^*0,46*Ea-calc.)$ (14a,b) = (PARa-calc.*0,0418) = PARa2 $(16a,b) (20a,b) = (2.4570*PARa2) r^2 = 0,960$

⁽¹⁸a,b) = (Rend. Grãos seco/Fitomassa calc.)

TABELA 5 - Fenologia das cultivares de girassol avaliadas nas estações de crescimento de 1991/92 e 1992/93, no município de Taquari, Rio Grande do Sul

Semeadura: Emergência:	04/11/ 12/11/		26/08/ 08/09/		28/09/ 09/10/	
Cultivares:	GR-18	GR-10	GR-16	GR-10	GR-16	GR-10
Estádios*	Da	tas	Data	s	Data	ıs
Dif.P.Flor.	15/12	17/12	22/10	27/10	15/11	21/11
**E-R1 (dias)	33	35	44	49	37	43
Inic. Antese (R5)	02/01	05/01	05/11	17/11	30/11	08/12
E-R5 (dias)	51	54	58	70	52	60
Final Antese (R6)	15/01	17/01	21/11	30/11	12/12	20/12
E-R6 (dias)	64	66	74	83	64	72
Maturação (R9)	31/01	07/02	08/12	24/12	30/12	08/01
E-R9 (dias)	80	87	91	107	81	91

^{*} Fenologia fundamentada na escala proposta por SCHNEITER e MILLER (1981).
** E = Emergência das plântulas.

TABELA 6 - Fenometria de cultivares de girassol, por época de semeadura, nas estações de crescimento de 1991/92 e 1992/93, no município de Taquari-RS

Semeadura: Data	Cultivar	População plantas (pl/m2)	IAF (m2/m2)	Fitomassa seca (kg/ha)	Rendimento de grãos* (kg/ha)	Peso mil sementes* (gramas)
04/11/1991						_
	GR-18	6,25 a**	3,78 a	9350 a	2985 a	35,77 a
	GR-10	6.18 a	4,09 a	10692 a	2977 a	32,87 a
	Média	6,22 C***	3,94 A	10021 A	2981 B	34,32 C
26/08/1992						
	GR-16	7,72 a	2,98 a	7436 b	3397 a	46,59 a
	GR-10	7,78 a	3,62 a	10722 a	3309 a	40,48 b
	Média	7,75 A	3,3 A	9079 A	3353 A	43,53 A
28/9/1992			<u></u>	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
	GR−16	6,56 a	3,03 a	8333 b	2679 a	40,82 a
	GR-10	7,29 a	3,76 a	10944 a	3066 a	36,56 b
	Média	6,93 B	3,4 A	9639 A	2873 B	38,69 B
Média		C 04 B	2 26 7	0272 P	3020 A	41,06 A
, •	Precoces	6,84 A	3,26 A	8373 B		•
	Tardia	7,08 A	3,82 A	10786 A	3117 A	36,64 B
	Media	6,96	3,54	9580	3069	38,85

^{* -} Umidade dos grãos 10% (Rendimento). Peso da matéria seca de mil sementes.

^{** -} Letras minúsculas comparam médias em cada data de semeadura. (Teste de Duncan 1%).

^{*** -} Letras maiúsculas comparam médias entre datas de semeadura. (Teste de Duncan 1%).

TABELA 7 - Balanço hídrico, segundo THORNTHWAITE e MATHER (1955), com capacidade de armazenamento no solo de 75mm, estação de crescimento 1991/92, município de Taquari, RS

MESES	QUIN	P	ETP	P-ETP	NEG	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC	ETR/ET
				0	0	75		0	0	0	•
	1	30,7	22	8	0	75	0	22	0	8	1,00 0,98 0,74
	2	5.9	16	-10	-10	66	- 9	15	0	0	0.98
OUTUBRO	3	0.0	30	-30	-39	44	-22	22	8	0	0.74
	4	0,0	24	~24	-63	32	-12	12	12	0	0,51 1,00
	5	39,1	22	17	-31	49	17	22	0	Ó	1.00
	6	3.4	16	-13	-44	41	-8	11	· 5	0	0,69 1,00 0,98 0,59 1,00
	1	27,7	22	5	-35	46	5	22	0	0	1.00
	2	30,7	33	-2	-37	45	-1	32	1	Ó	0.98
NOVEMBRO	3	1,7	18	-16	-54	36	- 9	11	7	0	0.59
	4	40,4*	29	12	-33	48	12	29	0	ō	1.00
•	5	1,1	28	-27	-60	33	-15	16	12	ō	0.56
	6	16,3	24	-8	-68	30	-3	20	4	ŏ	0,56 0,81
	1	1,8	33	-31	-99	19	-10	12	21	ō	0.37
	2	48,2	22	27	-36	46	27	22	·	ō	1,00
DEZEMBRO	3	24,0	16	8	-24	54	8	16		ō	1,00
	4	28,0	35	-7	-30	50	- Š	33	.0 2	ŏ	1,00 0,94
	5	90,7	19	72	Ō	75	25	19	ō	47	1,00
	6	52,0	35	17	ō	75	ō	35	ō	17	1.00
	1	3,8	31	-28	-28	51	-24	27	4	ō	1,00 0,87 0,59
	2	0,0	28	-28	~55	35	-16	16	12	ŏ	0.59
ANEIRO	3	3.6	32	-28	-83	24	-11	15	17	ŏ	0,47
	4	0.0	35		-119	15	- 9	9	26	Ŏ	0.26
	5	38 . 3	24	14	-70	29	14	24	Ŏ	ō	0,26 1,00
	6	0,0 38,3 10,1 74,8	23	-13	-82	24	-5	15	8	ŏ	0.64
	1	74.8	20	55	Ō	75	51	20	ō	4	0,64
	2	17,0	28	-11	-11	64	-11	28	ī	ō	0,98
'EVEREIRO	3	57,9	20	38	ю.	75	11	20	ō	27	1,00
	4	0.9	25	-24	-24	54	-21	22	3	Ö	0.88
	· 5	0,0	19	-19	-44	41	-13	13	7	ŏ	1,00 0,88 0,65
	6	0,0	18	-18	-62	32	- 9	9	9	ō	0,51
		493	506	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·			34	392	115	68	0,79

QUIN-Quinquidio; P-Precipitação; ETP-Evapotranspiração potencial; NEG-Negativo acumulado; ARM-Armazenamento; ALT-Alteração no armazenamento; ETR-evapotranspiração real; DEF-Deficiência; EXC-Excesso; ETR/ETP-Consumo relativo de água (índice hídrico).

* Irrigação.

TABELA 8 - Balanço hídrico, segundo THORTHWAITE e MATHER (1955), com capacidade de armazenamento no solo de 75mm, estação de crescimento 1992/93, município de Taquari, RS

MESES	QUIN	P	ETP	P-ETP	NEG	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC	ETR/ETI
**************************************				.0	0	75	. 0	0	0	0	
	1	3,6	10,9 7,9 9,8	-7	-7	68	-7	11	0	0	0,96
,	- 2	23,7	7.9	16	0	75	7	8	0	9	1,00
AGOSTO	3	12,8	9.8	3	0	75	0	10	0	3	1,00
	4	2.9	7,6	-5	5	70	- 5	8	0	0	00ر 1
	5	2,9 43,3	15.6	28	0	75	5	16	0	23	1,00 0,94
	6	5,1	20,7 9,9 18,7	-16	-16	61	-14	19	1	0	0,94
	1	17,2	9,9	7	- 7	68	7	10	0	0	00ر1
	2	2,3	18.7	-16	-24	54	-14	16	3	0	0,85
SETEMBRO	3	17,2	5,/	11	-10	66	11	6	0	0	1,00
	4	32,0	1/48	14	0	75	9	18	0	5	1,00
	5	155,3	10,7	145	0	75	0	11	0	145	1,00
	6	0,0 17,3	23.9	-24	-24	54	-21	21	3	0	0,87
	1	17.3	20,9	- 4	-28	51	- 3	20	1	0	0,95
	2	0,4	10,7 23,9 20,9 21,3 27,4	-21	-48	39	-13	13	8	0	0.62
OUTUBRO	3	13,0	27,4	-14	-63	32	-7	20	8	0	0,73
	4	0,4 13,0 20,4 25,9 85,5	12,4 34,8 25,4	8	-46	40	8	12	0	0	0,73 1,00 0,88
	5	25,9	34,8	- 9	-55	35	- 5	30	4	0	0,88
	6	85,5	25,4	60	0	75	40	25	0	20	1,00
	1	23,0	26,0 25,1 27,3	-3	-3	72	- 3	26	0	0	1.00
	2	21,7	25,1	-3	- 6	69	- 3	25	0	- 0	0,99 0,78 0,51
NOVEMBRO	3	n.n	27,3	~27	~34	47	-21	21	6	0	0,78
	4	0,0	36,1 23,4	-36	-70	29	-18	18	18	0	0,51
	5	7.2	23,4	-16	-86	23	-6	13	10	0	0,55
	6	0,0 7,2 53,8 16,2 10,9	32,3 34,8	22	-38	45	22	32	0	0	1,00
	1	16,2	34.8	-19	-57	35	-10	26	9	0	0,75
	2	10,9	28,1	-17	-74	27	-7	18	10	0	0,65
DEZEMBRO	3	11,8	33,4	-22	-95	20	- 7	19	15	0	0,56
	4	11,8 21,4	28,1 33,4 34,3	-13	-108	17	- 3	25	10	0	0,55 1,00 0,75 0,65 0,56
	5	1.0		-36	-144	10	-7	8	29	0	0,21 0,11
	б	0,0 162,7	42,1	-42	-186	6	-5	5	38	0	0,11
	1	162,7	9,2	153	0	75	69	9	0	8 4	1,00
	2	8,3	29,1	-21	-21	56	-19	27	2	0	0,92 1,00
JANEIRO	3	61,0 0,0	31,6	29	0	75	19	32	0	11	1,00
	4	0,0	30,4	-30	-30	49	-26	26	5	0	0',84
	. 5 . 6	0,0	42,1 9,2 29,1 31,6 30,4 38,1	-38	-69	29	-20	20	18	0	0,84 0,53 1,00
	. 6	0,0 97,2	28 4	69	0	75	46	28	o	23	1,00
		974	848	126	-1354	1848	0	651	197	323	0,83

QUIN=Quinquidio; P=Precipitação; ETP=Evapotranspiração potencial; NEG=Negativo acumulado; ARM=Armazenamento; ALT=Alteração no armazenamento; ETR=Evapotranspiração real; DEF=Deficiência; EXC=Excesso; ETr/ETP=Consumo relativo de água (índice hídrico).

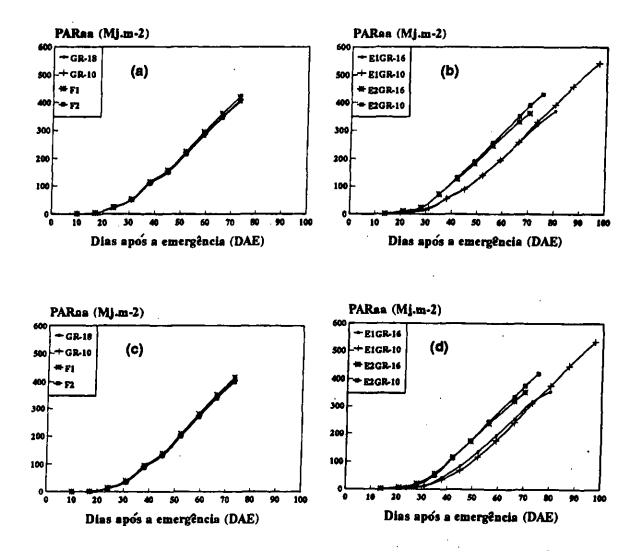
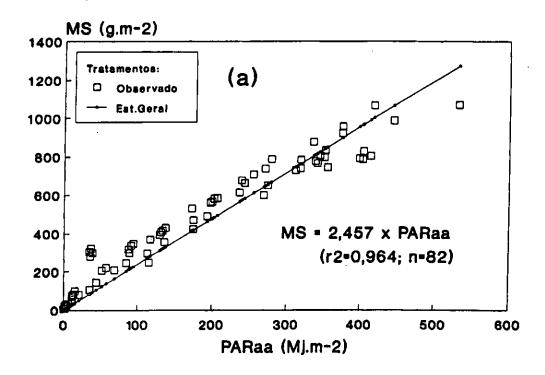


FIGURA 1 – Radiação solar fotossinteticamente ativa absorvida acumulada(PARaa) pelo dossel de girassol, em resposta a cultivares, níveis de adubação e épocas de semeadura, como função de DAE, Taquarí, RS. Valores observados (a, 1991/92; b, 1992/93); e calculados (c, 91/92; d, 92/93)



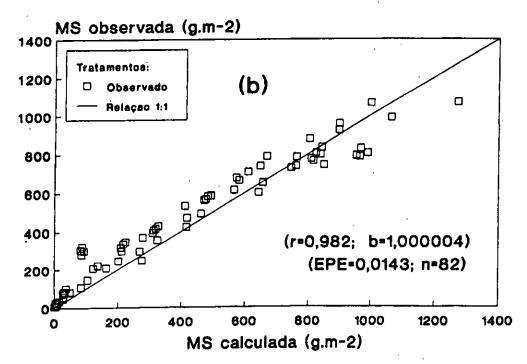


FIGURA 2 – Massa da matéria seca (MS) aérea de girassol, calculada como função da radiação solar fotossinteticamente ativa absorvida acumulada (PARaa) pelo dossel, em resposta a cultivares, níveis de adubação e épocas de semeadura (a) e sua relação com a matéria seca aérea observada (b), Taquarí, RS

BIBLIOGRAFIA CITADA

BARNI, N.A.; BERLATO, M.A.; SANTOS, A.O.; SAR-TORI, G. Análise de crescimento do girassol em resposta a cultivares, níveis de adubação e épocas de semeadura. Pesquisa Agropecuária Gaúcha, Porto Alegre, v. 1, n. 2, 1995, a (no presente número). BARNI, N.A.; BERLATO, M.A.; BERGAMASCHI, H.

Modelo de predição do rendimento máximo do girassol com base na radiação solar e temperatura: I. Absorção da radiação solar fotossinteticamente ativa. Pesquisa Agropecuária Gaúcha, Porto Alegre, v. 1,

n. 2, 1995, b (no presente número).

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: Ed. Universidade, 1992. p. 11-24.

BISCOE, P.V.; GALLAGHER, J.N. Weather, dry matter production and yield. In: LANDSBERG, J.J.; CUTTING, C.V. (Eds.). Environmental effects on crop physiology. London: Academic Press, 1977. p.

75-100.

DAUGHTRY, C.S.T.; GALLO, K.P.; GOWARD, S.N.; PRINCE, S.D.; KUSTAS, W.P. Spectral estimates of absorbed radiation and phytomass production in corn and soybean canopies. Remote Sensing of

Environment, New York, v. 39, p. 141-152, 1992. DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. Yield response to water. Rome: FAO, 1979. 193p. (FAO Irrigation and

Drainage Paper, 33

- DURAND, J.L.; LAMAIRE, G.; GOSSE, G.; CHARTIER, M. Analise de la conversion de l'énergie solaire en matière sèche par un peuplement de luzerne (Medicago sativa L.) soumis à un déficit hydrique. Agronomie, Paris, v. 9, p. 599-607, 1989. GOSSE, G.; CHARTIER, M.; LEMAIRE, G. Mise au
- point d'un modèle de prévision de production por une culture de luzerne. C.R. Acad. Sc., Paris, t. 298, Sé-
- rie III, v. 18, p. 541-544, 1984. GREEN, C.F. Nitrogen nutrition and wheat growth in relation to absorbed solar radiation. Agricultural and Forest Meteorology, Amsterdam, v. 41, p. 207-248,
- JOHNSON, D.R.; MAJORS, D.J. Harvest index of soybeans as affected by planting date and maturity rating. Agronomy Journal, Madison, v. 71, p. 538-541, 1979.
- LOOMIS, R.S.; WILLIAMS, W.B. Maximum crop productivity: an estimate. Crop Science, Madison, v. 3, p. 67-72, 1963.

- MITCHELL, R.L. Crop growth and culture. Ames: Iowa
- State University Press, 1970. 349p. MUNDSTOCK, C.M.; SILVA, P.R.F. da Colheita. In: Girassol: indicações para o cultivo no Rio Grande do Sul. - 2. ed. rev. ampl. Porto Alegre: Departamento de Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, UFRGS; IPAGRO, 1988. 66p.
- NICHIPOROVICH, A.A. Photosynthesis and the theory of obtaining high crop yields. Field Crop Abstract, Berks, v. 13, p. 169-15, 1960. RAWSON, H.M.; BAGGA, A.K. Influence of temperature

between floral iniciation and flag leaf emergence on grain number in wheat. Australian Journal of Plant Physiology, Melbourne, v. 6, p. 391-400, 1979. RAWSON, H.M.; CONSTABLE, G.A.; HOWE, G.N.

- Carbon production of sunflower cultivars in field and controlled environments. II. Leaf growth. Australian Journal of Plant Physiology, Melbourne, v. 7, p. 575-586, 1980
- RAWSON, H.M.; DUNSTONE, A.L.; LOWG, M.J. BEGG, J.E. Canopy development, light interception and seed production in sunflower as influenced by temperature and radiation. Australian Journal of
- Plant Physiology, Melbourne, v. 11, p. 255-265, 1984. RAWSON, H.M.; HINDMARSH, J.H. Light, leaf expansion and seed yield in sunflower. Australian Journal of Plant Physiology, Melbourne, v. 10, p. 25-30, 1983.
- RIZZARDI, M.A. Resposta de cultivares de girassol à densidade de plantas em duas épocas de semeadura. Porto Alegre, 125f. Dissertação de Mestrado (Tese Mestrado) - Departamento de Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, UFRGS. 1991.

SCHNEITER, A.A.; MILLER, J.F. Description of sunflower growth stages. Crop Science, Madison, v. 21, p. 901-903, 1981.

SILVA, P.R.F. da; MUNDSTOCK, C.M. Época de semeadura. In: Girassol: indicações para o cultivo no Rio Grande do Sul. - 2. ed. rev. ampl. Porto Alegre: Departamento de Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, UFRGS; IPAGRO, 1988. 66p.

SINCLAIR, T.R.; BENNETT, J.M.; MUCHOW, R.C. Relative sensitivity of grain yield and biomass accumulation to drought in field-growth maize. Crop Science, Madison, v. 30, p. 690-693, 1990.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. The water budget and its use in irrigation. The Yearbook of Agriculture: Water, Washington, D.C.: Department of Agriculture, 1955. p. 346-358.

VRÂNCEANU, A.V. El girassol. Madrid: Mundi-Pren-

sa, 1977. 379p.

AVALIAÇÃO DA SELETIVIDADE DE HERBICIDAS UTILIZADOS NA CULTURA DO TRIGO (Triticum aestivum L.)

NILSON GILBERTO FLECK¹, CARLOS ROBERTO CANDEMIL²

RESUMO — Compostos fenóxis têm sido utilizados como herbicidas na cultura do trigo há quase cinco décadas. Estes produtos apresentam modo de ação hormonal, no entanto, existem outros compostos, como bentazon, diclofop e pendimethalin, que apresentam modos de ação diferentes do acima citado e que têm sido utilizados mais recentemente. O objetivo básico deste trabalho foi avaliar a tolerância do trigo a estes herbicidas em condições de campo, mantido livre da presença de plantas daninhas. Comprovou-se que os herbicidas afetaram de forma negativa a cultivar de trigo utilizada, sendo os compostos do tipo hormonal, aplicados isoladamente ou em misturas com outros herbicidas, os que provocaram maiores danos. Para rendimento de grãos, as formulações amina e éster de 2,4-D foram equivalentes. Dentre as variáveis analisadas, as que foram mais afetadas são: altura das plantas, peso do hectolitro e rendimento de grãos. Dentre os hormonais, MCPA demonstrou ser o mais tolerado. Para a maioria das variáveis avaliadas, diclofop, pendimethalin e bentazon foram os compostos melhor tolerados pelo trigo, embora esse reduzisse sua produtividade de grãos.

Palavras-chave: Tolerância, herbicidas hormonais, bentazon, diclofop, pendimethalin.

EVALUATION OF HERBICIDE SELECTIVITY IN WHEAT (Triticum aestivum L.) CROP

ABSTRAT – Phenoxy compounds have been utilized as herbicides in wheat crop for almost five decades. Compouds with different modes of action, like bentazon, diclofop, and pendimethalin, have more recent use. The objective of this research was to evaluate wheat tolerance to these herbicides under field and weed-free conditions. It was found that the herbicides affected negatively the wheat cultivar tested, being the hormone like herbicides and their mixtures those that caused the greatest injury. Regarding grain yield, 2,4-D formulations amine and ester were equivalents. Wheat characteristics more affected were: plant height, test weight, and grain yield. Among the hormone type products, MCPA proved to be the most tolerated by wheat crop. For the majority of variables evaluated, diclofop, pendimethalin, and bentazon were the compounds better tolerated by wheat, nevertheless the last reduced its grain yield.

Key words: Tolerance, hormone herbicides, bentazon, diclofop, pendimethalin.

INTRODUÇÃO

O controle de plantas daninhas na cultura do trigo tem sido feito utilizando, tradicionalmente, herbicidas designados como reguladores de crescimento, tipo 2,4-D e MCPA. Além desses produtos, mais recentemente têm sido utilizados outros herbicidas com modo de ação diferente dos compostos fenóxis. Dentre eles, destacam-se bentazon, diclofop e pendimethalin, cuja seletividade tem sido avaliada há relativamente menos tempo. Outra técnica utilizada, no controle de plantas daninhas em trigo, consiste na mistura de herbicidas, o que objetiva, principalmente, ampliar o espectro de plantas daninhas controladas.

Os efeitos da aplicação de herbicidas hormonais em cereais podem ser variados. O uso

Aplicações precoces de 2,4-D em trigo podem diminuir o vigor das plantas, sendo bastante afetado o peso dos grãos. Inclusive, aplicações na fase de espigamento podem resultar em elevados níveis de esterilidade (WOOFTER e

Recebido para publicação em 05/08/1995.

do 2,4-D, por exemplo, pode causar danos nos pontos de crescimento, formação de espigas estéreis e crescimento anormal das plantas jovens (CRAFTS, 1975). Deve-se tomar muito cuidado na época de aplicação dos herbicidas de ação hormonal, pois o estádio de crescimento é o fator mais importante para determinar o nível de dano. Deve-se evitar aplicações em períodos de rápido crescimento, ou seja, estádios de alta atividade meristemática, pois o herbicida pode prejudicar a taxa de desenvolvimento meristemático (DERSCHEID et al., 1952; ALDRICH, 1958; KLINGMAN e ASHTON, 1975). A extensão do prejuízo causado pela aplicação do 2,4-D está intrinsicamente relacionada com o estádio da cultura no momento da aplicação, pois este herbicida pode causar prejuízos ao desenvolvimento dos cereais, mesmo quando aplicado em estádio de major tolerância destas plantas (ROBINSON e FENSTER, 1973).

Eng^a Agr^a, Ph. D. - Prof. Adjunto do Dep. de Plantas de Lavoura, Fac. de Agronomia da UFRGS, Caixa Postal 776, 90001-970 Porto Alegre, RS. Bolsista do CNPq.

Eng^e Agr^e – Bolsista de Aperfeiçoamento do CNPq, Fac. de Agronomia da UFRGS.

LAMB, 1954). Foi verificado que as maiores reduções de rendimento, provocadas por aplicações de 2,4-D em trigo, ocorreram devido a uma forte redução no número de grãos por espiga (PINTHUS e NATOWITZ, 1967; ROBINSON e FENSTER, 1973). Da mesma forma, dicamba apresenta fitotoxicidade ao trigo, mostrando sintomas de dano foliar e queda no rendimento de grãos (VELLOSO e DAL'PIAZ, 1982). O diclofop também apresenta certa toxidez ao trigo, mas permite a completa recuperação deste, não afetando negativamente o rendimento final (FLECK e PAULITSCH, 1978).

Outros fatores a considerar com cuidado no uso de herbicidas hormonais em cereais são a dose, o tipo de herbicida utilizado e sua formulação. O uso de doses elevadas de 2,4-D diminui o rendimento do trigo (KLINGMAN, 1953). Já o MCPA causa menor dano aos cereais do que o 2,4-D (ROBINSON e FENSTER, 1973; KLINGMAN e ASHTON, 1975). Deve-se empregar doses menores de 2,4-D para a formulação do tipo éster, pois se esta for utilizada em concentrações iguais à formulação amina, por exemplo, ocorrem danos à cultura (KLINGMAN, 1953).

Um aspecto adicional de interesse no uso dos herbicidas hormonais está relacionado com a aplicação de misturas com outros herbicidas. No Estado do Rio Grande do Sul, é frequente plantas daninhas de diversas espécies infestarem as lavouras, sendo prática comum a utilização de mais de um herbicida, muitas vezes sob a forma de misturas. Entretanto, algumas dessas misturas podem não ser viáveis, pois aumentam o risco de danos às culturas ou, ainda, podem reduzir o efeito dos próprios herbicidas, mostrando assim um efeito antagônico que acaba prejudicando o controle (VELLOSO e DAL'PIAZ, 1982). Experimentos com trigo demonstraram que a aplicação da mistura diclofop + 2,4-D + dicamba não afetou o rendimento de grãos, porém não apresentou um controle eficiente das plantas daninhas. Já a mistura diclofop + bentazon + acifluorfen provocou perda da ação graminicida do diclofop, o que comprometeu o controle das plantas daninhas (VELLOSO e DAL'PIAZ, 1982). Outra pesquisa constatou que a mistura dicamba + 2,4-D + MCPA não afetou o rendimento do trigo (ROBINSON e FENSTER, 1973).

O presente experimento apresentou como objetivos avaliar a seletividade de herbicidas recomendados à cultura do trigo, assim como com-

parar algumas misturas e formulações destes, em solo livre da presença de plantas daninhas durante o desenvolvimento da cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida a campo durante a estação de crescimento de 1980, tendo sido localizada na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA/UFRGS), no município de Eldorado do Sul, região fisiográfica da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul. O experimento foi instalado em solo pertencente à unidade de mapeamento São Jerônimo, classificado como Podzólico Vermelho-Escuro, álico (Paleudult) (ESPÍRITO SANTO, 1988). A análise química do solo, amostrado antes da adubação, revelou os seguintes valores: pH 5,0; P 4,6 ppm; K 165 ppm e M. O. 3,2%. A Análise granulométrica do solo forneceu os seguintes resultados: areia grossa 30%; areia fina 16%; silte 15% e argila 39%. A adubação de manutenção da área, feita na semeadura, consistiu da aplicação de 5 kg/ha de N, 45 kg/ha de P₂O₅ e de 15 kg/ha de K₂O. Aos 25 dias após a emergência das plantas foram aplicados 45 kg/ha de N, em cobertura.

A semeadura do trigo, genótipo 'E-7414', foi realizada no dia 30 de junho de 1980, tendo a emergência ocorrida 8 dias após. Foi utilizado o espaçamento de 0,2 m entre linhas, tendo sido alcançada uma população média de 220 plantas por metro quadrado.

Os compostos herbicidas empregados foram os seguintes: 2,4-D amina (sal dimetilamina do ácido 2,4-diclorofenoxiacético), 2,4-D éster (éster isooctílico do ácido 2,4-diclorofenoxiacético), MCPA (sal sódico do ácido 2-metil-4-clorofenoxiacético), dicamba (sal dimetilamina do ácido 3,6-dicloro-2-metoxibenzóico), bentazon [3-(1-metiletil)-(1H)-2, 1,3-benzotiadiazina-4(3H)-ona-2,2-dióxido], diclofop (ácido (±)-2-[4-(2,4-diclorofenóxi)fenóxi]propanóico) e pendimethalin (N-(1-etilpropil)-3,4-dimetil-2,6-dinitrobenzenamina). Na Tabela 1, encontramse referidas as formulações e doses utilizadas nos tratamentos testados.

Os tratamentos foram arranjados no delineamento experimental de blocos ao acaso, repetidos cinco vezes. As unidades experimentais apresentaram dimensões de 2 x 5 m. Para efeito da avaliação dos tratamentos foi considerada uma área útil de 1,2 x 4 m.

O herbicida pendimethalin foi aplicado em pré-emergência, 3 dias após a semeadura do trigo. O solo se encontrava com adequado teor de umidade, já que houve precipitação de cerca de 15 mm de chuva 3 dias antes da aplicação; enquanto 5 e 9 dias após a aspersão do composto houve precipitações de 15 mm e de 41 mm, respectivamente.

Os herbicidas utilizados em pós-emergência foram aplicados 25 dias após a emergência das plantas de trigo, quando estas se encontravam na fase inicial de afilhamento, no estádio quatro da escala de Feeks-Large (LARGE, 1954). As aplicações herbicidas foram realizadas com a utilização de um pulverizador costal de precisão, operado à pressão constante de 157 kPa, vazão de 250 1/ha e bicos tipo leque, série 11005. No caso dos herbicidas usados em pós-emergência, houve precipitação de 62 mm de chuva durante o decêndio que antecedeu as aplicações e de 10 mm 4 dias após a aplicação. Tanto o tratamento testemunha quanto os demais estiveram naturalmente livres da infestação de plantas daninhas até o final do ciclo da cultu-

Os efeitos dos tratamentos foram estimados através do peso de matéria seca da parte aérea das plantas de trigo, número de afilhos, altura das plantas, tamanho das espigas, espiguetas basais estéreis, número de espigas por área, número de grãos por espiga, peso do grão, peso do hectolitro e rendimento de grãos. Duas e quatro semanas após aplicação dos herbicidas em pós-emergência, foram amostrados número de afilhos por planta e peso de matéria seca da parte aérea, por planta e por unidade de área, através do levantamento das plantas existentes em 0,2 m em duas fileiras por parcela. O comprimento das plantas foi medido em dez plantas por parcela, tomadas ao acaso. Os comprimentos das espigas e espiguetas basais estéreis foram estimados através da amostragem de dez espigas por parcela.

O número de espigas por unidade de área foi obtido através de contagem em 2 m em duas fileiras da área útil, totalizando 4 m lineares por parcela. O peso do grão, referido como de 1000 unidades, foi obtido através de cálculo a partir da pesagem de quatro amostras de 100 grãos. O número de grãos por espiga foi obtido indiretamente através de cálculos, considerando o peso dos grãos contidos em dez espigas amostradas e o respectivo peso de 1000 grãos. O rendimento de grãos foi obtido pela pesagem dos grãos contidos nas espigas colhidas na área útil das parcelas, o qual foi transformado em quilogramas por hectare.

Os dados coletados foram submetidos à análise da variância e as médias dos tratamentos foram comparadas aplicando-se o teste de Duncan, em ambos os casos ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 1 — Avaliação da seletividade de herbicidas utilizados na cultura do trigo ('E-7414'), EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1980

	Tratamentos utilizados no experimento							
Nome Comum	Dose (g/ha)	Nome Comercial ¹	Dose (1/ha)					
1. 2,4-D amina	720 e.a. ²	U 46 D Fluid 720	1,00					
2. 2,4-D éster	400 e.a.	U 46 D Éster 400	1,00					
3. MCPA	800 e.a.	Agroxone 400	2,00					
4. 2,4-D amina +	720 e.a. +	U 46 D Fluid 720 +	1,00+					
MCPA	400 e.a.	Agroxone 400	1,00					
5. 2,4-D amina +	720 e.a. +	Banvel 380	1,25					
Dicamba	120 e.a.		r					
6. 2,4-D amina +	720 e.a. +	U 46 D Fluid 720 +	1,00 +					
Bentazon	720 i.a ^{.3}	Basagran	1,50					
7. Bentazon	960 i.a.	Basagran	2,00					
8. Diclofop	540 i.a.	Iloxan	1,50					
9. Pendimethalin	1250 i.a.	Herbadox	2,50					
10. Testemunha4	_	_	, 					

¹⁻ Herbicidas aplicados 25 dias após a emergência, quando as plantas de trigo se encontravam no afilhamento (estádio 4 da escala de Feeks-Large; LARGE, 1954); exceto pendimethalin, aplicado três dias após a semeadura. Não significa que a FEPAGRO ou os autores estejam recomendando estes produtos.

²⁻ e.a.= equivalente ácido.

³⁻ i.a.= ingrediente ativo.

⁴⁻ Não houve necessidade de controlar ervas daninhas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise de variância demonstrou que, para a maioria das variáveis avaliadas, houve diferenças significativas entre médias dos tratamentos aplicados, o que significa que vários herbicidas exerceram efeitos, geralmente negativos. sobre as características agronômicas. Contudo, em determinações realizadas duas semanas após as aplicações dos herbicidas, os tratamentos ainda não mostravam nenhum efeito destes compostos sobre o número de afilhos por planta ou para o peso da matéria seca, quer considerada por unidade de área, quer considerada por planta de trigo (Dados não publicados). Já as determinações efetuadas quatro semanas após a utilização dos herbicidas (Tabela 2), embora também não afetando o número de afilhos por planta, mostraram efeitos significativos sobre o peso da matéria seca das plantas de trigo. Quando se considerou esta característica por planta, foi encontrado que os tratamentos de 2,4-D amina + MCPA; 2,4-D amina + bentazon e de diclofop causaram reduções à variável, quando comparados à testemunha que não recebeu herbicidas. embora diclofop tivesse sido equivalente a todos os demais herbicidas, exceto ao bentazon.

Embora não fosse constatada diferença estatística para número de afilhos por planta na segunda avaliação, verificou-se que, em valores absolutos, os tratamentos 2,4-D amina + MCPA, 2,4-D amina + bentazon e diclofop apre-

sentaram reduções da ordem de 33 a 35% nesta variável, quando em comparação à testemunha sem tratamento. Provavelmente a amostra de plantas avaliada tenha sido insuficiente para se alcançar diferença significativa entre tratamentos, considerando que o coeficiente de variação foi relativamente elevado. Mas, coincidentemente, foram estes mesmos tratamentos que causaram as maiores reduções (variáveis de 28 a 37%) no peso da matéria seca por planta de trigo, ao serem comparados à testemunha, demonstrando que eles afetaram negativamente ou atrasaram o crescimento das plantas ao menos durante as primeiras semanas do ciclo, coincidindo com os resultados obtidos por WOOFTER e LAMB (1954). Aplicações precoces de 2,4-D e/ou suas misturas em trigo podem diminuir o vigor das plantas. Em misturas, ou utilizado sozinho, o 2,4-D pode afetar negativamente o trigo (ROBINSON e FENSTER, 1973), causando atrasos no seu crescimento, o que explicaria um peso menor da matéria seca, constatado em alguns tratamentos com misturas ou formulações apenas com 2,4-D (CRAFTS, 1975). Já o diclofop é considerado seletivo ao trigo, mas pode apresentar certa fitotoxicidade inicial, embora permita rápida recuperação deste (FLECK e PAULITSCH, 1978). Cabe lembrar que a adição de surfactantes a herbicidas de ação foliar pode reduzir a seletividade destes herbicidas (KLINGMAN e ASHTON, 1975; TODD e STOBBE, 1977). Deste modo, o

TABELA 2 — Avaliação da seletividade de herbicidas utilizados na cultura do trigo ('E-7414'), EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1980

	Determ. realizadas 28 días após aplic. dos herbicidas						
Tratamentos	Afilhos por planta	Peso da matéria sec	a das plantas				
	(π °)	mg/planta	g/m²				
1. 2,4-D Amina	1,62	960 ab1	304 ab				
2. 2,4-D Éster	1,39	851 abc	310 ab				
3. MCPA	1,54	875 abc	251 c				
4. 2,4-D Amina + MCPA (400)	1,16	638 с	240 c				
5. 2,4-D Amina + Dicamba	1,34	768 abc	264 bc				
6. 2,4-D Amina + Bentazon	1,12	634 с	257 bc				
7. Bentazon	1,60	1015 a	278 bc				
8. Diclofop	1,14	· 729 bc	255 bc				
9. Pendimethalin	1,35	955 ab	338 a				
10. Testemunha	1,73	1008 a	300 ab				
Médias	1,40	843	280,5				
F	1,31 ns	3,32**	3,51**				
CV (%)	30,37	21,05	13,55				

Médias seguidas por letras idênticas não diferem estatisticamente de acordo com o teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

ns = não significativo

diclofop pode causar alguns danos ao trigo, dependendo de como é aplicado, considerando que é um composto essencialmente de ação graminicida.

Ouando são considerados os efeitos dos tratamentos para peso de matéria seca por metro quadrado (Tabela 2), verificou-se que MCPA e 2.4-D amina + MCPA afetaram negativamente esta característica ao serem comparados à testemunha e também aos tratamentos com 2.4-D amina, 2,4-D éster e pendimethalin. Contudo, apenas aqueles dois tratamentos diferiram da testemunha. Também ficou demonstrado que pendimethalin foi superior aos demais tratamentos herbicidas, exceto aos com 2,4-D amina e 2,4-D éster usados isolados. O pendimethalin é considerado seletivo para o trigo, apresentando pouca fitotoxicidade, possivelmente por ser aplicado em pré-emergência e apresentar pouca mobilidade no solo, não lixiviando através deste, visto que é fortemente absorvido à matéria orgânica e à argila do solo (BORGO e ROSITO, 1977).

A altura final das plantas de trigo foi afetada pela maioria dos herbicidas (Tabela 3), o que comprova que sua seletividade não foi total. Assim, exceto para bentazon, diclofop e pendimethalin, todos os demais produtos químicos reduziram a altura das plantas em grau variável de 3 a 7,5%, o que, em valores absolutos, não foi muito expressivo. Sabe-se que herbicidas hormonais muitas vezes carecem de seletividade e podem provocar danos e má-formação, afetando características morfológicas das plantas cultivadas (ALDRICH, 1958; CRAFTS, 1975). MARTIN et al. (1989) demonstraram que herbicidas hormonais aplicados ao trigo em estádio de pré-afilhamento afetam negativamente a altura das plantas, concordando com os resultados obtidos neste experimento. Esta redução na altura das plantas apresenta correlação positiva com as reduções no rendimento de grãos, segundo esses mesmos autores.

Quanto ao tamanho das espigas, foi constatado que esta característica não diferiu quando comparados os tratamentos herbicidas à testemunha; exceto pendimethalin. Da mesma forma, as espigas oriundas da aplicação com pendimethalin foram maiores do que as provenientes das aplicações com 2,4-D amina, 2,4-D amina + MCPA e 2,4-D amina + bentazon. Em valores absolutos estas diferenças não foram de grande magnitude, causando reduções de 5 a 8% apenas.

Em relação ao número de espiguetas basais estéreis (Tabela 3), esta característica foi menor quando aplicados 2,4-D amina, MCPA, 2,4-D amina + MCPA, 2,4-D amina + dicamba e 2,4-D amina + bentazon. O 2,4-D éster apresentou comportamento intermediário ao dos demais herbicidas. Para esta característica, observou-se que, de modo geral, ocorreu menor número de espiguetas basais estéreis para herbicidas do tipo hormonal ou suas misturas do que para os demais que apresentam outros modos de ação.

O número de espigas por área (Tabela 4), decresceu no tratameto em que foi aplicado

TABELA 3 — Avaliação da seletividade de herbicidas utilizados na cultura do trigo ('E-7414'), EEA/UFRGS, Eldorado do Sui. RS. 1980

	D	eterminações realizadas na c	olheita final	
Tratamentos	Altura das plantas (cm)	Tamanho das espigas (mm)	Espiguetas basais estéreis (nº)	
1. 2,4-D Amina	100,2 cd1	90,1 bc	3,2 c	
2. 2,4-D Éster	104,1 b	92,1 abc	3,9 ab	
3. MCPA	101,9 c	94,8 ab	3,4 bc	
4. 2.4-D Amina + MCPA	99,2 d	88,4 c	3,6 bc	
5. 2.4-D Amina + Dicamba	101,2 cd	93,8 ab	3,3 с	
6. 2,4-D Amina + Bentazon	100,0 cd	91,0 bc	3,7 bc	
7. Bentazon	106,5 a	91,8 abc	4,3 a	
8. Diclofop	106,2 ab	92,5 abc	4,4 a	
9. Pendimethalin	105,6 ab	96,3 a	4,3 a	
10. Testemunha	107,2 a	91,3 bc	4,3 a	
Médias	103,2	92,2	3,82	
F	17,55**	2,29*	6,64**	
CV (%)	1,58	3,67	10,54	

¹⁻ Médias seguidas por letras idênticas não diferem estatisticamente de acordo com o teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

MCPA, em comparação à testemunha. Também foi verificado que as parcelas tratadas com 2,4-D amina e diclofop apresentaram maior número de espigas do que aquelas que receberam aplicações de 2,4-D éster, MCPA e 2,4-D amina + dicamba. Tal redução pode ter sido causada pela diminuição do vigor das plantas, prejudicando o acúmulo de reservas (WOOFTER e LAMB, 1954), ou simplesmente pela morte de plantas (CRAFTS, 1975). Para MARTIN et al. (1989), MCPA, 2,4-D (amina e éster) e 2,4-D amina + dicamba reduzem o número de espigas por área, tendo este fato alta correlação com o decréscimo no rendimento de grãos (coeficiente de correlação = 0,81).

O número de grãos por espiga não foi afetado diferentemente pelos tratamentos (Tabela 4). Tampouco o peso dos grãos sofreu ação diferencial dos herbicidas aplicados (Tabela 4). O rendimento de grãos do trigo foi afetado pela utilização dos herbicidas, exceto quando foram aplicados MCPA, diclofop e pendimethalin, os quais produziram rendimentos de grãos em quantidades equivalentes à testemunha onde não foi aplicado herbicida (Tabela 5). Embora bentazon não diferisse destes três compostos herbicidas, ele produziu rendimento de grãos inferior ao da testemunha (redução de 8,2%). Detectou-se que, tanto para rendimento de grãos quanto para peso do hectolitro de grãos, o herbicida 2,4-D, quer utilizado isolado como em misturas, causou decréscimos significativos nas variáveis referidas, ao se confrontar esses tratamentos com a testemunha (Tabela 5). A utilização de herbicidas hormonais pode causar redução do rendimento do trigo, segundo vários pesquisadores (PINTHUS e NATOWITZ, 1967; ROBINSON e FENSTER, 1973), devido ao fato desses possuírem a capacidade de afetar negativamente alguns componentes do rendimento.

Quanto ao rendimento de grãos, os diversos herbicidas ocasionaram decréscimos médios de 10,7% em razão dos danos causados às plantas de trigo, reduções que variaram de 1,4% (diclofop) até 19,4% (2,4-D amina + MCPA), dependendo do produto utilizado (Tabela 5). Para os herbicidas hormonais os decréscimos médios na produtividade alcançaram 11,4%; enquanto os herbicidas não-hormonais causaram reduções médias de 5% ao rendimento de grãos. O herbicida 2,4-D, aplicado sozinho ou em misturas, reduziu a produtividade do trigo em 15,4% e o peso do hectolitro em 4,5%, em média. O efeito fitotóxico dos herbicidas afetou o rendimento da cultura, sendo os majores decréscimos obtidos com o emprego de herbicidas hormonais, conforme já foi demonstrado por outros pesquisadores (PINTHUS e NATOWITZ, 1967; ROBINSON e FENSTER, 1973; BORGO e ROSITO, 1977; TOTTMAN, 1978). Experimento realizado por MARTIN et al. (1989) confirmou esses resultados, sendo que para esses autores tal efeito é devido à redução do número de espigas por área, variável que neste trabalho foi mais afetada do que o número de grãos por espiga ou peso do grão.

TABELA 4 — Avaliação da seletividade de herbicidas utilizados na cultura do trigo ('E-7414'), EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1980

	Determinações realizadas na colheita final						
Tratamentos	Núm. de espigas por área (m²)	Núm. de grãos por espiga	Peso do grão (g/1000)				
1. 2,4-D Amina	418 a¹	32,5	28,4				
2. 2,4-D Éster	380 bc	33,9	29,1				
3. MCPA	372 c	36,3	29,3				
4. 2,4-D Amina + MCPA	402 abc	29,6	29,1				
5. 2,4-D Amina + Dicamba	377 bc	33,1	29,3				
6. 2,4-D Amina + Bentazon	400 abc	33,9	28,1				
7. Bentazon	400 abc	30,2	27,8				
8. Diclofop	424 a	31,9	29,7				
9. Pendimethalin	407 abc	36,3	27,5				
10. Testemunha	411 ab	31,6	28,8				
Médias	399,2	32,9	28,7				
F	2,49*	2,10 ns	0,76 ns	:			
CV (%)	6,18	10,56	6,38				

Médias seguidas por letras idênticas não diferem estatisticamente de acordo com o teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

ns = não significativo

Individualmente, o tratamento mais prejudicial ao trigo foi a mistura formada por dois compostos com ação hormonal, 2,4-D + MCPA, a qual reduziu drasticamente a grande maioria das características medidas. Contudo, considerando apenas as determinações realizadas ao final do ciclo da cultura, verificou-se para todas as variáveis, equivalência de comportamento negativo ao trigo entre 2,4-D amina e mistura de 2,4-D amina com MCPA. Para várias destas características, o 2,4-D na forma amina exerceu maior ação tóxica do que na forma éster, o que não deixa de ser surpreendente, uma vez que a forma éster costuma ser referida como de melhor ação foliar, graças a alguns fatores como sua baixa polaridade, que a torna mais compatível com a cutícula e auxilia na sua penetração direta através da mesma; sua grande volatilidade, o que facilita a absorção dos vapores pelos estômatos e, finalmente, a ação molhante da formulação éster, dissolvida em veículo oleoso, que colabora na penetração via estômatos (GARCIA) TORRES e FERNANDEZ-QUINTANILLA, 1991). No entanto, devem-se levar em consideração que, em termos de dose expressa em equivalente ácido, a de 2,4-D amina foi 80% superior a do 2,4-D éster, o que, aliado a condições adequadas de absorção foliar, pode ter incrementado de forma acentuada a penetração da forma amina, conduzindo aos efeitos e consegüências decorrentes deste fato. Outro aspecto a destacar entre estas duas formulações, é que a éster apresenta potencial de perda por volatilização muito maior do que a amina, o que também pode ter contribuído, ao menos em parte, para explicar os resultados encontrados. Para 2,4-D a dose influencia, e muito, a tolerância das plantas, sendo que, doses exageradas levam a graves danos. Para doses iguais, a formulação éster é citada como sendo mais fitotóxica (KLINGMAN, 1953).

O produto MCPA, embora tenha causado redução do comprimento das plantas de trigo e decréscimo no número de espigas por área, não afetou negativamente as demais variáveis, inclusive mostrando equivalência de produtividade e de peso do hectolitro de grãos com a testemunha. Este desempenho pode ser demonstrado como uma compensação entre componentes do rendimento e outras características, haja vista que este herbicida apresentou baixo número de espiguetas basais estéreis e também valores numéricos elevados para número de grãos por espiga e para peso médio do grão. Em consequência, superou o produto 2,4-D em quaisquer de suas formulações ou tipos de utilização (isoladas ou em misturas) quanto às características de produtividade de grãos ou de peso do seu hectolitro. O MCPA é, geralmente, referido como sendo mais seletivo do que o 2,4-D para o trigo (ROBINSON e FENSTER, 1973; KLIN-GMAN e ASHTON, 1975).

Neste experimento, foi utilizada apenas uma cultivar para reagir aos tratamentos herbicidas, tendo-se assumido que esta cultivar seria igualmente tolerante ou suscetível a todos os compostos utilizados, o que poderá não ter sido verdadeiro, já que muitos trabalhos de pesquisa

TABELA 5 — Avaliação da seletividade de herbicidas utilizados na cultura do trigo ('E-7414'), EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1980

	Determinações realizadas na colheita final				
Tratamentos	Rendimento de grãos (kg/ha)	Peso do hectolitro (kg)			
1. 2,4-D Amina	2474 d¹	72,2 c			
2. 2,4-D Éster	2569 cd	74,1 b			
3. MCPA sódico	2827 ab	75,4 a			
4. 2,4-D Amina + MCPA sódico	2388 d	72,3 c			
5. 2.4-D Amina + Dicamba	2521 cd	72,6 c			
6. 2,4-D Amina + Bentazon	2575 cd	72,8 c			
7. Bentazon	2718 bc	76,1 a			
8. Diclofop	2920 ab	75,4 a			
9. Pendimethalin	2804 ab	75,3 a			
10. Testemunha	2961 a	76,2 a			
Médias	2676	74,2			
F	7,68**	17,83**			
CV (%)	5,96	1,17			

¹⁻ Médias seguidas por letras idênticas não diferem estatisticamente de acordo com o teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

têm demonstrado existir reação varietal diferenciada aos herbicidas (CRAFTS, 1975; KLINGMAN e ASHTON, 1975; FLECK e PAULITSCH, 1978; SCHROEDER e BANKS, 1989). No entanto, TOTTMAN (1978) sugeriu que diferenças de tolerância entre cultivares seriam atribuídas ao fato de se realizarem aplicações em estádios diferentes, uma vez que as aplicações são realizadas simultaneamente e existem diferenças de desenvolvimento entre cultivares por ocasião dos tratamentos.

Por outro lado, fatores tais como as doses selecionadas (KLINGMAN, 1953; ROBINSON e FENSTER, 1973; TOTTMAN, 1978), o estádio de desenvolvimento em que se encontram as plantas (o qual dificilmente será uniforme) (ROBINSON e FENSTER, 1973; KLINGMAN e ASHTON, 1975; MARTIN et al., 1989) e as condições ambientais (ALDRICH, 1958; SCHROEDER e BANKS, 1989) também podem ter exercido influências diferenciais de modo a modificar os resultados caso essas variáveis fossem alteradas (DERSCHEID et al., 1952; CRAFTS, 1975).

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que:

- 1. A utilização de diversos dos herbicidas recomendados na cultura do trigo ocasiona efeitos variáveis, em geral negativos, em características das plantas, componentes do rendimento, na produtividade e qualidade dos grãos:
- 2. Das variáveis avaliadas, as mais negativamente afetadas pelos herbicidas são comprimento das plantas, peso do hectolitro e rendimento de grãos; em compensação, diversos tratamentos reduziram a esterilidade das espigas basais;
- 3. De um modo geral, o herbicida 2,4-D, em especial a forma amina, ou misturas em que participa, é o composto que causa os maiores decréscimos ao rendimento de grãos do trigo e à qualidade dos grãos;
- 4. Considerando as características rendimento de grãos e peso do hectolitro, o herbicida MCPA mostra ser mais seletivo do que as formulações de 2,4-D utilizadas;
- 5. O herbicida que mostra desempenho mais uniforme e seletivo é o pendimethalin, sendo que, em geral os produtos bentazon e diclofop lhe seguem o mesmo comportamento:
- 6. Para produtividade de grãos, bentazon posiciona-se como de comportamento intermediário entre os herbicidas que mostram maior e menor seletividade ao trigo.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- ALDRICH, R. J. Effect of 2,4-D on the growth and yield of oats grown under 3 levels of fertility. Agronomy Journal, Madison, v.50, n.2, p.145-148, 1958.
- BORGO, A.; ROSITO, C. Avaliação da eficiência de herbicidas no controle de *Polygonun convolvulus* L. e outras folhas largas em trigo. Trigo e Soja, Porto Alegre, v.21, p.3-7, 1977.
- CRAFTS, A.S. Properties and functions of herbicides. In: CRAFTS, A.S. Modern weed control. Berkeley: University of California, 1975. p.177-231.
- University of California, 1975. p.177-231.

 DERSCHEID, L.A.; STAHLEH, L.M.; KRATOCHVIL, D.E. Differential responses of barley varieties to 2,4-D. Agronomy Journal, Madison, v.44, n.4, p. 182-188, 1952.
- ESPÍRITO SANTO, F.R.C. Distribuição de óxidos de Fe em uma catena de solos derivados de granito na região fisiográfica da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: UFRGS, 1988. 141p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Faculdade de Agronomia, UFRGS. 1988.
- FLECK, N.G.; PAŬLITSCH, R.J. Controle químico de azevém (Lolium multiflorum L.) na cultura do trigo. Planta Daninha, Campinas, v.1, n.2, p.30-37, 1978.
- GARCIA TORRES, L.G.; FERNANDEZ-QUIN-TANILLA, C. Família de herbicidas I. Herbicidas de acción foliar y traslocación. In: GARCIA TORRES, L.G.; FERNANDEZ-QUINTANILLA, C. Fundamentos sobre malas hierbas y herbicidas. Madrid: Mundi-Prensa, 1991. p.205-225.
- KLINGMAN, D.L. Effects of varying rates of 2,4-D and 2,4,5-T at different stages of growth on winter wheat. Agronomy Journal, Madison, v.45, n.12, p.606-607, 1953.
- KLINGMAN, G.C.; ASHTON, F.M. Phenoxys. In: KLINGMAN, G.C.; ASHTON, F.M. Weed science: principles and practices. New York: Wiley, 1975. p.209-226.
- LARGE, E.C. Growth stages in cereals. Plant Pathology, London, v.3, p.128-129, 1954. MARTIN, D.A.; MILLER, S.D.; ALLEY, H.P. Winter
- MARTIN, D.A.; MILLER, S.D.; ALLEY, H.P. Winter wheat (*Triticum aestivum*) response to herbicides applied at three growth stages. Weed Technology, Champaign, v.3, n.1, p.90-94, 1989.
- Champaign, v.3, n.1, p.90-94, 1989.

 PINTHUS, M.T.; NATOWITZ, Y. Response of spring wheat to the application of 2,4-D at various growth stages. Weed Research, Oxford, v.7, p.95-101, 1967.

 ROBINSON, L.R.; FENSTER, C.R. Winter wheat
- ROBINSON, L.R.; FENSTER, C.R. Winter wheat response to herbicides applied postemergence. Agronomy Journal, Madison, v.65, n.5, p.749-751, 1973.
- SCHROEDER, J.; BANKS, P.A. Soft red winter wheat (*Triticum aestivum*) response to dicamba and dicamba plus 2,4-D. Weed Technology, Champaign, v.3, n.1.p.67-71, 1989.
- TODD, B.G.; STOBBE, E.H. Selectivity of dichlofop methyl among wheat, barley, wild oat (Avena fatua) and green foxtail (Setaria viridis). Weed Science, Auburn, v.25, n.5, p.382-385, 1977.
- TOTTMAN, D.R. The effects of dicamba herbicide mixture on the grain yield components of winter wheat. Weed Research, Oxford, v.18, p.335-340, 1978.
- VELLOSO, J.A.R.O.; DAL'PIAZ, R. Controle químico do azevém (Lolium multiflorum L.) e gorga (Spergula arvensis) e seletividade de herbicidas às culturas de trigo, cevada e centeio. Planta Daninha, Campinas, v. 5, n. 2, n. 8-13, 1982
- v.5, n.2, p.8-13, 1982.

 WOOFTER, H.D.; LAMB, C.A. The retention and effect of 2,4-D sprays on winter wheat. Agronomy Journal, Madison, v.46, n.7, p.299-302, 1954.

MODELOS AGROMETEOROLÓGICOS PARA ESTIMATIVA DO RENDIMENTO DE MILHO. EM FUNÇÃO DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL'

RONALDO MATZENAUER², HOMERO BERGAMASCHI³, MOACIR ANTÔNIO BERLATO³, JOÃO RIBOLDI⁴

RESUMO - O déficit hídrico é o fator que mais tem contribuído para as reduções nas safras de milho, no Estado do Rio Grande do Sul. Neste sentido, a quantificação das relações entre água e rendimento de grãos pode fornecer informações importantes, particularmente para o estabelecimento de modelos de relação planta-clima. Neste trabalho, foram ajustados e validados modelos de regressão linear múltipla e de Jensen, relacionando o rendimento de grãos de milho com o consumo relativo de água (ETr/ETm) em diferentes períodos do ciclo da cultura. Os dados de rendimento e fenologia foram obtidos em experimentos conduzidos em Taquari, São Borja, Santo Augusto e Veranópolis, no período de 1975/76 a 1989/90. As análises foram feitas para os grupos de maturação precoce e normal, num total de 89 dados para cada grupo. Os dois modelos testados apresentaram bom desempenho na estimativa do rendimento. Na validação dos modelos, verificou-se elevada associação entre o rendimento relativo observado e previsto pelos modelos, com coeficientes de correlação variando entre 0,893 e 0,946.

Palavras-chave: modelos agrometeorológicos, rendimento de grãos, déficit hídrico, milho.

AGROMETEOROLOGICAL MODELS TO ESTIMATE MAIZE YIELD AS A FUNCTION OF WATER AVAILABILITY IN THE STATE OF RIO GRANDE DO SUL

ABSTRACT - Water deficit is the main factor responsible for reductions in maize production at Rio Grande do Sul State, Brazil. Therefore, quantifying the relationship between water availability and grain yield will give to us important informations to help improve production in the state. In this study, we looked at the relationships between grain yield and water availability using a multiple regression models and Jensen model, which relates productivity to relative water use (ETr/ETm) at different stages during the crop cycle. The data on grain yield and phenology were obtained from experiments conducted at Taquari, São Boria, Santo Augusto and Veranópolis experimental stations, during the periods from 1975/76 to 1989/90. The analisys was performed for two maturity groups separately (early and normal), with a total of 89 data points for each of the groups. Based on the available data, both models were good estimators of corn yield. Comparing the models results to the actual data, we notice a strong relationship between the relative yield observed and estimated with correlation coefficient varying from 0.893 to 0.946.

Key words: agrometeorological models, grain yield, water deficit, maize.

INTRODUÇÃO

No Estado do Rio Grande do Sul, inúmeras análises da produção agrícola apontaram alta correlação entre as variações, no tempo e no espaço, das safras das principais culturas com as condições meteorológicas e climáticas. Dentre estas, o fator hídrico é o que, com maior frequência e intensidade, afeta a produção das culturas. Os efeitos do déficit hídrico sobre o rendimento de uma cultura vão depender da sua intensidade, duração, época de ocorrência e interação com outros fatores determinantes da expressão do rendimento final (CUNHA e BERGAMASCHI, 1992).

Segundo BEGG e TURNER (1976), os efeitos do déficit hídrico em diferentes estádios de desenvolvimento sobre o crescimento e rendimento das culturas, geralmente, têm sido estudados empiricamente. Citam que os principais trabalhos nesta área foram sumariados por SALTER e GOODE (1967). Eles concluíram que, embora não se tenha observado uma resposta diferencial à água nos vários estádios de crescimento em todas as plantas, existem consideráveis evidências de que a maioria das plantas de hábito determinado são especialmente sensíveis ao déficit hídrico a partir da iniciação floral, na floração e durante o desenvolvimento de frutos e grãos.

O déficit hídrico afeta praticamente todos os aspectos relacionados ao desenvolvimento das plantas, reduzindo a área foliar, diminuindo a fotossíntese e afetando vários outros processos, além de alterar o ambiente físico das culturas,

¹ Extraído da Tese de Doutorado apresentada pelo primeiro autor à Faculdade de agronomia/UFRGS em abril de 1994.

² Enga Agra, Dr. - FEPAGRO, Rua Gonçalves Dias 570, 90130-060 Porto

Alegre, RS. Bolsista do CNPq.

Engo Agro, Dr. - Fac. de Agronomia/UFRGS, Caixa Postal 776, 90001-970 Porto Alegre, RS. Bolsista do CNPq.

⁴ Engo Agro, Dr. - Instituto de Matemática/UFRGS. Bolsista do CNPq. Recebido para publicação em 15/09/1995.

por modificar o balanço de energia do sistema (BERGAMASCHI, 1992). Segundo KRAMER (1969), os efeitos causados pelo déficit hídrico são devidos às modificações na anatomia, morfologia, fisiologia e bioquímica das plantas.

BERLATO (1992) mostra que os baixos rendimentos médios da cultura da soja, no Rio Grande do Sul, estão relacionados a anos em que ocorreram deficiências hídricas durante os meses de desenvolvimento da cultura e que, em anos considerados muito secos, os rendimentos médios estiveram abaixo de uma tonelada por hectare.

MEDEIROS et al. (1991) relacionaram o rendimento relativo de grãos de milho durante vários anos, com o índice ETr/ETm (evapotranspiração real sobre evapotranspiração máxima), durante sete subperíodos e no ciclo da cultura, para as condições da Depressão Central do Rio Grande do Sul. O subperíodo em que as variáveis melhor se ajustaram foi de 10 dias antes do início do pendoamento a 10 dias após o final do espigamento, englobando o florescimento e início de enchimento de grãos.

Diversos pesquisadores desenvolveram ou testaram modelos que relacionam o rendimento de grãos com variáveis meteorológicas, com a finalidade de estabelecer funções de predição do rendimento (JENSEN, 1968; THOMPSOM, 1969; BAIER, 1973; HANKS, 1974; NELSON e DALE, 1978; FRERE e POPOV, 1980; BERLATO, 1987; LIU et al., 1989; CAMARGO e HUBBARD, 1993; entre outros).

Grande parte dos trabalhos apresentam modelos que utilizam, como variável independente, alguma expressão da disponibilidade hídrica, como precipitação pluvial, transpiração, evapotranspiração real, deficiência hídrica, relação entre precipitação e evapotranspiração de referência, relação entre evapotranspiração real e evapotranspiração máxima ou de referência. RAO et al. (1988) relacionam uma série de modelos de estimativa do rendimento.

BAIER (1979) fez uma revisão sobre os trabalhos que apresentam modelos de relação planta-clima, com o objetivo de propor uma classificação considerando escala de tempo, fonte de dados, abordagem, propósito e aplicações dos modelos. Usando estas características, foram sugeridos três grupos de modelos: (1) modelos de simulação do crescimento; (2) modelos de análise planta-clima; e (3) modelos estatísticoempíricos.

Os modelos de simulação do crescimento

consideram que o impacto das variáveis meteorológicas sobre um processo específico tal como fotossíntese, transpiração ou respiração, pode ser adequadamente simulado através de um conjunto de equações matemáticas, as quais são baseadas em dados experimentais. Como exemplos deste grupo podem ser citados os modelos CORNGRO (TSCHENCHKE e GILLEY, 1979), CERES-maize utilizado por LIU et al. (1989), e SOYGRO utilizado por SIQUEIRA e BERG (1991).

Os modelos de análise planta-clima procuram explicar, baseados em processos físicos e fisiológicos, o efeito de uma ou mais variáveis meteorológicas sobre a resposta das plantas. Esta categoria de modelos utiliza, freqüentemente, dados de conteúdo de água no solo ou evapotranspiração e outras variáveis, e as relacionam com informações de desenvolvimento morfológico, crescimento vegetativo ou rendimento das culturas (BAIER, 1979). Nesta categoria podem ser citados os modelos de JENSEN (1968), BAIER (1973), FRERE e POPOV (1980).

Os modelos estatístico-empíricos utilizam séries históricas de dados de rendimento e dados meteorológicos de uma determinada região. As variáveis independentes usadas são, frequentemente, temperatura do ar, precipitação ou variáveis derivadas destas, admitindo-se que os efeitos individuais dessas variáveis sobre o rendimento das plantas podem ser separados. Como exemplo desta categoria de modelos, podem ser citados os trabalhos de THOMPSOM (1969), MOTA (1983), LIU e LIU (1987) e CUELAR et al. (1991).

HANKS e RASMUSSEN (1982) fizeram uma revisão sobre a predição do rendimento das culturas em relação ao estresse de água na planta. Citam que a produção das culturas é, freqüentemente, limitada pela insuficiência de água em algum período durante a estação de crescimento, e que, mesmo em regiões úmidas, ocorrem, normalmente, períodos de menor precipitação que conduzem ao estresse hídrico. Os autores afirmam que o rendimento das plantas pode ser estimado pela análise da razão de transpiração (relação entre transpiração (T) e rendimento (Y)), ocorrendo, no entanto, variações devido à dependência dos elementos meteorológicos.

Um grande passo na derivação de métodos de predição do rendimento das plantas, com base no uso da água, foi dado por De WITT (1958). Ele forneceu evidências de que o rendimento das plantas (Y) está diretamente relacionado à razão entre a transpiração (T) e a evaporação potencial (Eo) na forma:

$$Y = m (T/Eo)$$
 (1)

Sendo m um fator de planta.

A principal vantagem desta relação é a inclusão do termo Eo, que representa a demanda evaporativa da atmosfera, e que diminui as variações locais sobre a transpiração. A desvantagem em se utilizar a transpiração, nos modelos de predição do rendimento, é que, em condições de campo, normalmente, é determinada a evapotranspiração (ET). Assim, segundo DO-ORENBOS e KASSAM (1979), T pode ser substituída por ET.

Diversos pesquisadores têm utilizado a evapotranspiração como base nos modelos de estimativa do rendimento. JENSEN (1968) propôs um modelo que utiliza a relação entre a evapotranspiração real (ETr) e a evapotranspiração máxima (ETm) para estimativa do rendimento relativo (Y/Ym), e que permite estabelecer pesos diferentes para os diversos estádios de desenvolvimento da cultura, da seguinte forma:

$$Y/Ym = \prod_{i=1}^{n} (ETr/ETm)$$
 (2)

Sendo Y o rendimento observado, Ym o rendimento máximo e \(\) i um coeficiente que representa a sensibilidade relativa da planta ao déficit hídrico, durante o estádio de desenvolvimento i. Tendo em vista que o segundo membro da equação (2) é um produto, um déficit hídrico severo, durante um determinado estádio de desenvolvimento, pode determinar uma redução significativa no rendimento de grãos de uma cultura. Segundo BERLATO (1987), este modelo compatibiliza o conceito de período crítico das plantas em relação à água.

RAO et al. (1988) derivaram um modelo multiplicativo para a previsão do rendimento relativo, também compatibilizando o conceito de período crítico das plantas em relação à disponibilidade hídrica. A equação proposta é:

$$Y/Ym = \prod_{i}^{n} [1-Ki(1-ETr/ETp)i] (3)$$

Onde Ki é um índice de sensibilidade à deficiência hídrica, dependente da espécie cultivada e do período de crescimento da mesma e, ETp, a evapotranspiração potencial. DOORENBOS e KASSAM (1979) apresentam valores de Ki para diversas culturas, em diferentes períodos de desenvolvimento. Este modelo apresenta limitações para culturas com valores de Ki elevados (como, por exemplo, a cultura do milho) quando a relação ETr/ETp é baixa, ou seja, em situações de maior deficiência hídrica, podendo, inclusive, conduzir a estimativas de valores negativos de rendimento.

BERLATO (1987) cita que os modelos de quantificação das relações entre déficit hídrico e rendimento das plantas, que levam em consideração diferentes subperíodos da cultura, podem ser enquadrados como tipos específicos da categoria de modelo de análise planta-clima da classificação de BAIER (1979).

BERLATO (1987) relacionou o rendimento relativo de diferentes grupos de maturação da cultura da soja no Rio Grande do Sul, com o índice ETr/ETo (evapotranspiração real sobre evapotranspiração de referência) utilizando como base o modelo multiplicativo de JENSEN (1968). Na validação do modelo, utilizando uma série de dados independentes, verificou um coeficiente de determinação de 0,914 para os grupos de maturação precoce e médio, e, 0,952 para o grupo de maturação tardio. Concluiu que o modelo de Jensen é compatível com o conceito de períodos críticos da soja em relação à água, pois pondera o efeito do déficit hídrico nos diferentes períodos de desenvolvimento da planta

Buscando entender melhor a resposta da cultura do milho ao fator hídrico, foi desenvolvido este trabalho, com o objetivo de ajustar e validar modelos agrometeorológicos entre o rendimento de grãos e o consumo relativo de água, para diferentes localidades do Estado do Rio Grande do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados de fenologia e rendimento de grãos da cultura do milho, utilizados no trabalho, foram obtidos em experimentos de épocas de semeadura conduzidos pela Equipe de Agrometeorologia da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO)/SCT/RS – durante o período de 1975/76 a 1989/90, em quatro estações experimentais: Taquari, localizada na região climática da Depressão Central; São Borja, no Baixo Vale do Uruguai; Santo

Augusto, nas Missões e Veranópolis, na Serra do Nordeste.

Para a análise dos dados, foram utilizados dois grupos de maturação da cultura do milho: grupo precoce e grupo normal. Como não foram mantidos os mesmos híbridos durante todo o período experimental, devido às alterações que ocorreram na recomendação dos mesmos, procurou-se selecionar materiais genéticos com características fenológicas e fenométricas semelhantes.

Foram utilizados dados de rendimento médio de grãos corrigidos a 14% de umidade, de diversas épocas de semeadura, em cada local. Os locais, com o respectivo período experimental e número de informações, são apresentados na Tabela 1. Cada informação (n) representa o rendimento médio dos híbridos de cada grupo de maturação utilizados em cada caso, sendo, também, utilizada a fenologia média dos híbridos.

TABELA 1 - Período experimental e número de informações (n), para cada local

Locais	Período experimental	n
Taquari	1975/76 a 1989/90	31
São Borja	1978/79 a 1981/82	13
Santo Augusto.	1975/76 a 1980/81	24
Veranópolis	1979/80 a 1989/90	21
TOTAL	1975/76 a 1989/90	89

Os experimentos conduzidos na Estação Experimental de Taquari, durante o período de 1975/76 a 1978/79, foram irrigados pelo método por sulcos. No restante do período experimental (1979/80 a 1989/90) e nas demais localidades, os resultados foram obtidos em condições naturais de disponibilidade hídrica.

O milho foi semeado com espaçamento entre fileiras de 0,80 a 1,00m, com uma densidade variando entre 40.000 e 50.000 plantas por hectare. A correção e adubação do solo foram feitas conforme recomendação baseada nas análises de solo. A fenologia utilizada nos experimentos foi: semeadura; emergência (data em que 50% das plantas da parcela haviam emergido do solo); início do pendoamento (data em que 10% das plantas apresentavam pendão visível); 50% do pendoamento (data em que 50% das plantas apresentavam pendão visível); início do espigamento (data em que 10% das plantas apresentavam estigmas com aproximadamente 2cm de comprimento); 75% de espigamento (data em que 75% das plantas apresentavam estigmas com

aproximadamente 2cm de comprimento) e maturação fisiológica. Na seleção de dados para este trabalho, foram descartados casos em que os resultados experimentais tornaram-se inviáveis devido a: não disponibilidade de informação meteorológica, insuficiente densidade de plantas, alto coeficiente de variação dos experimentos, intenso ataque de pragas e doenças, danos por fenômenos adversos como vendavais, granizo e excesso de chuvas.

Os dados meteorológicos foram obtidos no banco de dados da Equipe de Agrometeorologia da FEPAGRO. Foram utilizados os seguintes elementos meteorológicos, em nível diário: precipitação pluvial (mm), radiação solar global (cal.cm⁻².dia⁻¹), temperatura média do ar (°C), umidade relativa do ar (%) e velocidade do vento (m.s.⁻¹ ou Km.dia⁻¹).

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

ETo =
$$(s/\gamma)$$
 Rn+Ea/ (s/γ) + 1 (4)

Sendo s a tangente à curva de pressão de saturação do vapor d'água versus temperatura do ar (mb.°C¹), γ a constante psicrométrica (mb.°C¹), Rn o saldo de radiação sobre uma superfície com vegetação de porte baixo, expresso em unidades de evaporação (mm) e, Ea o termo aerodinâmico (mm), expresso pela função:

Ea =
$$0.35$$
 (es-ea) $(0.5+0.01 \text{ U}_2)$ (5)

Sendo es-ea o déficit de saturação de vapor d'água do ar (mm Hg) e U₂ a velocidade do vento a 2m de altura (milhas.dia⁻¹).

Para o cálculo da evapotranspiração de referência pelo método de Penman, o saldo de radiação (Rn) foi estimado por uma função ajustada para a cultura do milho (MATZENAUER et al., 1981).

A evapotranspiração máxima (ETm) da cultura do milho, para cada situação, foi estimada a partir de funções ajustadas entre a ETm medida e a evapotranspiração de referência calculada pelo método de Penman (ETo), com os valores acumulados durante o ciclo (MATZENAUER, 1994). Os dados de ETm foram obtidos em experimentos conduzidos durante o período de 1976/77 a 1988/89, na Estação Experimental de Taquari (MATZENAUER et al., 1993).

Para estimativa da evapotranspiração real

(ETr), utilizou-se o método do balanço hídrico segundo THORNTHWAITE e MATHER (1955), empregando-se, como dados de entrada, a precipitação pluvial e a ETm do milho estimada. O balanço hídrico foi calculado utilizando-se diferentes capacidades de armazenamento de água no solo durante o ciclo, em função do desenvolvimento das plantas, sendo utilizadas as seguintes profundidades do solo para o cálculo da CAD, em cada período: da emergência a 20 dias após, 20cm de profundidade; de 20 dias após a emergência a 40 dias após, 40cm e de 40 dias após a emergência até a maturação fisiológica, 60cm de profundidade do solo.

O balanço hídrico forneceu, como variáveis derivadas, a evapotranspiração real (ETr), o déficit hídrico (D) e o excesso hídrico (E), sendo calculado, na mesma planilha, o índice ETr/ETm (consumo relativo de água), todos em nível diário.

Foram ajustados modelos para cada local, por grupo de maturação, bem como para o conjunto dos quatro locais (análise geral), utilizando-se, como variável dependente, o rendimento relativo de grãos (rendimento observado em relação ao rendimento máximo (Y/Ym). O rendimento máximo foi definido como o maior rendimento observado em cada caso, conforme Tabela 2.

TABELA 2 - Rendimento máximo de grãos de milho (Ym) em kg.ha-1 para cada local em cada grupo de maturação

Local	Grupo de maturação	n	Ym	
Taquari	Precoce	31	9565	
	Normal	31	7102	
São Borja	Precocc	13	7184	
•	Normal	13	6620	
Santo Augusto	Precoce	24	6375	
	Normal	24	6414	
Veranópolis	Precoce	21	6866	
	Normal	21	6070	
Geral	Precoce	89	9565	
	Normal	89	7102	

Para o ajuste dos modelos, o consumo relativo de água foi calculado em diferentes períodos de desenvolvimento da cultura, assim definidos:

- 1 Emergência a 30 dias após a emergência (EM-30EM).
- 2 30 dias após a emergência ao início do pendoamento (30EM-IP)
- 3 Início do pendoamento a 30 dias após (IP-30 IP).

4 – 30 dias após IP à maturação fisiológica (30 IP-MF).

Foram adotados dois modelos matemáticos, utilizando o consumo relativo de água calculado nos quatro períodos fenológicos (acima enumerados) como variáveis independentes (respectivamente X1, X2, X3 e X4), e o rendimento relativo de grãos (Y/Ym) como variável dependente (Y).

O modelo de regressão linear múltipla (modelo aditivo), dado na forma:

$$Y = \sum_{i=1}^{n} biXi + a$$
 (6)

Sendo Y o rendimento relativo (Y/Ym), Xi o consumo relativo de água no período i (ETr/ETm), bi o coeficiente da variável Xi, a o termo constante da regressão e i os períodos fenológicos

E o modelo de Jensen (modelo multiplicativo):

$$Y/Ym = \prod_{i=1}^{n} (ETr/ETm) \lambda i$$
 (7)

onde \(\lambda\) i representa a sensibilidade relativa da planta ao déficit hídrico durante o período i. Para a parametrização do modelo de Jensen, foi utilizada a análise não linear, pelo método iterativo de Gauss-Newton.

No ajuste dos modelos, foram obtidas as estimativas dos coeficientes do modelo de regressão linear múltipla e dos expoentes do modelo de Jensen, bem como o nível de significância dos mesmos, além do coeficiente de determinação. Na aferição dos modelos (relação entre o rendimento relativo de grãos observado versus o rendimento relativo estimado pelos modelos) foram obtidos o coeficiente de regressão (b), o desvio padrão dos erros de estimativa (S) e o coeficiente de correlação (r).

Para o ajuste dos modelos englobando os quatro locais (análise geral), foi utilizado um conjunto de 70 dados experimentais. Do total de dados disponíveis (89 para cada grupo de maturação), 19 foram anteriormente sorteados com a finalidade de fazer a validação dos modelos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

São apresentados resultados para a forma completa dos modelos (variáveis X1 a X4) e para

a forma reduzida, somente com a variável X3. Esta forma de apresentação dos resultados dos modelos foi adotada, devido ao fato de, para a grande maioria dos casos analisados, ter sido constatado efeito significativo apenas dos coeficientes relacionados à variável independente no período IP-30 IP (X3). No modelo aditivo reduzido, somente é apresentado o termo intercepto da função (a), quando o mesmo é significativo.

Nas Tabelas 3 a 10, são apresentadas as estatísticas dos parâmetros estimados para os grupos de maturação precoce e normal, para os modelos de regressão múltipla e de Jensen, para as localidades de Taquari, São Borja, Santo Augusto e Veranópolis, respectivamente.

Para a localidade de Taquari, verifica-se que para o modelo de regressão na sua forma completa, somente o coeficiente b3 foi estatisticamente significativo, para os dois grupos de maturação (Tabela 3). O modelo completo explicou 88,8% da variação do rendimento relativo para o grupo de maturação precoce e 83,4% para

o grupo de maturação normal. Como os coeficientes b1, b2 e b4 não foram significativos, o modelo reduzido (variável ETr/ETm somente no período IP-30 IP), apresentou coeficientes de determinação muito próximos aos verificados para o modelo completo. Na análise de regressão simples entre o rendimento relativo de grãos e o consumo relativo de água no período 3, o modelo potencial apresentou um coeficiente de determinação de 0,926 (MATZENAUER et al., 1995), confirmando o período 3 como o que explica praticamente toda a variação do rendimento de grãos devida ao fator água.

Para o modelo de Jensen (Tabela 4), o único expoente significativo ao nível de 1%, também foi o da variável X3, para os dois grupos de maturação. Os coeficientes de determinação para o modelo multiplicativo foram menores que os obtidos para o modelo aditivo. Também neste caso, a forma reduzida do modelo se ajustou bem, apresentando, a exemplo do modelo de regressão, melhores resultados para o grupo de maturação precoce. O modelo de Jensen reduzido, se torna um modelo potencial, porém, sem

TABELA 3 – Estatísticas dos parâmetros estimados para o modelo de regressão completo (X1 até X4) é reduzido (X3) para os grupos de maturação de milho precoce e normal. Taquari/RS. 1975/76-1989/90

		Grupo precoce			Grupo Normal		
Modelo	coeficiente	estimativa	р	R ²	estimativa	р	R²
•	a	-0,3340	0,1882	0,888	-0,2186	0,5094	0,834
	b1	0,1118	0,7034		-0,0517	0,8919	
Completo	b2	0,0865	0,5016		0,3253	0,0802	
•	b3	1,1802	0,0001		0,9163	0,0001	
	b4	0,0457	0,6890		0,2351	0,1055	
Reduzido	а	-0,1809	0,0028	0,883			
	ь3	1,2431	0,0001	•	1,1428	0,0001	0,792

X1 = variável ETr/ETm no período EM-30EM; X2 = variável ETr/ETm no período 30EM-IP;

EM = emergência; 30EM = 30 dias após EM; IP = início do pendoamento; 30 IP = 30 dias após IP;

MF = maturação fisiológica.

TABELA 4 – Estatísticas dos parâmetros estimados para o modelo de Jensen completo (X1 até X4) e reduzido (X3) para os grupos de maturação de milho precoce e normal. Taquari/RS. 1975/76-1989/90

Modelo		Grupo precoce			Grupo norma		nal
	expoente	estimativa	р	R²	estimativa	р	R²
	λ1	-0,3112	NS	0,867	-0,7892	NS	0,789
Completo	λ2	0,0232	NS	•	0.2433	NS	·
•	λ3	1,2022	**	•	0.7459	**	
	λ4	0,0131	NS		0,0650	NS	•
Reduzido	λ3	1,1278	**	0,859	0,7456	**	0,742

^{**} significativo ao nível de 1%

NS - não significativo

X3 = variável ETr/ETm no período IP-30 IP; X4 = variável ETr/ETm no período 30 IP-MF.

intercepto. Por este motivo, os coeficientes de determinação para o ajuste do modelo de Jensen reduzido, são diferentes dos encontrados para o modelo potencial ajustado na análise de regressão simples por MATZENAUER et al., 1995.

Para a localidade de São Borja, os resultados também mostram os menores níveis de significância para os coeficientes da variável X3 (Tabelas 5 e 6). Para o modelo de regressão múltipla, a forma reduzida apresentou coeficientes de determinação próximos aos verificados para o modelo completo, para os dois grupos de maturação, indicando a grande sensibilidade da cultura à disponibilidade hídrica, durante o período de floração e início de enchimento de grãos. O ajuste do modelo de Jensen, apresentou coeficientes de determinação menores, mas próximos aos obtidos para o modelo de regressão. Os valores do parâmetro λ3 estimados para os grupos de maturação precoce e normal, respectivamente 1,4215 e 1,5279 (Tabela 6), se aproximam do valor de λ estimado por MEYER et al., (1993) durante o período que

abrange o espigamento e início de enchimento de grãos da cultura do milho, que foi de 1,539.

Para São Borja, foram verificados os melhores aiustes para os modelos testados, com coeficientes de determinação maiores que 0,90. O modelo de regressão reduzido explicou 94,8% da variação do rendimento de grãos, para o grupo de maturação precoce, e 96,7% para o grupo de maturação normal, mostrando a grande dependência da cultura do milho à disponibilidade hídrica para as condições de São Borja. Os coeficientes de determinação obtidos para a forma reduzida do modelo de regressão são iguais aos verificados na análise de regressão entre o rendimento relativo e o índice ETr/ETm, durante o período IP-30 IP (MATZENAUER et al., 1995), uma vez que os dados se ajustaram melhor à função linear.

Os resultados para o modelo de regressão em Santo Augusto, diferem dos apresentados anteriormente, uma vez que, além do coeficiente da variável X3 (b3), também os coeficientes b2 e b4, para o grupo de maturação precoce, e b1, b2 e b4, para o grupo de maturação normal, fo-

TABELA 5 - Estatísticas dos parâmetros estimados para o modelo de regressão completo (X1 até X4) e reduzido (X3) para os grupos de maturação de milho precoce e normal. São Borja/RS. 1978/79-1981/82

	_	Grupo precoce			Grupo normal		
Modelo	coeficiente	estimativa	р	R²	estimativa	р	R²
	a	-0,1467	0,7155	0,976	0,0698	0,8552	0,976
	b1	-0,2674	0.5591	-	-0,4485	0,3205	
Completo	b2	0,0963	0,6038		0,0976	0,5641	
F	b3	1,2414	0,0001		1,2300	0,0001	
	b4	0,2473	0,0177		0,1423	0,1333	
Reduzido	a	-0,2421	0,0013	0,948	-0,2039	0,0003	0,967
	b3	1,3076	0,0001	•	1,2613	0,0001	

X1 = variável ETr/ETm no período EM-30EM; X2 = variável ETr/ETm no período 30EM-IP;

TABELA 6 - Estatísticas dos parâmetros estimados para o modelo de Jensen completo (X1 até X4) e reduzido (X3) para os grupos de maturação de milho precoce e normal. São Borja/RS. 1978/79-1981/82

			precoce		Grupo		
Modelo d	expoente	estimativa	р	R ²	estimativa	p ·	R²
	λ1	-1,2735	NS	0,940	-1,8901	NS	0,966
Completo	λ2	-0,3946	NS	,	-0,0997	NS	
Op	λ3	1,4215	**		1,5279	**	
	λ4	0,1765	NS		0,1359	NS	
Reduzido	λ3	1,3050	**	0,911	1,3022	**	0,938

^{**} significativo ao nível de 1%

X3 = variável ETr/ETm no período IP-30 IP; X4 = variável ETr/ETm no período 30 IP-MF.

EM = emergência; 30EM = 30 dias após EM; IP = início do pendoamento; 30 IP = 30 dias após IP;

MF = maturação fisiológica.

NS - não significativo

ram significativos (Tabela 7). Neste caso, o consumo relativo de água exerceu efeito sobre o rendimento de grãos também em outros períodos de desenvolvimento da cultura. No entanto, o maior efeito ainda foi observado durante o período de floração e enchimento de grãos, já que os valores de R² foram maiores que 0,80 para o modelo reduzido, para os dois grupos de maturação.

Devido à significância dos coeficientes b1, b2 e b4, ajustou-se, também, o modelo de regressão com as variáveis X1 a X3. No entanto, apenas o coeficiente b1 para o grupo de maturação normal apresentou significância estatística. O ajuste do modelo com estas três variáveis pouco melhorou em relação ao modelo somente com a variável X3. Além disso, em termos práticos, o modelo reduzido é mais indicado para utilização na previsão de rendimentos, uma vez que só utiliza a variável ETr/ETm em um período de 30 dias (período crítico da cultura), com uma antecedência de cerca de um mês da maturação fisiológica.

O modelo de Jensen não apresentou a mesma qualidade de ajuste que o modelo de regressão, já que os coeficientes de determinação foram mais baixos, principalmente para o modelo completo (Tabela 8).

Para a localidade de Veranópolis, verificase que os dois modelos testados apresentaram ajustes semelhantes, para o grupo de maturação normal (Tabelas 9 e 10). Para o grupo de maturação precoce, o modelo de regressão apresentou melhores resultados, com valores para os coeficientes de determinação de 0,844 e 0,821 para as formas completa e reduzida, respectivamente. Verifica-se que, para os dois modelos testados e para os dois grupos de maturação, somente os coeficientes da variável X3 foram estatisticamente significativos.

Nas análises de regressão, entre o rendimento relativo de grãos e o consumo relativo de água realizadas para Veranópolis (MATZENAUER et al., 1995), o modelo potencial foi o que melhor ajuste apresentou para os dois grupos de maturação, com valores de R² de 0,86 e

TABELA 7 – Estatísticas dos parâmetros estimados para o modelo de regressão completo (X1 até X4) e reduzido (X3) para os grupos de maturação de milho precoce e normal. Santo Augusto/RS. 1975/76-1980/81

Modelo			Grupo precoce			Grupo normal		
	coeficiente	estimativa	р	R²	estimativa	р	R²	
	a	-0,0256	0,9314	0,883	-0,0101	0,9752	0,880	
	b1	-0,6798	0,0671	•	-0,8005	0,0422	,	
Completo	b2	0,6644	0,0238		0,8031	0,0104		
•	b3	0,7745	0,0002		0,7962	0,0003		
	b4	0,3842	0,0076		0,3543	0,0371		
Reduzido	b3	1,0281	0,0001	0,800	1,0403	0,0001	0,800	
	b1	-0,3119	0,1310	0,827	-0,4491	0,0193	0,848	
Reduzido	b2	0,2693	0,3357	·	0,4683	0,0796	•	
	b3	1,1174	0,0001		1,0908	0,0001		

X1 = variável ETr/ETm no período EM-30EM; X2 = variável ETr/ETm no período 30EM-IP;

TABELA 8 – Estatísticas dos parâmetros estimados para o modelo de Jensen completo (X1 até X4) e reduzido (X3) para os grupos de maturação de milho precoce e normal. Santo Augusto/RS. 1975/76-1980/81

		Grupo	Grupo precoce			Grupo normal		
Modelo	expoente	estimativa	p	R²	estimativa	р	R²	
	λ1	-0,5819	NS	0,839	-0,8284	NS	0,829	
Completo	λ2	0,3210	NS	•	0,4235	NS	•	
•	λ3	0,7420	**		0,8048	**		
	λ4	0,2575	NS		0,2156	NS		
Reduzido	λ3	0,9971	**	0,794	0,9949	**	0,789	

^{**} significativo ao nível de 1%

X3 = variável ETr/ETm no período IP-30 IP; X4 - variável ETr/ETm no período 30 IP-MF.

EM = emergência; 30 EM = 30 dias após EM; IP = início do pendoamento; 30 IP = 30 dias após IP;

MF = maturação fisiológica.

NS - não significativo

0,84. Na comparação com o modelo reduzido de Jensen, que é um modelo potencial sem intercepto, verificou-se valores de R² de 0,76 e 0,69, respectivamente para o grupo precoce e normal, portanto, bem mais baixos que os obtidos no modelo de regressão potencial, caracterizando o efeito significativo do intercepto

neste caso. Resultado semelhante foi encontrado para Taquari.

ANÁLISE GERAL

Nas Tabelas 11 e 12, são apresentados os resultados da análise envolvendo os quatro lo-

TABELA 9 – Estatísticas dos parâmetros estimados para o modelo de regressão completo (X1 até X4) e reduzido (X3) para os grupos de maturação de milho precoce e normal. Veranópolis/RS.1979/80-1989/90

Modelo c		Grupo precoce			Grupo normal		
	coeficiente	estimativa	р	R²	estimativa	р	R²
	a	-0,2014	0,3291	0,844	0,0076	0,9776	0,706
	b1	-0,2384	0,3622	•	-0,0186	0,9522	•
Completo	b2	-0,1723	0,5479		0,0431	0,8999	
-	ь3	1,5445	0,0001		1,0756	0,0015	•
	b4	0,1968	0,3081		-0,0250	0,9143	
Reduzido	a	-0,3032	0,0105	0,821			
	b3	1,4197	0,0001		1,0802	0,0001	0,705

X1 = variável ETr/ETm no período EM-30EM; X2 = variável ETr/ETm no período 30EM-IP;

TABELA 10 – Estatísticas dos parâmetros estimados para o modelo de Jensen completo (X1 até X4) e reduzido (X3) para os grupos de maturação de milho precoce e normal. Veranópolis/RS. 1979/80-1989/90

		Grupo precoce			Grupo normal		
Modelo	expoente	estimativa	р	R²	estimativa	p	R ²
	λ1	-0,4528	NS	0,786	0,0236	NS	0,703
Completo	λ2	0.1444	NS	•	-0.1024	NS	
•	λ3	1.4516	**		0.9577	**	
	λ4	-0,0238	NS		-0,1248	NS	
Reduzido	λ3	1,1395	**	0,764	0,8229	**	0,693

^{**} significativo ao nível de 1%

TABELA 11 - Estatísticas dos parâmetros estimados para o modelo de regressão completo (X1 até X4) e reduzido (X3) para os grupos de maturação de milho precoce e normal. Análise geral dos quatro locais.1975/76-1989/90

		Grupo	Grupo ргесосе			Grupo normal		
Modelo	coeficiente	estimativa	р	R²	estimativa	p	R²	
	a	-0.1039	0.5117	0,737	-0,0664	. 0,7002	0,766	
	bl	-0,2205	0.2409		-0.2842	0.1625	-	
Completo	b2	0,1728	0,1893		0.2545	0,0901		
	b3	0,8267	0.0001		0,9627	0,0001		
	b4	0.1998	0,0056		0,1875	0,0270		
Reduzido	8	-0,1318	0,0136	0,699	-0,1081	0,0481	0,742	
	b3	0,9820	0,0001		1,1428	0,0001		

X1 = variável ETr/ETm no período EM-30EM; X2 = variável ETr/ETm no período 30EM-IP;

X3 = variável ETr/ETm no período IP-30 IP; X4 = variável ETr/ETm no período 30 IP-MF.

EM = emergência; 30EM = 30 dias após EM; IP = início do pendoamento; 30 IP = 30 dias após IP;

MF = maturação fisiológica.

NS - não significativo

X3 = variável ETr/ETm no período IP-30 IP; X4 = variável ETr/ETm no período 30 IP-MF.

EM = emergência; 30EM = 30 dias após EM; IP = início do pendoamento; 30 IP = 30 dias após IP;

MF = maturação fisiológica.

cais, para os dois modelos testados e para os dois grupos de maturação. Excluindo-se os menores coeficientes de determinação encontrados para os modelos de regressão e de Jensen, para o grupo de maturação normal na localidade de Veranópolis, os modelos ajustados na análise geral não apresentaram a mesma performance, quando comparados com as análises individuais. Os coeficientes de determinação encontrados para o modelo de Jensen foram levemente inferiores aos verificados para o modelo de regressão múltipla, caracterizando o bom desempenho obtido para os dois modelos ajustados. O modelo de regressão completo explicou 73,7% da variação do rendimento relativo de grãos para o grupo de maturação precoce e, 76,6% para o grupo de maturação normal, enquanto que o modelo na forma reduzida explicou cerca de 3% menos.

Apesar da significância estatística do coeficiente b4 para o modelo de regressão, nos dois grupos de maturação (Tabela 11), o consumo relativo de água exerce pouco efeito sobre o rendimento de grãos no final do período reprodutivo. Para o modelo de Jensen, o expoente λ4 também foi significativo, para o grupo de maturação precoce.

Na análise geral, observa-se um aumento na dispersão dos dados, determinando valores mais baixos para os coeficientes de determinação, em relação às análises individuais. Vários fatores podem ter contribuído para isto. Entre os fatores que influenciam a relação água-rendimento, as características dos materiais genéticos utilizados e as condições sob as quais a cultura foi conduzida, podem ser os de maior influência sobre a variabilidade dos resultados. Para minimizar o efeito da variabilidade devida ao potencial genético dos híbridos, procurou-se

utilizar materiais com características semelhantes em cada grupo de maturação. Além disso, utilizando o rendimento médio de dois ou mais híbridos, procurou-se minimizar o efeito da variabilidade, tornando a amostra mais representativa.

Dos quatro locais utilizados nas análises de regressão e no ajuste dos modelos, parte dos dados coletados em Taquari foi oriunda de experimentos irrigados (período 1975/76 a 1978/79), podendo ter aumentado a variabilidade, uma vez que os efeitos de uma chuva e de uma irrigação não são os mesmos, devido às diferentes condições ambientais ocorridas em cada situação. Este fato, aliado às diferentes condições de clima e solo entre os locais, justificou a análise individual dos dados experimentais, numa primeira etapa.

Segundo MUSICK e DUSEK (1971), a maior causa da variação dos rendimentos está associada ao número, distribuição temporal e magnitude das irrigações, bem como à quantidade e distribuição das chuvas.

A ampla faixa de semeadura utilizada, com aproximadamente três meses de amplitude, também pode ter contribuído para uma maior variação do efeito do déficit hídrico sobre o rendimento de grãos, devido às interações com outros elementos, como radiação solar e temperatura.

Além disso, apesar de procurar-se manter um padrão uniforme na condução e manejo da cultura nos diferentes locais e anos de experimentação, podem ter ocorrido variações em função da adoção e aplicação das práticas de manejo, sendo os seus efeitos difíceis de quantificar.

Além da variabilidade espacial de ambiente, principalmente das condições meteorológicas

TABELA 12 - Estatísticas dos parâmetros estimados para o modelo de Jensen completo (X1 até X4) e reduzido (X3) para os grupos de maturação de milho precoce e normal. Análise geral dos quatro locais. 1975/76-1989/90

		Grupo	Grupo precoce		Grupo normal		
Modelo exp	expoente	estimativa	р	R²	estimativa	р	R²
	λ1	-0,1692	NS	0,713	-0,3265	NS	0,748
Completo	λ2	0,3542	NS		0,1681	NS	
-	λ3	1,1630	**		0,9500	**	
•	λ4	0,2544	NS		0,1343	NS	
Reduzido	λ3	1,6111	**	0,656	1,0722	**	0,731

^{**} significativo ao nível de 1%

NS - não significativo

e das características físico-hídricas dos solos. como capacidade de infiltração e retenção de água, outras fontes de variação como a variabilidade temporal devida às condições de solo, pela alteração nas práticas de manejo e pelo melhoramento genético, podem ter exercido efeitos sobre o rendimento de grãos. Estes efeitos da variabilidade temporal sobre a resposta das plantas é denominado efeito da variação tecnológica ou tendência tecnológica, que exerce maior influência sobre as relações planta-clima à medida que aumenta o período experimental utilizado nas análises. Alguns pesquisadores têm trabalhado no sentido de quantificar o efeito da tendência tecnológica em modelos de previsão de rendimento (CHEN e FONSECA, 1980; MOTA, 1983; CUELAR et al., 1991), obtendo bons resultados.

Avaliação dos modelos ajustados

Na Tabela 13, são apresentadas algumas estatísticas para as relações entre o rendimento relativo de grãos observado e estimado pelos modelos. Verifica-se que as melhores estatísticas foram obtidas para o modelo de regressão. No entanto, as diferenças encontradas para o modelo de Jensen são pequenas, indicando o bom desempenho encontrado para o ajuste dos dois modelos.

O modelo multiplicativo de Jensen pressupõe que as variáveis independentes estejam interligadas, ou seja, que um déficit hídrico imposto em um determinado período do ciclo da cultura exerça influência em um período consecutivo. O modelo de regressão múltipla (aditivo), por sua vez, pressupõe que ocorre independên-

TABELA 13 - Valores do coeficiente de regressão (b), do desvio padrão dos erros de estimativa (S) e do coeficiente de correlação (r), para a relação entre rendimento relativo de grãos observado e rendimento relativo de grãos estimado pelos modelos de regressão e de Jensen (completo e reduzido) para os quatro locais e para a análise geral

	G*	F**			=-::			
	r	0	Mo	delo de regre	ssão	M	odelo de Jens	sen
LOCAL	u	r						
	p	m						
	0	а	b	s	r	b	S	r
	P	С	1,000	0,074	0,942	1,016	0,081	0,932
		R	1,000	0,076	0,940	1,024	0,082	0,930
Taquari								
	N	C	1,000	0,098	0,913	1,017	0,109	0,890
		R	1,000	0,110	0,890	1,039	0,116	0,869
	P	С	1,000	0,052	0,988	1,023	0,078	0,971
		R	1,000	0,078	0,974	1,056	0,092	0,960
São Borja			2				•	
	N	С	1,000	0,052	0,988	1,022	0,058	0,984
		R	1,000	0,061	0,983	1,059	0,075	0,973
	P	C	1,001	0,100	0,940	1,021	0,118	0,917
Santo		R	1,001	0,132	0,894	1,028	0,133	0,893
Augusto	N	С	1,000	0,110	0,938	1,024	0,131	0,912
J		R	1,001	0,144	0,894	1,039	0,144	0,892
	P	С	1,000	0,105	0,919	1,039	0,120	0,892
	_	Ř	1,000	0,112	0,906	1,045	0,125	0,882
Veranópolis				-,			-,	-,
•	N	С	1,000	0,126	0,840	1,012	0,126	0,839
		R	1,000	0,126	0,840	1,021	0,128	0,835
	P	С	1,001	0,114	0,858	0,979	0,120	0,846
	_	Ř	1,001	0,123	0,836	0,959	0,130	0,816
Geral			·		-	•	-	
	N	С	1,000	0,128	0,875	1,014	0,133	0,865
		R	1,000	0,135	0,861	1,011	0,138	0,855

Grupo de maturação: P – precoce; N – normal.

^{**} C-forma completa do modelo (X1 a X4); R-forma reduzida do modelo (X3).

cia entre as variáveis, nos diferentes períodos. Biologicamente, o modelo multiplicativo parece adequar-se melhor às respostas das plantas à disponibilidade hídrica, já que os processos fisiológicos ocorrem de forma contínua, não apresentando independência entre os diferentes períodos de desenvolvimento da cultura. No entanto, os resultados obtidos caracterizam, claramente, o período compreendido entre o início do pendoamento e 30 dias após, como o mais sensível em relação ao déficit hídrico, confirmando resultados obtidos por diversos pesquisadores (ROBINS e DOMINGO, 1953; DEN-MEAD e SHAW, 1960; CLASSEN e SHAW, 1970; GRANT et al., 1989), segundo os quais o período crítico do milho se situa dentro dos limites utilizados neste trabalho. Pelo fato de apresentar período crítico bastante definido e com grande sensibilidade ao déficit hídrico, o modelo multiplicativo de Jensen não mostrou vantagens sobre o modelo aditivo, já que na maioria das situações avaliadas, os modelos utilizados na forma reduzida explicam praticamente a mesma variação de rendimento que os modelos na forma completa.

Os elevados coeficientes de correlação encontrados na aferição dos modelos, comprovam o efeito significativo que o déficit hídrico exerce sobre as variações de rendimento de grãos da cultura do milho, no Estado do Rio Grande do Sul.

Alguns pesquisadores têm trabalhado no sentido de caracterizar ou quantificar o efeito da disponibilidade hídrica para algumas culturas no Estado.

AGUINSKI (1991), ajustando modelos para estimativa do rendimento relativo de grãos de milho, utilizando como variável independente a precipitação efetiva durante diferentes períodos de desenvolvimento do milho, para quatro localidades, encontrou valores r = 0.90 e r = 0.94 para o modelo aditivo e multiplicativo, respectivamente.

BERLATO (1987) relacionou o rendimento relativo da soja, com o índice ETr/ETo (evapotranspiração real em relação à evapotranspiração de referência calculada pelo método de Penman) em quatro períodos de desenvolvimento da cultura, utilizando o modelo multiplicativo de Jensen, para dois grupos de maturação

(grupo precoce+médio e grupo tardio), encontrando valores muito significativos para a correlação entre o rendimento observado e estimado pelo modelo (r = 0.93 e r = 0.92 respectivamente para o grupo precoce+médio e o grupo tardio).

BARNI (1994) relacionou o rendimento relativo de grãos de distintos grupos de maturação do girassol com o índice ETr/ETo, em diferentes períodos de desenvolvimento da cultura, para diversas localidades, utilizando o modelo multiplicativo de Jensen. Encontrou coeficientes de determinação que variaram, para as diferentes situações, entre 0,84 e 0,96 no ajuste do modelo completo e de 0,73 a 0,91, no modelo somente com o índice hídrico, no período compreendido entre a iniciação do botão floral e o final do florescimento.

Os dados apresentados, envolvendo diferentes épocas de semeadura, locais e culturas evidenciam claramente, o problema da deficiência hídrica para as culturas de primavera-verão, no Estado do Rio Grande do Sul, apesar das diferenças nos trabalhos realizados, principalmente entre a fisiologia das culturas e as variáveis independentes utilizadas, fica evidente que o déficit hídrico é um dos fatores que tem causado maiores prejuízos à safras de verão no Estado.

Validação dos modelos

Nas Figuras 1 e 2, são apresentados os resultados da validação dos modelos de regressão e de Jensen, respectivamente, nas formas completa e reduzida, para os dois grupos de maturação. O teste dos modelos foi realizado a partir dos parâmetros ajustados na análise geral (Tabelas 11 e 12), utilizando-se um conjunto de dados independentes. Os coeficientes de correlação obtidos, na relação entre o rendimento relativo de grãos observado e o rendimento relativo previsto pelos modelos, são superiores para o modelo de regressão, com valores do desvio padrão dos erros de estimativa inferiores (Tabela 14). Comparando-se a distribuição dos pontos nas Figuras 1 e 2, verifica-se uma tendência de superestimativa do modelo de Jensen para os baixos valores de rendimento relativo, confirmando o que foi constatado por ocasião da aferição dos modelos. Observa-se, também, para o

grupo de maturação normal, uma tendência de subestimativa dos valores mais elevados de rendimento relativo, para os dois modelos testados. Na validação do modelo de Jensen para diferentes grupos de maturação da soja, BERLATO (1987) também observou uma tendência de subestimativa para os valores mais elevados de rendimento relativo de grãos. Apesar disso, pode-se dizer que os modelos apresentam bom desempenho na estimativa do rendimento relativo de grãos para a cultura do milho, considerando-se os valores dos coeficientes de correlação obtidos, com um desvio padrão dos erros de estimativa próximo a 10%. Uma observação interessante, é que os coeficientes de correlação obtidos na validação dos modelos, na sua forma reduzida, foram maiores do que os obtidos na forma completa, para todos os casos testados. apresentando, também, menores valores de desvio padrão. Este resultado confirma o desempenho obtido no ajuste da forma reduzida dos modelos, constituindo-se numa adequada alternativa para utilização na estimativa do rendimento relativo de milho. A possibilidade de uso dos modelos na forma reduzida apresenta duas grandes vantagens: uma delas é que o cálculo do índice hídrico deve ser feito apenas no período 3 (IP-30 IP) e a outra, é que o modelo pode ser utilizado na previsão do rendimento relativo com uma antecedência aproximada de 30 dias da maturação fisiológica da cultura do milho. podendo ser utilizado como uma ferramenta útil na previsão de safras.

Uma limitação que os modelos apresentam, é a introdução e/ou melhoramento genético de cultivares com características hídricas diferentes, com maior ou menor tolerância ao déficit hídrico. Neste sentido, os modelos ajustados poderão servir de base para a identificação de materiais com maior tolerância ao déficit hídrico, bem como efetuar diagnóstico de lavouras, com o objetivo de minimizar prejuízos causados pela falta de água à cultura do milho, no Estado do Rio Grande do Sul.

CONCLUSÕES

- 1. O consumo relativo de água (índice ETr/ETm) é uma variável eficiente para indicar as variações de rendimento de grãos de milho entre épocas de semeadura, anos e locais no Estado do Rio Grande do Sul.
- 2. O período da cultura do milho que engloba a floração e início de enchimento de grãos, é o mais crítico em relação ao déficit hídrico.
- 3. Os modelos de regressão linear múltipla e de Jensen, que utilizam como variável independente o consumo relativo de água, podem ser utilizados para a estimativa do rendimento de grãos da cultura do milho.
- 4. O ajuste dos modelos na forma reduzida (consumo relativo de água somente no período crítico) apresenta bom desempenho, constituindo-se numa alternativa prática para a previsão de rendimentos de grãos de milho.

TABELA 14 - Valores do coeficiente de regessão (b), desvio padrão dos erros de estimativa (S) e coeficiente de correlação (r), para a relação entre rendimento relativo de grãos observado e rendimento relativo de grãos previsto (validação) pelos modelos de regressão e de Jensen (completo e reduzido), para os grupos de maturação de milho precoce e normal

Modelo	Grupo*	Forma**	ь	S	r
	P	С	1,029	0,107	0,903
•		R	1,036	0,097	0,922
Regressão	· N	С	1,061	0,104	0,940
	14	R	1,064	0,099	0,946
	P	С	1,006	0,112	0,893
	r	R	0,999	0,100	0,915
Jensen	NT.	С	1,070	0,108	0,936
	N	R	1,077	0,102	0,943

[•] Grupo de maturação: P-precoce; N-normal.

^{**} C-forma completa do modelo (X1 a X4); R-forma reduzida do modelo (X3).

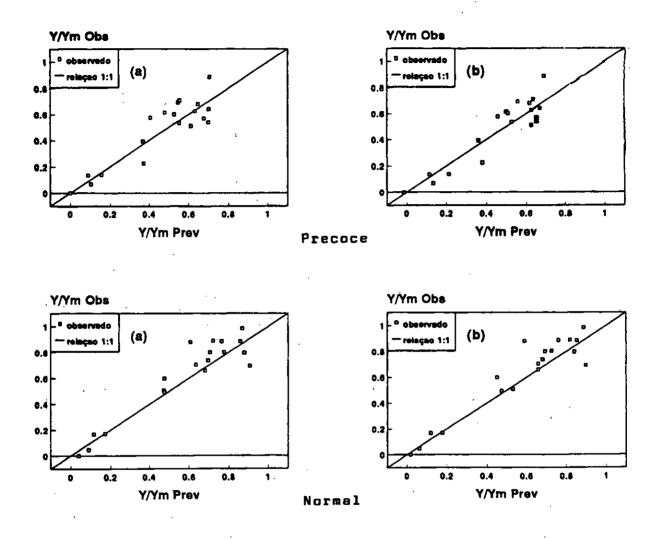


FIGURA 1 - Relação entre rendimento relativo de grãos observado (y/ym obs) e previsto (y/ym prev) pelo modelo de regressão completo (a) e reduzido (b), para os grupos de maturação de milho precoce e normal

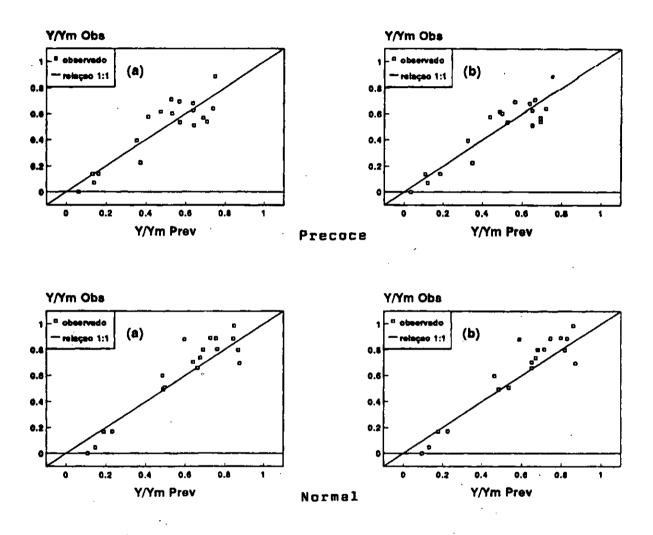


FIGURA 2 - Relação entre rendimento relativo de grãos observado (y/ym obs) e previsto (y/ym prev) pelo modelo de Jensen completo (a) e reduzido (b) para os grupos de maturação de milho precoce e normal

BIBLIOGRAFIA CITADA

- AGUINSKY, S.D. Prognóstico e otimização do rendimento do milho (Zea mays L.) no Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1991. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) Instituto de Pesquisas Hidraúlicas. UFRGS, 1991, 196p.
- BAIER, W. Crop-weather analysis model: review and model development. Journal of Applied Meteorology, Boston, v. 12, p.937-947, 1973.
- BAIER, W. Note on the terminology of crop-weather models. Agricultural Meteorology, Amsterdam, v. 20, p. 137-145, 1979.
- BARNI, N.A. Modelos de crescimento, desenvolvimento e rendimento do girassol em função da radiação global, temperatura e disponibilidade hídrica. Porto Alegre, 1994. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Departamento de Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, UFRGS, 1994. 249 p.
- BEGG, J.E.; TURNER, N.C. Crop water deficits. Advances in Agronomy, San Diego, v. 28, p. 161-217, 1976.
- BERGAMASCHI, H. Desenvolvimento de déficit hídrico em culturas. In: BERGAMASCHI, H. (Coord.) Agrometeorologia aplicada à irrigação. Porto Alegre: Editora da Universidade-UFRGS, 1992. p.25-32.
- BERLATO, M.A. Modelo de relação entre o rendimento de grãos de soja e o déficit hídrico para o Estado do Rio Grande do Sul. São José dos Campos, 1987. Tese (Doutorado em Meteorologia) Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1987. 93p.
- 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.
- CAMARGO, M.B.P. de; HUBBARD, K. Desenvolvimento de modelo de monitoramento agrometeorológico para estimativa da produtividade do sorgo no Estado de Nebraska-EUA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 8, Porto Alegre, 1993.

 Resumos...Santa Maria: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1993. p.135.
- CHEN, S.C.; FONSECA, L.B. Corn yield model for Ribeirão Preto, São Paulo State, Brazil. Agricultural Meteorology, Amsterdam, v.12, p.341-349, 1980.
- CLAASSEN M.M.; SHAW, R.H. Water deficits effects on corn. II: grain components. Agronomy Journal, Madison, v. 62, p.652-655, 1970.
- CUELAR, V.E.; COSTA, J.N.; COELHO, D.T.; GALVÃO, J.D. Estimativa da produtividade da cultura de milho em Viçosa MG, baseada em variáveis agroclimáticas e tendência tecnológica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 7, Viçosa, 1991. Resumos... Viçosa: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, UFV, 1991. p.241-244.
- CUNHA, G.R. da; BERGAMASCHI, H. Efeitos da disponibilidade hídrica sobre o rendimento das culturas. In: BERGAMASCHI, H. (Coord.). Agrometeorologia aplicada à irrigação. Porto Alegre: Editora da Universidade-UFRGS, 1992. p.85-97.
- DENMEAD, O.T.; SHAW, R.H. The effects of soil moisture stress at different stages of growth on the development and yield of corn. Agronomy Journal, Madison, v. 52, p.497-498, 1960.

- DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. Efectos del água sobre el rendimiento de los cultivos. Roma: FAO, 1979. 212p. (Riego y drenage, 33).
- FRERE, M.; POPOV, G.F. Pronóstico de cosechas basado en datos agrometeorológicos. Roma: FAO, 1980. 66p. (Producción y protección vegetal, 17).
- GRANT, R.F.; JACKSON, B.S.; KINIRY, J.R.; ARKIN, G.F. Water deficit timing effects on yield components in mayze. Agronomy Journal, Madison, v. 81, n. 1, p.61-65, 1989.
- HANKS, R.J. Model predicting plant yield as influenced by water use. Agronomy Journal, Madison, v. 66, p.660-665, 1974.
- HANKS, R.J.; RASMUSSEN, V.P. Predicting crop production as related to plant water stress. Advances in Agronomy, New York, v. 35, p. 193-215, 1982.
- JENSEN, M.E. Water consumptions by agricultural plants.
 In: KOZLOWSKY, T.T.; (Ed.) Water deficits and plant growth. New York: Academic Press, 1968. v.2, p.1-22.
- KRAMER, P.J. Plant and soil water relationships: a modern synthesis. New York: McGraw Hill, 1969. 482p.
- LIU, W.T.; BOTNER, D.M.; SAKAMOTO, C.M. Aplication of Ceres mayze model to yield prediction of a Brazilian mayze hibrid. Agricultural and Forest Meteorology, Amsterdam, v.45, p.229-312, 1989.
- LIU, W.T.; LIU, B.W.Y. Comparação de modelo simples e composto de previsão de safra de soja no Estado de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 5, Belém, 1987. Coletânea de Trabalhos Belém: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1987. p. 10-20.
- MATZENAUER, R.; WESTPHALEN, S.L.; BERGA-MASCHI, H. Estimativa do saldo de radiação sobre uma comunidade de milho (Zea mays L.) a partir da radiação global. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 2, Pelotas, 1981. Resumos ampliados ... Pelotas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1981, p.102-105.
- MATZENAUER, R.; BERGAMASCHI, H.; BERLATO, M.A. Evapotranspiração máxima do milho e relações com a evapotranspiração calculada pelo método de Penman, evaporação do tanque Classe A e radiação global, em três épocas de semeadura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 8, Porto Alegre, 1993. Resumos ... Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1993. p.81.
- MATZENAUER, R. Modelos Agrometeorológicos para estimativa do rendimento de milho, em função da disponibilidade hídrica no Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1994. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Departamento de Fitotecnia Faculdade de Agronomia, UFRGS, 1994. 172p.
- MATŽENAUER, R.; BERGAMASČHI, H.; BERLATO, M.A.; RIBOLDI, J. Relações entre rendimento de milho e variáveis hídricas. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v.3, 85-92. 1995.
- MEDEIROS, S.L.P.; WESTPHALEN, S.L.; MATZE-NAUER, R.; BERGAMASCHI, H. Relações entre evapotranspiração e rendimento de grãos de milho. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília. v.26, n.1-10, 1991.
- MEYER, S.J.; HUBBARD, K.G.; WILHITE, D.A. A cropspecific frought index for corn: I. Model development and validation. Agronomy Journal, Madison, v.85, p.388-395, 1993.

- MOTA, F.S. Weather technology models for corn and soybeans in the south of Brazil. Agricultural Meteorology, Amsterdam, v.23, p.49-64, 1983.
- MUSICK, J.T.; DUSEK, D.A. Grain sorghum response to number, timing and size of irrigation in the Southern High Plains. Transactions of the ASAE, Saint Joseph, v. 14, n.3, p.401-404, 1971.
- NELSON, W.L.; DALE, R.F. Effect of trend or technology variables and record period on prediction of corn yields with weather variables. Journal of Applied Meteorology, Boston, v. 177, p.926-933, 1978.
- PENMAN, H.L. Evaporation: an introductory survey. Netherlands Journal of Agricultural Science, Wageningen, v. 4, p.9-29, 1956.
- RAO, N.H.; SARMA, P.B.S.; CHANDER, S. A simple dated water production function for use in irrigated agriculture. Agricultural Water Management, Amsterdam, v. 13, p. 25-32, 1988.
- ROBINS, J.S., DOMINGO, C.E. Some effects of severe soil moisture deficits at specific growth stages in corn.

 Agronomy Journal, Madison, v. 45, p.618-621, 1953.

- SALTER, P.J.; GOODE, J.E. Crop responses to water at different stages of growth. Farnham Royal: Comonwalth Agricultural Bureau, 1967. 246p.
- SIQUEIRA, O.J.F.; BERG, M. Van Den. Validação do modelo de simulação SOYGRO-Soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 19, Pelotas, 1991. Soja, resultados de pesquisa 1990-1991. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1991. p. 139-144.
- THOMPSON, L.M. Weather and technology in the production of corn in the U.S. corn Belt. Agronomy Journal, Madison, v. 61, p.453-456, 1969.
- THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. The water budget and its use in irrigation. Yearbook of Agriculture, Washington, D.C. p. 346-358, 1955.
- Agriculture, Washington, D.C. p. 346-358, 1955. TSCHENCHKE, P.D.; GILLEY, J.R. Status and verification of Nebraska's corn growth Model CORNGRO. Transactions of the ASAE, Saint Joseph, v. 22, n. 6, p.1329-1337, 1979.
- WITT, C.T. Transpiration and crop yield. The Netherlands, Verse-Landbowk, Onder Z, n.64, 6-S, 1958.

CONTROLE DO MOFO AZUL EM MAÇÃS FRIGORIFICADAS

ONOFRE BERTON¹

RESUMO – Com o objetivo de controlar o mofo azul, podridão que ataca a maçã em pós-colheita, foram testados os seguintes fungicidas e respectivas dosagens de ingredientes ativos por 100 litros de água: Tiofanato-metílico – 0,07; dicloran – 0,125; tiofanato metílico + dicloran – 0,07 + 0,100; triflumizole – 0,03; diniconazole – 0,0025 e thiabendazole – 0,09. Os frutos foram inoculados com *Penicillium expansum*. Dicloran e triflumizole mostraram-se superiores aos demais fungicidas no controle do mofo azul, sem contudo controlar totalmente a podridão.

Palavras-chave: maçã, podridão de fruto, pós-colheita, controle, mofo azul, fungicida, doença de planta.

CONTROL OF BLUE MOLD ON STORAGED APPLES

ABSTRACT – In order to control blue mold on apple the following fungicides were tested with dosage of a.i./hl: Methyl tiofanate – 0,07; dicloran – 0,125; methyl tiofanate + dicloran – 0,07 + 0,100; triflumizole – 0,03; diniconazole – 0,0025 and thiabendazole – 0,09. The fruits were inoculated with *Pencillium expansum*. Dicloran and triflumizole were superior to other treatments but no total control of blue mold were observed.

Key words: apple, fruit rot, post harvest, blue mold control, fungicide, plant disease.

INTRODUÇÃO

Dentre as podridões mais comuns que ocorrem em maçãs frigorificadas, o mofo azul causado por Penicillium expansum Link pode ser considerada a mais importante (BLEICHER e BERNARDI, 1985; FORTES, 1985, a; VALDE-BENITO-SANHUEZA, 1986; BERTON, 1990,a; BERTON, 1990,b). De ocorrência generalizada em todas as regiões produtoras de frutas, esse fungo é uma ameaça constante aos frutos em conservação devido, principalmente, ao fato de se desenvolver muito bem em câmaras frias. Outro fato, de grande importância, é que este fungo apresenta cepas resistentes ao único fungicida registrado, até o momento, para o tratamento de maçãs em pós-colheita no Brasil, o thiabendazole, do grupo dos benzimidazóis

(FORTES, 1985,b; MORALES-MUÑHOZ, 1982; MORALES-MUÑHOZ, 1984). O presente trabalho teve como objetivo testar a eficiência de alguns fungicidas para o controle de *Penicillium expansum*, em maçãs da cultivar Fuji conservadas em câmara fria.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Estação Experimental de Caçador, EMPASC, instalado em 24/05/90 logo após a colheita dos frutos. Foram utilizados frutos do cultivar Fuji, de tamanho médio (entre 60 e 70mm de diâmetro). A Tabela 1 apresenta o produto comercial, o ingrediente ativo e as respectivas dosagens por 100 litros de água de cada um dos tratamentos utilizados.

TABELA 1 — Tratamento, produto comercial, ingrediente ativo e respectivas dosagens/100 litros de água para o controle do mofo azul em maçãs frigorificadas

Produto com. *	Ingrediente ativo	~	Dosagem prod. com. /100 1 água	Dosagem i.a./100 1 água
1. Cercobin FW 50	tiofanato metilico		140 ml	0,07
2. Allisan PM 50	dicloran		250 g	0,125
3. Cercobin + allisan	dicloran		140ml + 200 g	0.07 + 0.100
4. Trifumin PM	triflumizole		100 g	. 0,03
5. Sumi-eight PM	diniconazole		50 g	0,0025
6. Tecto 40	thiabendazole		225 ml	0,09
7. Testemunha inoculada				,

Dos produtos comerciais citados, não significa que a FEPAGRO ou o autor esteja recomendando.

Eng⁶ Agr⁶, M.Sc. EPAGRI, CTA do Vale do Rio do Peixe, Estação Experimental de Caçador, Caixa Postal 591, 89500-000 Caçador, SC. Recebido para publicação em 04/10/1991.

As parcelas foram compostas por cinco frutos. Os frutos foram desinfectados superficialmente por meio de álcool etílico a 70%. A partir de frutos com podridão característica, foi obtida uma cultura pura de Penicillium expansum em BDA. Os frutos foram inoculados, utilizando-se uma agulha de seringa descartável com mecha de algodão para garantir o transporte do inóculo. A agulha foi regulada para perfurar os frutos a uma profundidade de 5 mm limitada pela mecha de algodão que, ao mesmo tempo, auxiliava na deposição do inóculo. Foi utilizada uma concentração de inóculo de 10 esporos/ml. Os frutos foram inoculados no dia 24/05/90 e permaneceram a 20°C por 24 h, sendo após, tratados com os fungicidas. Foram preparados 20 litros de calda de cada fungicida e o tratamento constou do mergulho dos frutos durante 45 segundos. Os frutos foram colocados em sacos plásticos, juntamente com algodão embebido para manter a umidade relativa em torno de 100% e conduzidos para a câmara fria, tendo permanecido a uma temperatura de 0 a 3°C até o final do experimento.

O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado, fatorial 8 x 3, com 4 repetições e parcelas com 5 frutos. O produto padrão utilizado foi o tecto 40 CE. O resultado foi avaliado por meio do diâmetro da lesão (em mm) aos 15 e 45 dias após a inoculação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aos 15 e 45 dias após a inoculação dos fungos, pode-se observar, na Tabela 2, o efeito de cada um dos tratamentos pós-colheita sobre o desenvolvimento de *Penicillium expansum*. O tratamento com thiabendazole, do grupo dos benzimidazóis, não diferiu da testemunha. Sua utilização para tratamento pós-colheita deve ser

fundamentada em testes de eficiência para cada caso específico, pois o fungo apresenta cepas resistentes. Resultados semelhantes foram encontrados por FORTES, 1985; MORALES-MUÑHOZ, 1984; VALDEBENITO-SANHU-EZA, 1986.

A inoculação do fungo a 5 mm de profundidade equivale a submeter o fruto a uma machucadura superficial sob condições normais, ou seja, sem desinfecção. A experiência tem mostrado que, nesse caso, a ação de um tratamento fúngico é muito limitada, quer pela concentração do ingrediente ativo que deve ser rigorosamente respeitada, quer pelo modo de ação do fungicida quando há pouca ou nenhuma translocação. Assim, os tratamentos pós-colheita, em geral, podem apresentar boa eficiência quando se trata de desinfecção de câmara, caixas de colheita, bins, frutos, etc., porém, sempre que não houver machucadura de frutos. Pelo resultado observado, os dois produtos que proporcionaram o menor desenvolvimento de Penicillium expansum diferindo, estatisticamente, dos demais tratamentos foram dicloran e triflumizole. Não houve, entretanto, um controle completo do fungo, provavelmente, pelo fato de ter sido a inoculação feita a 5 mm de profundidade.

CONCLUSÕES

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

- 1 Nenhum produto controlou completamente *Penicillium expansum*, quando inoculado em frutos da cultivar Fuji por meio de ferimentos.
- 2 Triflumizole e dicloran apresentaram diferenças estatísticas significativas com rela-

TABELA 2 — Diâmetro médio da lesão de *Penicillium expansum* (em mm), desenvolvida sobre frutos da cultivar Fuji aos 15 e 45 dias após a inoculação para cada tratamento pós-colheita realizado. Estação Experimental de Caçador, EPAGRI, 1990

Tratamento		diâmetro m	édio da lesão (mm)
		aos 15 dias	aos 45 dias
7. Testemunha inoculada	-	9,3 a	34,8 a
6. Thiabendazole		6,3 b	31.7 ab
5. Diniconazole	•	5,8 bc	30,8 ab
1. Tiofanato metílico		5,2 bcd	30,5 ab
3. Tiof. metílico + dicloran		3,5 d	27,8 bc
4. Triflumizole		3,7 cd	23,9 cd
2. Dictoran		3,2 d	21,3 d
	CV (%)	28,03	11.48

Médias seguidas pela mesma letra não diferem, entre si, pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade

ção aos demais tratamentos, proporcionando o melhor controle de Penicillium expansum, sem contudo controlar completamente o desenvolvimento do fungo.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- BERTON, O. Prevenção de podridões. Toda Fruta, São Caetano do Sul, v.5, n.42, p.11-12, 1990,a.
- BERTON, O. Testes controlam as principais podridões que podem atacar a fruta. Toda Fruta, São Caetano do Sul, v.5, n.42, p.13, 1990,b.
 BLEICHER, J.; BERNARDI, J. Podridões da maçã e
- seu controle na pós-colheita. Florianópolis:
- EMPASC, 1985. 24p. (Boletim Técnico, 28) FORTES, J.F. Glomerella cingulata e Penicillium sp. surgimento de cepas resistentes ao benomyl.

- Fitopatologia Brasileira, Brasília, DF, v.10, p.280,
- 1985,a.
 FORTES, J.F. Microorganismos associados à podridão pós-colheita das maçãs no Rio Grande do Sul. Fitopatologia Brasileira, Brasília, DF, v.10, p.228,
- MORALES-MUÑHOZ, A.R. Razas tolerantes de Penicillium expansum (Link) a benomyl y thiabendazol em plantas embaladoras de manzanas.
- Simientes, Santiago, v.52, p.165-168, 1982. MORALES-MUNHOZ, A.R. Resistencia del mofo azul Penicillium expansum. (Link) a benomyl y
- thiabendazol em almacenaje de manzanas. Revista Frutícola, Santiago, v.4, p.87-89, 1984.
 VALDEBENITO-SANHUEZA, R.M. Controle de Penicillium expansum (Link) resistente aos benzimidazóis em maçãs frigorificadas. Revista Brasileira de Fruticultura, Cruz das Almas, v.8, n.2, p.31-34, 1986.

SEÇÃO: RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS

FRACIONAMENTO DO NITROGÊNIO ORGÂNICO DO SOLO A PARTIR DE HIDRÓLISES SUCESSIVAS¹

FLÁVIO A. de O. CAMARGO², CLESIO GIANELLO³, CAIO VIDOR³

RESUMO – Este trabalho teve por objetivo avaliar o fracionamento do N-orgânico através da comparação entre dois métodos de hidrólises sucessivas, utilizando-se dez solos representativos do Rio Grande do Sul. Em ambos os métodos, as formas orgânicas do nitrogênio foram extraídas das amostras de solo, pela aplicação de diferentes concentrações de ácido e tempos de hidrólise, obtendo-se desta forma hidrolisados de HCl 1N/3h (H1), HCl 3N/3h (H2), HCl 6N/4h (H3) e HCl 6N/20h (H4). Para a diferenciação entre métodos, conduziu-se uma segunda hidrólise sobre estes hidrolisados utilizando-se ácido propiônico e HCl concentrados (1:1) para a estimativa da fração N-α-amino. O método que sofreu apenas uma hidrólise caracterizou-se por uma pequena recuperação da fração N-α-amino, enquanto o modificado proporcionou maior extração dessa forma de nitrogênio pela inclusão da dupla hidrólise, diminuindo conseqüentemente, a fração N-não identificado. Aplicou-se uma simplificação metodológica aos quatro estágios hidrolíticos descritos, com o objetivo de reduzi-los à metade, obtendo-se assim, apenas os dados de H1 e H2 e estimando-se matematicamente o somatório total. Esta simplificação mostrou-se inadequada por subestimar os valores determinados, observando-se uma melhor estimativa das frações de N-orgânico através de um novo ajuste, seguindo a racionalidade da simplificação proposta. De modo geral, verificou-se através da separação individual dos hidrolisados uma recuperação de 63,2% de uma fração mais lábil presente nos dois primeiros estágios da hidrólise sucessiva (H1 e H2), sendo o remanescente (H3 e H4) oriundo de uma fração mais recalcitrante.

Palavras-chave: solo, nitrogênio orgânico, hidrólise sucessiva.

FRACTIONATION OF SOIL ORGANIC NITROGEN BY MEANS OF SUCCESSIVE HYDROLYSIS

ABSTRACT – This study was conducted with the objective of identifying the main forms by which the organic N occur in ten soils of Rio Grande do Sul-Brazil as determined by two methods of successive hydrolysis. Among the methods the fractions was extracted from soils by applying different acid concentration and hydrolysis periods, to obtain hydrolyzed of 1N HC1/3h (H1), 3N HC1/3h (H2), 6N HC1/4h (H3) and 6N HC1/20h (H4). For methods differentiation, a second hydrolysis was performed in these hydrolyzed with propionic and perchloric concentrated acids for the estimation of the α-anino-N fraction. The method with only one hydrolysis was inefficient for characterizing the α-amino-N fraction, whereas the method modification proposes by the same authors enhances the extraction of thus fraction with a consequent decrease of the nonidentified-N fraction. A methodological simplification was applied in the foir described hidrolyzate stages with the objective of reducing then to half, obtaining, in this way, only H1 and H2 data, and estimating by equations the total of four stages. This simplification underestimated the values of the N-organic fractions. As a result new equations were adjusted, showing a better estimation of the different fractions. About 63% of the hydrolyzed-N was recovered during the first two stages of the successive hydrolysis (H1 and H2), the remaining being a more recalcitrant fraction present in the last two stages (H3 and H4).

Key words: soil, organic nitrogen, successive hydrolysis.

Recebido para publicação em 20/07/1995.

Trabalho apresentado na XXI Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo
e Nutrição de Plantas, Petrolina, 28 de agosto a 02 de setembro de
1004

Aluno de Doutorado do Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia UFRGS, Caixa Postal 776, 90001-970 Porto Alegre RS.

Eng[®] Agr[®], Ph. D.-Prof. do Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia UFRGS.

INTRODUÇÃO

Os métodos usualmente utilizados para a análise do N-orgânico no solo baseiam-se no aquecimento contínuo da amostra na presença de HC1 6N sob refluxo em períodos que variam de 6 a 24 horas, característica das técnicas degradativas de análise de proteínas (STE-VENSON, 1982). Estes métodos são rápidos e a extração protéica é completa, mas falham em analisar a grande proporção do N-não identificado, produzido em parte pela decomposição de compostos orgânicos nitrogenados ou por interações secundárias produzidas durante a hidrólise (JANEL et al., 1979).

As formas desconhecidas do nitrogênio, segundo SOWDEN et al. (1977), podem ser estimadas pelas porcentagens do N-não identificado hidrolisável, do N-não hidrolisável mais a metade da concentração de N-amônio (correção para o conteúdo de N-NH, fixado por argilas e NH, formado pela hidrólise de amidas e hidróxi-aminoácidos). Partindo dessas premissas, esses autores fracionaram o N-total de 104 amostras de solo das mais distintas condições climáticas e constataram que a forma não identificada do nitrogênio foi cerca de 41 a 46% do N-total. Baseados nestes valores, IVARSON e SCHNITZER (1979) isolaram esta fração desconhecida com o objetivo de verificar seu comportamento frente à microbiota do solo a pH 7,0. Os autores constataram que a maior parte desta fração é biodegradável, portanto, passível de influir no balanço do nitrogênio, principalmente em termos de disponibilidade às plan-

Para melhorar a estimativa e reduzir a fração não identificada do N-orgânico foram propostos métodos com utilização de hidrólises sucessivas. Estes caracterizam-se por submeter a amostra a várias hidrólises a diferentes tempos e concentrações de ácido (GONZALEZ-PRIETO et al., 1984; GONZALEZ-PRIETO e CARBALLAS, 1988 e 1992; JANEL et al., 1979; SCHNITZER e HINDLE, 1981). O método proposto por GONZALEZ-PRIETO et al. (1984) envolve quatro hidrólises a tempos e concentrações diferentes sobre a mesma amostra. Esses autores observaram que o método era limitado em estimar a fração N-α-amino, o que os levaram a introduzir uma segunda hidrólise sobre o hidrolisado original (GONZALEZ-PRIETO e CARBALLAS, 1988). Foi observado ainda que a soma das frações contidas nas duas primeiras hidrólises apresentava correlação significativa com o somatório das mesmas frações dos quatro hidrolisados. Assim, foi proposta uma simplificação do método de fracionamento (GONZALEZ-PRIETO e CAR-BALLAS, 1992). Com a simplificação, determinam-se apenas as frações contidas nos dois primeiros hidrolisados, sendo a quantidade total de cada fração na amostra estimada por ajustamento matemático proposto pelos autores. Apesar de laboriosos, esses métodos demonstram que a hidrólise fracionada do N-orgânico libera cerca de 40% da fração lábil pelo tratamento com HC1 3 N por 3 horas e cerca de 60% de uma fração não lábil, que requer o tratamento com HC1 6N durante 20 horas.

O melhor conhecimento da suscetibilidade das formas de N-orgânico à mineralização proporcionaria maior precisão nas recomendações de adubação nitrogenada às plantas. A partir destas considerações, desenvolveu-se a presente pesquisa com o objetivo de comparar o método de hidrólises sucessivas, proposto por GONZALEZ-PRIETO et al. (1984), com o modificado descrito por GONZALEZ-PRIETO e CARBALLAS (1988), para avaliar o fracionamento do N-orgânico presentes em solos subtropicais. Objetivou-se também testar a simplificação do método modificado proposto por GONZALEZ-PRIETO e CARBALLAS (1992), como forma de reduzir os procedimentos recomendados pelo método modificado.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de solo utilizadas foram coletadas do horizonte superficial (0 - 20 cm) de 10 solos representativos do Rio Grande do Sul, compreendendo uma ampla faixa de teores de matéria orgânica (17 a 56 g/kg), nitrogênio (0,9 a 2,5 g/kg), pH (4,0 a 6,4) e conteúdo de argila (180 a 550 g.dm⁻³). Duas amostras, por solo, contendo cerca de 10 mg de N-orgânico/amostra foram submetidas às hidrólises descritas pelo método de GONZALEZ-PRIETO et al. (1984) e à modificação proposta pelos mesmos autores para a dupla hidrólise dos aminoácidos contendo grupamentos α (GONZALEZ-PRIETO e CARBALLAS, 1988). Em ambos os métodos, o N-orgânico foi fracionado a partir de quatro hidrólises sucessivas da mesma amostra com HCl 1 N por 3 horas, HCl 3 N por 3 horas, HCl

6 N por 4 horas e HCl 6 N por 20 horas, referidas como H1, H2, H3 e H4, respectivamente. A modificação consistiu de uma segunda hidrólise sobre o primeiro hidrolisado, utilizando HCl e ácido propiônico concentrados (1:1) em bombas de reação a 150 °C por 15 minutos. Após a neutralização de cada hidrolisado, foi determinado o N-hidrolisado total (micro Kieldahl): o N-amônio e N-amida pela destilação com MgO; o N-hexosamina pela destilação com o tampão fosfato-borato, subtraindo-se o valor de N-amônio; o N-α-amino foi determinado por destilação do hidrolisado após reação com ninhidrina (pH 2,5 a 100 °C) e pré-tratamento da amostra com NaOH 0,5 N e tampão fosfato-borato. A diferenca entre a soma destes valores e do N-hidrolisado total, resultou no valor do N-não identificado. No método simplificado (GONZALEZ-PRIETO e CARBALLAS, 1992) foram obtidas equações lineares a partir da correlação entre o Σ Ht (H1 + H2 + H3 +H4) e o Σ H(H1 + H2), ou seja, com os dados de H1 + H2 estima-se o ΣHt das equações para as diferentes frações: N-amônio Y=2,395 + 1,361X r = 0.878; N-hexosamina Y = 0.309 + 1.339X r = 0,985; N- α -amino Y = -0,051 + 1,222X r = 0.983; N-não identificado Y = 4.393 + 1.047X r = 0,943 e N-hidrolisado Y = 6,439 + 1,155 X r= 0.966, onde Y = Σ Ht e X = Σ H são expressos pela porcentagem de N-orgânico. A partir dos procedimentos normais da análise de variância, compararam-se as médias pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A principal diferença entre o método original e o modificado foi constatada na fração N-α-amino (Tabela 1). Esta fração é afetada pelos ciclos de aquecimento e resfriamento característicos da hidrólise sucessiva, sendo ge-

ralmente subestimada. A origem deste decréscimo está na formação de complexos nitrogenados a partir da degradação de aminoácidos (SCHNITZER e HINDLE, 1981). Além do erro introduzido pelo fator físico (alteração da temperatura) na metodologia, existe ainda o efeito de natureza química. Com o aumento do tempo e da concentração de HCl, pode ocorrer a degradação de aminoácidos, como no caso da asparagina constatada por YONEBAYASHI e HATTORI (1980). Essas constatações já haviam sido observadas por GONZALEZ-PRIETO et al. (1984), que resultaram na modificação do método original (GONZALEZ-PRIETO e CAR-BALLAS, 1988) para determinação do N-α-amino hidrolisado, incluindo a dupla hidrólise com ácido propiônico. Aparentemente, o ácido propiônico aproximaria o HCl das ligacões menos acessíveis (SCOTCHLER et al., 1970). Conforme verificado por esses autores, a dupla hidrólise proporcionou maior extração do N-α-amino que o método original (cerca de 122%). No presente trabalho, o aumento da fracão N-α-amino foi de aproximadamente 50%. A utilização do ácido propiônico mostrou que cerca de 27% da fração desconhecida hidrolisada era proveniente da degradação de aminoácidos. O aumento na fração N-α-amino pode ainda ser considerado como sendo resultante da desaminação de produtos insolúveis provenientes de compostos nitrogenados, polissacarídeos e polifenóis liberados durante os estágios da hidrólise (JANEL et al., 1979).

Os dados constantes na Tabela 1 mostram que o método simplificado subestimou os valores obtidos. Estatisticamente, as diferenças foram mais acentuadas na fração hidrolisada total, N-α-amino e N-não identificado. Neste trabalho, a utilização de H1 e H2, a partir do ajuste matemático proposto por GONZALEZ-PRIETO e CARBALLAS (1992), foi insuficiente para

TABELA 1 – Distribuição das formas orgânicas de nitrogênio em solos do Rio Grande do Sul (médias de dez solos) determinadas através de hidrólises sucessivas proposto por GONZALEZ-PRIETO et al. (1984) e GONZALEZ-PRIETO e CARBALLAS (1988 e 1992)

Métodos /frações	N-Hidro.	N-Amônio	N-Amida	N-Hexosa.	N-α-amino	N-ñident.
			% N-to	al		
Original (1984)	53,1 a	4,1 b	3,1 a	11,0 a	12,1 c	22,8 a
Modificado (1988)	53,1 a	4,1 b	3,1 a	11,0 a	18,1 a	16,8 b
Simplificado (1992)	52,0 b	7,3 a	0,0 ь	9,9 a	17,4 b	13,6 b
Ajustado	53,1 a	7,2 a	0,0 ь	11,0 a	18,1 a	16,8 b
CV%	3,34	0.56	0.87	8,58	0,57	12,11
DMS (5%)	1,02	0,04	0,58	1,12	0,09	1,53

estimar os valores das frações do N-orgânico do solo. Em vista disso, houve a necessidade de um novo ajustamento matemático com base nas quatro hidrólises do presente trabalho. As equações obtidas são a seguir apresentadas: N-amônio Y=Y=17,93 + 1,252X r=0,97; N-hexosamina Y=50.94 + 1.1141X r=0.80; $N-\alpha$ -amino Y=15,42 + 1,445X r=0,91; N-não indentificado Y=-27,98 + 1,647X r=0,87; e N-hidrolisado Y=-135,39+1,861X r=0,97, onde Y= estima Σ Ht (mgN.kg⁻¹ solo), e X = Σ H (mgN.kg⁻¹ solo). O novo ajuste estimou adequadamente as frações, utilizando-se as novas equações propostas conforme mostra a Tabela 1. A subestimação constatada no modelo original de GONZALEZ-PRIETO e CARBALLAS (1992) foi devido provavelmente ao fato de que os solos utilizados por esses autores não são abrangentes como os mesmos preconizam, apresentando conteúdos elevados de carbono e nitrogênio, quando comparados com os solos do presente traballho. Desta forma, qualquer estimativa desta natureza seria mais adequada se estivesse associada à obtenção de ajustes específicos para determinada região.

Não houve diferenças entre as frações NH₄⁺ total e NH₄⁺ + N-amida, embora, a estimativa adicional da forma N-amida representa uma vantagem do método (GONZALEZ-PRIETO e CARBALLAS, 1988; YONEBAYASHI e HATTORI, 1980). Considerando-se a soma das frações N-amônio (7,3%), N-hexosamina (9,9%) e N-α-amino (17,4%), obter-se-ia um valor de 18,5% para N-não identificado por diferença com o N-hidrolisado. Entretanto, o valor estabelecido pela simplificação foi de 13,6%, representando uma diminuição de cerca de 26% da fração N-não indentificado. Essa foi a fração mais afetada pelo ajuste proposto por GONZALEZ-PRIETO e CARBALLAS (1992).

Cerca de 63,2% do N-total foi hidrolisado nos dois primeiros estágios (Figura 1a).

GONZALEZ-PRIETO e CARBALLAS (1991) verificaram que o somatório dos dois primeiros estágios é responsável pela estimativa de mais de 65% do N-orgânico existente em amostras provenientes de 23 locais do nordeste da Espanha. Esta constatação resultou na proposta da simplificação do método com a utilização do EH para estimar as diferentes frações do N-orgânico que seriam obtidas pelo tratamento das amostras com quatro hidrólises sucessivas (EHt).

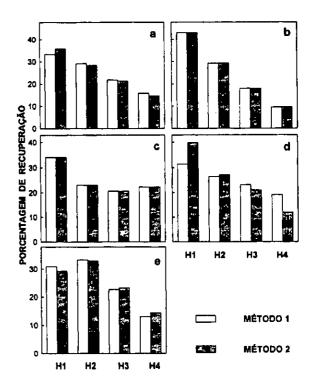


FIGURA 1 – Porcentagem de N-hidrolisado total (a),
N-amida (b-H1), N-amônio (b-H2, H3 e
H4), N-hexosamina (c), N-α-amino (d)
e N-não identificado (e), recuperado em
H1 (HCl 1N/3h), H2 (HCl 3N/3 h), H3
(HCl 6N/4h) e H4 (HCl 6N/20h), determinado através de hidrólises sucessivas
pelo método original (1) e modificado
(2), descritos por GONZALEZPRIETO et al. (1984) e GONZALEZPRIETO e CARBALLAS (1988), respectivamente

Observa-se ainda que em H1 (HCl 1N/3h) houve uma recuperação média de 35% das formas hidrolisadas nos dois métodos (Figura 1a). Das formas presentes em H1, a fração N-amida foi a que ocorreu em maior proporção, com cerca de 43,1% (Figura 1b). A princípio, esta situação é o concordante com o fato da hidrólise fracionada do N-orgânico proporcionar cerca de 40% de uma fração lábil hidrolisada nos dois primeiros estágios (GONZALEZ-PRIETO e CARBALLAS, 1988). O N-amônio presente nos hidrolisados H2, H3 e H4 é derivado da decomposição de compostos orgânicos e do amônio fixado nas argilas, não sendo determinado em H1 porque nesta hidrólise são estimados apenas o amônio inorgânico e o N-amida, representada na Figura 1b como H1(YONEBAYASHI e HATTORI, 1980). De forma concordante com GONZALEZ-PRIETO e CARBALLAS (1988), metade do N-amônio foi produzido durante a

hidrólise com HCl 3N durante três horas (Figura 1b).

No presente trabalho, a recuperação da fração N-hexosamina em H1, H2, H3 e H4 foi de 34,1%, 23%, 20,6% e 22,3%, respectivamente, constatando-se uma distribuição equitativa, principalmente nos três últimos estágios (Figura 1c). Estes dados contrariam os resultados obtidos por GONZALEZ-PRIETO e CARBALLAS (1988), que observaram duas subfrações distintas de N-hexosamina em termos de resistência à hidrólise. A fração mais lábil hidrolisada por HCl 1N (H1) recuperou cerca de 54% do total obtido, enquanto que na fração mais recalcitrante obteve-se cerca de 37% com a hidrólise HCl 6N (H3), ficando os 9% restantes distribuídos em H2 e H4.

Na hidrólise da fração N-α-amino, observa-se que os teores presentes nas frações H1 e H2 foram cerca de 10% superiores ao método original (GONZALEZ-PRIETO et al., 1984, Figura 1d). Estes resultados são concordantes com JANEL et al. (1979), SCHNITZER e HINDLE (1981) e GONZALEZ-PRIETO e CAR-BALLAS (1988), uma vez que a maioria dos aminoácidos livres, ou em cadeias peptídicas, não necessitam de ácidos muito concentrados para hidrólise total. Os resultados também são concordantes com os de YONEBAYASHI e HATTORI (1980) e SCHNITZER e HINDLE (1981) que constataram a necessidade de utilizar HCl 6N durante 24 horas para hidrólise total das proteínas. Na Figura 1d, observa-se que a soma dos percentuais obtidos em H3 e H4 totaliza 37%.

Em termos de N-total, a recuperação da fração N-α-amino pelo método modificado em relação ao método original foi 1,89 vezes maior em H1, 1,53 vezes maior em H2 e 1,36 vezes maior em H3. Apenas em H4 a recuperação foi menor do que a obtida pelo método original (0,96) provavelmente em função da desaminação parcial. Por isso, GONZALEZ-PRIETO e CARBALLAS (1988) não recomendam a utilização da dupla hidrólise com ácido propiônico e clorídrico no último estágio (H4).

Não houve diferença significativa entre os métodos na determinação do N-não identificado presente em H1 e H2 (Figura 1e). Em torno de 63% desta fração foi recuperada nos dois primeiros estágios, sendo o remanescente (37%) oriundo de uma fração mais recalcitrante presente nos hidrolisados H3 e H4. Estes valores sugerem que o aumento do N-não identificado

no hidrolisado, especialmente nos estágios iniciais possa ser devido à menor recuperação inicial do $N-\alpha$ -amino.

A recuperação de 63,2% de formas hidrolisadas no Nitrogêncio orgânico constatada nas hidrólises com HCl 1 e 3 N por 3 horas. (H1 e H2), identifica uma fração que pode ser utilizada de forma a estabelecer um comportamento de labilidade do N-orgânico do solo. Pode-se também inferir a existência de uma fração recalcitrante não hidrolisada por estes dois estágios, com o aumento do tempo e concentração de ácido (H3-HCl 6N/4h e H4-HCl 6N/20h). O entendimento deste comportamento é essencial no conhecimento da dinâmica do nitrogênio no solo, principalmente em termos de suscetibilidade destas frações à mineralização proporcionada pela ação microbiana. Pelo exposto, o conjunto de hidrólises diferenciadas em termos de tempo e concentração de ácido, descritos pela metodologia das hidrólises sucessivas, permite inferir sobre o potencial de mineralização do N-orgânico, principalmente sobre as formas lábeis prontamente disponíveis às plantas.

CONCLUSÕES

- O método descrito por GONZALEZ-PRIETO et al. (1984) caracterizou-se por uma pequena recuperação da fração N-α-amino, enquanto o modificado (GONZALEZ-PRIETO e CARBALLAS, 1988) proporcionou maior extração dessa forma de Nitrogênio, diminuindo a fração N-não identificado.

– A simplificação do método modificado (GONZALEZ-PRIETO e CARBALLAS, 1992) mostrou-se inadequada por subestimar os valores determinados, obtendo-se uma melhor estimativa das frações de N-orgânico através de um novo ajuste para os solos em estudo, seguindo a racionalidade da proposta de simplificação.

Através da separação individual dos hidrolisados, constatou-se uma recuperação de 63,2% de uma fração mais lábil presente nos dois primeiros estágios da hidrólise sucessiva (H1 e H2), sendo o remanescente oriundo de uma fração mais recalcitrante presente nos hidrolisados H3 e H4.

BIBILIOGRAFIA CITADA

GONZALEZ-PRIETO, S.J.; CARBALLAS, T. Composition of organic N in temperate humid region soils (NW Spain). Soil Biology and Biochemistry, Oxford, v.23, n.7, p.887-895,1991.

- GONZALEZ-PRIETO, S.J.; CARBALLAS, T. Modified method for the fractionation of soil organic nitrogen by sucessive hydrolysis. Soil Biology and Biochemistry, Oxford, v.20, n.1, p.1-6, 1988. GONZALEZ-PRIETO, S. J.; CARBALLAS, T.Simple
- GONZALEZ-PRIETO, S. J.; CARBALLAS, T.Simple step-wise acid hidrolysis method for the fractionation of soil organic nitrogen. Soil Biology and Biochemistry, Oxford, v.24, n.9, p.925-926.1992.
- GONZALEZ-PRIETO, S. CARBALLAS, M., CARBALLAS, T. First results on the effect of number on stages of the hydrolytic analysis of the distribution of nitrogenated organic compounds in cale slurry. Anales de Edafologia y Agrobiologia, Madrid, v.43, n.7, p.1243-1246, 1984.

 IVARSON, K. C.; SCHNITZER, M. The biodegradability
- IVARSON, K. C.; SCHNITZER, M. The biodegradability of the "unknown" soil-nitrogen. Canadian Journal of Soil Science, Otawa, v. 56, n.1, p. 59-67, 1979. JANEL, P.; JOCTEUR MONROZIER, L.; TOUTAIN, F.
- JANEL, P., JOCTEUR MONROZIER, L., TOUTAIN, F. Caracterization de l'azote des litiers et des sols par hydrolyse acid. Soil Biology and Biochemistry, Oxford, v.11, n.2, p.141-146, 1979.

- SCHNITZER, M.; HINDLE, D.A. Effects of different methods of acid hydrolysis on the nitrogen distribution in two soils. Plant and Soil, The Hague, v.60, n.2, p.237-243, 1981.
- SCOTCHLER, J.; LOZIER, R.; ROBINSON, A.B. Cleavage of single amino acid residues from Merrifield resin with hydrogen chloride and hidrogen fluoride. Journal of Organic Chemistry, New York, v.35 n.16, p.3151-3152, 1970.
- v.35 n.16, p.3151-3152, 1970.

 SOWDEN, F.J.; CHEN, Y.; SCHINITZER, M. The nitrogen distribution in soils formed under widely differing climatic conditions. Geochimica et Cosmochimica Acta, London, v.41, n.8, p.1524-1526, 1977.
- STEVENSON, F.J. Organic forms of soil nitrogen. In: STEVENSON, F.J. Nitrogen in agricultural soils. Madison: American Society of Agronomy, 1982. p.67-122.
- YONEBAYASHI, H.; HATTORI, T. Improvements in the method for fractional determination of soil organic nitrogen. Soil Science and Plant Nutrition, Tokio, v.26, n.3, p.469-481, 1980.

SEÇÃO: VETERINÁRIA

MASTITE BOVINA CAUSADA POR Candida albicans

CELSO PIANTA¹

RESUMO – São apresentados os resultados das lactoculturas realizadas em 102 amostras de leite de bovinos de uma propriedade com alta prevalência de mastite bovina clínica e subclínica, das quais houve o isolamento de 36 amostras de Candida Albicons. É analisado o relacionamento entre o isolamento laboratorial do agente etiológico da enfermidade com aspectos epidemiológicos do manejo sanitário empregado tanto na ordenha quanto no tratamento destes animais.

Palavras-chave: mastite, doença animal, levedura, Candida albicans

BOVINE MASTITIS DUE TO Candida albicans

ABSTRACT — The results of bacteriological studies of 102 milk samples from cows in a herd with ligh prevalence of clinical and subclinical mastitis yelding 36 isolates of the yest *Candida albicans* are described.

The relationship between the aetiological agent of yeast intramammary infection and some epidemiological aspects of the herd, associated with the failure of the long term antibacterial therapy is analysed.

Key words: mastitis, animal disease, bovine yeasts, Candida albicans

INTRODUÇÃO

A identificação de leveduras envolvidas na etiologia da mastite bovina, embora seja relatada desde o início do século, foi amplamente divulgada graças à precisa identificação de gêneros e espécies em décadas posteriores, quando os relatos da etiologia fúngica de enfermidade tornaram-se mais frequentes (MURPHY e DRAKE, 1947; GALLI, 1954, FARNSWORTH e SORENSEN, 1972).

A ordem na prevalência de isolamentos dos gêneros de leveduras, segundo FARNSWORTH (1977), distribui-se entre os gêneros Candida, Cryptococcus e Trichosporum e, de acordo com SCHALM (1971), o gênero Cryptococcus é o mais comum dos isolamentos de casos de infecções intramamárias causadas por leveduras.

A fonte de infecção destes fungos reside em diferentes locais, segundo os relatos de seu isolamento e identificação, como os utensílios de ordenha, preparações medicamentosas, instrumentos para introdução intramamária, assim como nas mãos do ordenhador e sobre a pele que reveste o teto do animal (AINSWORTH e AUSWICK, 1973). MOS et al. (1978), consideram possível também a origem micótica como consequência da intensiva terapia intramamária, efetuada com a utilização de antibióticos como a penicilina e tetraciclina.

O presente artigo descreve a presença de Candida albicans como agente etiológico de um surto de mastite surgindo após prolongado tratamento onde foram empregados diversos tipos de antibióticos aplicados, tanto pela via intramuscular como a intramamária.

No Rio Grande do Sul, FERREIRO et al. (1985) relatam o gênero *Candida* como o mais prevalente dos casos de mastite micótica em levantamento efetuado em nove municípios da Grande Porto Alegre.

Méd. Vet., MSc. - FEPAGRO/Centro de Pesquisa Veterinária Desidério Finamor, Caixa Postal 2076, 90001-970 Porto Alegre, RS. Recebido para publicação em 19/6/1995.

MATERIAL E MÉTODOS

1. Materiais

a) Antecedentes:

Propriedade destinada à produção de leite tipo "B", com rebanho de vacas da raça Holandês preto e branco, ordenhadas mecanicamente duas vezes ao dia, em sala de ordenha tipo "espinha de peixe". Após a ordenha, é efetuada a imersão dos tetos em solução anti-séptica*.

b) Amostras de leite:

Ao laboratório foram remetidas semanalmente, por 3 semans, 17 amostras de leite colhidas ao acaso entre as vacas em produção. O frasco contendo a amostra analisada representava a produção de leite de cada vaca sem individualização do quarto mamário produtor.

Dez dias após o final do tratamento indicado, novas amostras foram coletadas para lactoculturas e teste de avaliação da eficácia terapêutica, resultando no controle da infecção intramamária.

c) Tratamento:

Foi empregada solução de nistatina** pela via intramamária.

O leite produzido pelas vacas em tratamento não foi remetido para a indústria, por um período de seis ordenhas consecutivas.

2. Métodos

a) Lactoculturas:

As amostras de leite, em volume de 5 a 10 ml, foram colhidas de forma asséptica em frascos estéreis com tampa de rosca, acondicionadas em gelo e remetidas para cultura. No laboratório, o leite foi semeado em meios de ágarsangue (contendo 5% de sangue desfibrinado de carneiro), ágar MacConkey com cristal violeta e ágar Sabouraud. As leituras dos meios inoculados e incubados em aerobiose a 37°C foi realizada diariamente por 5 dias.

b) Identificação do Agente:

* - Solução aquosa de iodofor contendo 3,6% de iodo disponível

- Micostatin - Squibb - São Paulo

As características do gênero Candida foram observadas pela morfologia das colônias desenvolvidas sobre os meios de ágar-sangue e sabouraud, bem como pela ausência de desenvolvimento no meio de MacConkey. Através da coloração pelo método de Gram, foram observadas células leveduriformes sem cápsula, compatíveis com as características do gênero citado.

A classificação da espécie envolveu a realização dos testes de Germinação em Tubo (GTT), produção de pseudohifas em clara de ovo e de clamidósporos em ágar farinha de milho, fermentação da glicose, lactose, maltose, sacarose e galactose, e assimilação da sacarose, segundo COTTRALL (1978) LENNETTE et al. (1974) e CRUZ (1985).

c) Tratamento:

O tratamento consistiu em infusão intramamária por três dias consecutivos, uma vez ao dia, após a ordenha da tarde, de um frasco-ampola de 10 000 UI/ml de nistatina* diluído em veículo próprio do fabricante.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todas as vacas que apresentaram reação positiva no "California Mastitis Test" e que tiveram seu leite colhido e cultivado em laboratório, evidenciaram crescimento de leveduras do gênero *Candida*.

Exame clínico nos úbres e testes C.M.T. realizados sete dias após o último tratamento intramamário, revelaram ausência de sinais clínicos e de positividade, respectivamente.

Os resultados obtidos nos testes realizados coincidem com os de COTTRALL (1978), LENNETTE et al. (1978) e CRUZ (1985) com relação às características coloniais, aspectos morfológicos, tintoriais e bioquímicos.

Considerando o tratamento anteriormente efetuado, onde foram utilizados antibióticos de diversos princípios ativos tais como cefalosporinas, penicilina, cloranfenicol, tetraciclina e gentamicina por um longo período de tempo que provavelmente tenha culminado com a eliminação da flora bacteriana existente na pele do teto, assim como a possível contaminação de instrumentos empregados em infusão intramamária,

 [–] MICOSTATIN – Squibb – São Paulo

a ocorrência da infecção fúngica neste rebanho pode ser explicada por estas duas hipóteses, as quais poderiam atuar isolada ou concomitantemente.

Não foram efetuadas culturas do tecido epitelial que recobre os tetos, entretanto a possibilidade da infecção por leveduras após eliminação da flora bacteriana em função do intenso uso de antibióticos, encontra respaldo no trabalho de MOS et al. (1978), que observam sinais clínicos da infecção por *Candida*, seguida da administração de oxitetraciclina por um período de cinco dias.

Com o manejo sanitário empregado no rebanho onde estabeleceu-se a infecção micótica, obteve-se esta queda na manutenção do seu elevado padrão higiênico e produtivo, provavelmente ocasionado pela falha no procedimento rotineiro do laboratório clínico anteriormente contratado, o qual não observou certas particularidades no cultivo de leveduras.

Alguns cuidados metodológicos devem ser observados quando da realização da cultura e posterior leitura em micologia, tais como:

1) impropriedade ou seletividade dos meios de cultura rotineiramente empregados para a realização do diagnóstico bacteriológico; 2) o aparecimento mais tardio no meio de ágar-sangue de colônias de leveduras, quando comparado com o tempo de aparecimento de colônias bacterianas; e 3) o crescimento de colônias bacterianas tende a encobrir a visualização das pequenas colônias não hemolíticas de leveduras da espécie *Candida albicans* (FARNS-WORTH, 1977).

O teste de assimilação da sacarose, foi incluído na rotina laboratorial para distinguir as espécies Candida albicans e Candida stellatoidea.

CONCLUSÕES

Considerando os dados epidemiológicos do manejo das infecções intramamárias na propri-

edade em estudo, pode-se concluir que a infecção por leveduras da espécie Candida albicans, ocorreu ou em função do uso de sonda intramamária contaminada com o agente ou pelo uso prolongado de drogas antibacterianas às quais poderiam ter eliminado a microbiota bacteriana competidora e antagonista.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- AINSWORTH, G. C., AUSTWICK, P. K. C. Fungal disease of animals 2. ed. Farnham Royal: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1973. 216 p.
- BECK, C. C. Mycotic Mastitis. Michigan State Veterinary, USA, v. 17, n. 1, p. 82, 1957.
- COTTRALL, G. E. Mannual of standized methods for veterinary microbiology. London: Cornell University Press, 1978. 731p.
- CRUZ, L. C. H. Microbiologia veterinária. Rio de Janeiro: Imprensa Universitária, 1985. 202p.
- FARNSWORTH, R. J. Significance of Fungal Mastitis. Journal of the American Veterinary Medical Associoation, v. 170, n. 10, p. 1173-1174, 1977.
- FARNSWORTH, R. J.; SORENSEN, D. K. Prevalence and Species Distribution of Yeasts im Mammary Glands of Dairy Cows in Minnesota. Canadian Journal of Comparative Medicine, Otawa, v. 36, p. 239-332, 1972.
- FERREIRO, L.; FERREIRO, C. L. R.; BANGEL Jr., J. J.; SOARES, H. C.; MOOJEN, V.; FERNANDES, J. C. T. Mastite bovina na grande Porto Alegre, RS-Brasil: agentes etiológicos isolados durante o período 1982-1985. Arquivos da Faculdade de Veterinária da UFRGS, n. 13, p. 81, 1985.
- GALLI, G. Observations and research on bovine mycotic mastitis. Veterinaria di Italia, Milano, v. 5, p. 587-604, 1954.
- LENNETTE, E. H.; SPAULDING, E. H.; TRUANT, J. P. Manual of clinical microbiology. 2 ed. Washington, D. C., American Society for Microbiology, 1974. 970 p.
- MOS, E. N.; BIRGEL, E. H.; ARAUJO, W. P.; MENDES, M. J. S. Mamite bovina devida a levedura do gênero Candida. Revista da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, v. 150, n. 2, p. 161-164, 1978.
- MURPHY, J. M.; DRAKE, C. Infection of the bovine udder with yestlike fungi. American Journal of Veterinary Research, Chicago, v. 8, p. 43-51, 1974.
- SCHALM, O. W.; CARROL, E. J.; JAIN, N. C. Bovine Mastitis. Philadelfia: Lea & Febiger, 1971. 360 p.

AÇÃO CARRAPATICIDA DO FLUAZURON, FORMULAÇÃO "POUR-ON", SOBRE O CARRAPATO BOVINO Boophilus microplus

JOÃO RICARCO MARTINS', BARTOLOMEU LIMA CORRÊA', VICTOR HERMES CERESÉR'

RESUMO – Avaliou-se o desempenho do Fluazuron, um acaricida com ação inibitória sobre o desenvolvimento do carrapato bovino Boophilus microplus, nas dosagens de 1 e 2 mg/kg, aplicado através de formulação "pour-on", em bovinos mantidos a campo e infestados experimentalmente. Os resultados obtidos foram comparados com um grupo de bovinos tratados com Cipermetrina, através de pulverização, e um grupo controle. As teleóginas coletadas nos grupos tratados, entre os dias +2 e +4 pós-tratamento (p. t.) não demonstraram alterações morfológicas ou inibição no desenvolvimento. Entretanto, as coletadas entre os dias +7 e +35 p. t., apresentaram alterações no tamanho, na forma e no aspecto, sendo bastante sensíveis a rupturas durante a manipulação, e em sua maioria, não efetuaram postura. O grupo tratado com Cipermetrina apresentou carrapatos sobreviventes nos dias +2 e +4 p. t. (44,8 e 19,4, respectivamente), especialmente sobre o pavilhão auricular. A partir do dia +14 p. t. notou-se uma diferença significativa (P<0.05) entre o número médio de carrapatos nos grupos tratados com Fluazuron (1 mg/kg e 2 mg/kg) em comparação com o grupo controle. No dia +58 p. t., não se observou diferença significativa (P>0.05) entre o grupo tratado com Fluazuron (1 mg/kg), Cipermetrina e o grupo controle, enquanto que no grupo tratado com 2 mg/kg houve diferença, mas o número de carrapatos presentes (92) foi elevado. O grupo tratado com 2 mg/kg apresentou um número médio de carrapatos inferior ao grupo tratado com 1 mg/kg nas observações efetuadas entre os dias +7 e +58 p. t., sendo que no dia +25 p. t. não se observou carrapatos nos animais deste grupo. Em todos os grupos notou-se a sobrevivência de carrapatos no pavilhão auricular durante as observações.

Palavras-chave: carrapato, bovino, Boophilus microplus, Fluazuron, acaricida

ACARICIDE ACTION OF FLUAZURON, POUR-ON FORMULATION, ON THE CATTLE TICK Boophilus microplus

ABSTRACT — Performance of Fluazuron, a tick development inhibitor was evaluated against the cattle tick Boophilus microplus at dosages of 1 mg/kg and 2 mg/kg throught pour-on formulation on cattle kept in field conditions, and experimentally infested. Results were compared with a bovine group treated with Cypermethrin and a control group. Adult females collected in the days +2 and +4 after treatment (a. t.) did not show any morphological changes or inhibition in the development, but females between +7 and +35 days a. t. showed alterations in the size, form and aspect, beeing easily ruptured during manipulation. The majority did not lay eggs during this period. From the day +14 a. t. there was a marked difference between the average number of ticks in the groups treated with Fluazuron and the control. In the day +58 a. t. there was no difference in the group treated with Fluazuron (1 mg/kg), Cypermethrin and the control but the group with 2 mg/kg showed a lower number of ticks. The group treated with 2 mg/kg showed a slighty low number of ticks between the days +7 and +58 a. t. in comparison with 1 mg/kg and in the day +25 there was no tick in this group. In all the groups there were ticks surviving in the ear surrounding region.

Key words: cattle tick, Boophilus microplus, Fluazuron, acaricide

INTRODUCÃO

O carrapato bovino Boophilus microplus é um ectoparasito responsável por consideráveis prejuízos a bovinocultura brasileira. Perdas estimadas em um bilhão de dólares anuais são atribuídas a este parasito no Brasil (HORN, 1983). As principais perdas são mensuradas através dos custos com produtos químicos para controlá-los, manejo envolvendo instalações e manutenção das mesmas, e com a Tristeza Parasitária Bovi-

na (babesiose e anaplasmose), enfermidade mais

O controle deste carrapato esta fundamentado na utilização de produtos químicos, aplicados sob formulações de imersão, pulverização, "pour-on" e injetável, embora métodos não químicos, como a introdução de raças zebuínas, mais resistentes às infestações por carrapatos, rotação de pastagens e consorciação com agricultura, sejam alternativas também disponíveis. No Estado do Rio Grande do Sul, o banheiro de imersão é o método mais difundido nas áreas de bovinocultura de corte, para tratamento com carrapaticidas. Entretanto, na década de 90, in-

Recebido para publicação em 18/07/1995.

importante transmitida por esta espécie de carrapato nas áreas tropicais e subtropicais da América do Sul (GUGLIELMONE, 1995).

O controle deste carrapato está fundamen-

Méd. Vet., M. Sc. - FEPAGRO/Centro de Pesquisa Veterinária Desidério Finamor, BR 116 km 291, Caixa Postal 47, 92990-000 Eldorado do Sul, RS.

troduziu-se com maior expressão comercial, a utilização de carrapaticidas, especialmente piretróides, na formulação dorsal ("pour-on"), os quais têm ação por contato com os carrapatos, ao difundirem-se pelo tecido adiposo na superfície da pele bovina. As vantagens e desvantagens da aplicação de outros métodos não convencionais de tratamentos para o carrapato Boophilus microplus são discutidas por NARI (1990). Aplicações estratégicas destes produtos, em épocas adequadas e sobre ínstares mais susceptíveis, constituem fatores muito importantes no sucesso do controle, aliados ao conhecimento da dinâmica populacional regional do parasito (CARDOZO e FRANCHINI, 1994).

Tendo em vista o aparecimento de cepas de Boophilus microplus resistentes a princípios ativos atualmente empregados para o seu controle no Rio Grande do Sul, como os diamidínicos e peretróides (MARTINS et al., 1992; ALVES-BRANCO et al., 1993; MARTINS et al., 1995), o surgimento de um novo composto, com diferente modo de atuação, representa uma importante alternativa no combate ao carrapato. Uma vez que a resistência esteja desenvolvida numa determinada população de carrapatos, ela é permanente (NOLAN, 1994). Neste contexto, um novo princípio ativo, com um outro mecanismo de ação, aliado a práticas complementares de manejo bovino, adquire uma importância fundamental para a melhoria das estratégias de controle do carrapato B. microplus.

O produto Fluazuron, formulação "pour-on", cujo modo de atuação interfere no desenvolvimento normal do carrapato, por se tratar de um inibidor de crescimento, é uma nova possibilidade biológica em potencial, a ser utilizada no controle deste parasita (JUNQUERA et al., 1994).

Os resultados obtidos com a avaliação deste produto sobre bovinos mantidos a campo e experimentalmente infestados, são apresentados neste trabalho.

MATERIAL E MÉTODOS

Bovinos: Foram utilizadas 40 vacas, SRD, origem européia, idade acima de 4 anos, divididas ao acaso, em quatro grupos de dez. Estes animais foram identificados individualmente, e permaneceram em uma área com aproximadamente 20 ha, recebendo apenas pasto nativo como alimentação. Os bovinos pertencentes aos grupos 1 (G1) e 2 (G2), tiveram seus pesos mensurados com o auxílio de uma fita de ava-

liação corporal, colocada sobre o perímetro torácico, próximo aos membros anteriores. Esta estimativa foi necessária para se efetuar o cálculo da dosagem do produto utilizado. O peso dos animais variou entre 310 e 404 kg no G1 e de 310 a 387 kg no G2, sendo que no G1, a média foi de 372,2 kg e no G2, 336,5 kg.

Carrapatos e infestações: utilizou-se uma estirpe de *B. microplus*, originária de Tupanciretã, RS, sensível a piretróides e diamidínicos. Esta cepa é mantida em colônia no laboratório de Parasitologia do Centro de Pesquisa Veterinária Desidério Finamor (CPVDF), Eldorado do Sul, RS, e foi reproduzida com a finalidade de fornecer larvas em número suficiente para o presente experimento. Os bovinos foram infestados com 5000 larvas, 3 vezes por semana, nas 3 semanas anteriores ao dia do tratamento. Aos 7 dias após o tratamento, os bovinos também foram infestados.

Tratamento: aos 21 dias após a primeira infestação, os bovinos foram divididos em quatro grupos de dez, sendo submetidos aos seguintes tratamentos: o grupo 1 (G1) recebeu o produto em teste (Fluazuron) na dosagem de 1 mg/ kg, aplicado ao longo da região dorsal com o auxílio de uma seringa plástica graduada; o grupo 2 (G2) foi tratado com 2 mg/kg do mesmo produto e formulação; o grupo 3 (G3) foi pulverizado com Cipermetrin, dosagem comercialmente recomendada, sendo utilizados 5 litros de preparação carrapaticida por bovino, enquanto que o grupo 4 (G4) permaneceu como controle, não recebendo tratamento acaricida. Após o tratamento, o G4 permaneceu em um potreiro com aproximadamente 10 ha, separado dos demais grupos, durante 7 dias, para evitar contato com os bovinos tratados com Cipermetrina. Posteriormente, este grupo foi reintegrado aos demais.

Coleta de teleóginas: aos 2, 4, 7 e 11 dias após o tratamento, foram coletadas 10 teleóginas nos G1 e G2, e colocadas em estufa a 27°C e umidade acima de 70%, com a finalidade de se observar o desenvolvimento destes carrapatos em laboratório.

Observação das infestações: nos dias 2, 4, 7, 11, 14, 18, 21, 25, 31, 35, 42, 49, 58, 63 seguintes ao tratamento, foram contados os carrapatos com tamanhos superiores a 4,5 mm, em todos os bovinos. O número de carrapatos encontrados em um lado, foi registrado com o valor duplicado, correspondendo ao outro lado do bovino (AHARTON; UTECH, 1970).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com referência às infestações, todos os grupos apresentaram um número médio de carrapatos bastante elevado por ocasião do dia do tratamento, conforme a tabela 1. Os animais pertencentes ao grupo testemunha, em sua maioria, apresentaram queda de pêlos na região da face, em decorrência destas infestações.

O número médio de carrapatos encontrado nos quatro grupos, é apresentado na tabela 1. O gráfico 1 mostra uma análise comparativa entre os quatro grupos observados. A presença de ninfas sobre os animais dos grupos tratados com Fluazuron, foi uma constante. bém na região facial. Estas observações foram mais evidenciadas entre os dias +18 e +35 p.t.

O grupo 2 sempre apresentou o menor número médio de carrapatos ao longo das observações, comparativamente ao grupo 1. Um bom controle de carrapatos foi observado entre os dias +18 e +49 p.t., sendo que entre os dias +21 e +35 p.t., o nível das infestações foi próximo a zero. Semelhantemente ao G1, a presença de carrapatos na região auricular foi observada em diversas leituras, inclusive no período em que se notou um controle mais efetivo dos carrapatos em outras regiões do corpo do animal.

No grupo 3, aos dois e quatro dias após o tratamento por pulverização com a Cipermetrina,

TABELA 1 – Número médio de teleóginas de *Boophilus microplus* encontrado nos grupos tratados com Fluazuron (1 e 2mg/kg), Cipermetrina e no grupo Controle

8 8// 1				
Dias pós-tratamento	1 mg/kg	2 mg/kg	Cipermetrina	Controle
0	146,40	122,60	138,60	189,00
2	105,10	88,00	44,80	156,80
4	149,20	85,60	19,40	142,40
7	67,30	53,60	8,80	130,20
11	72,40	48,00	16,80	194,80
14	54,20	48,20	6,40	273,20
18	23,30	11,40	8,80	205,20
21	4,60	1,60	2,60	216,60
25*	4,00	0,00	2,40	117,40
31	6,80	0,80	17,60	22,80
35	9,80	2,40	38,40	26,20
42	31,20	10,80	78,60	53,80
49	24,80	14,60	51,60	26,00
58**	156,40	92,00	180,60	172,40
63	2,60	2,60	3,60	7,80
TAL	858,10	582,20	619,00	1.934,60
DIA	61,20	41,50	41,20	138,10

^{*} Grupo controle tratado com Cipermetrina

No grupo 1, nas 2 primeiras contagens após o tratamento (dias + 2 e + 4), não se observou diferença significativa (P>0,05) em relação ao G4, quanto ao número médio de carrapatos. Nos dias +7, +11 e + 14 p.t., notou-se um decréscimo das infestações, o qual acentuou-se entre os dias +18 e +35 p.t. Nas duas observações seguintes (+42 e +49) houve retomada das infestações, embora não houvesse diferença muito acentuada em relação ao G4. Aos 58 dias p.t., dado o elevado número de carrapatos neste grupo, concluiu-se pela ausência de controle no grupo, quando foi realizado o tratamento por imersão em todos os grupos. Deve-se levar em consideração que em todas as observações em que se registrou carrapatos, a maioria destes estavam localizados no pavilhão auricular, e tamainda houve registro de um número médio de carrapatos (44,8 e 19,4) não usualmente esperado para este tipo de tratamento. Entretanto, entre os dias +7 e +31 p.t., um controle satisfatório de carrapatos foi observado. Até o dia + 14 p.t., apresentou uma melhor eficiência do que ambos os grupos tratados com Fluazuron. Do mesmo modo que nos G1 e G2, carrapatos no pavilhão auricular, aparentemente normais, foram observados após o tratamento. A sobrevivência de carrapatos após o tratamento, é um indicador da dificuldade, deste princípio ativo em controlar a referida cepa, suposição que pode reforçar indícios de resistência a piretróides nesta população de carrapatos.

O elevado número médio de carrapatos no grupo 4, evidenciou a vitalidade das larvas em-

^{**} Todos tratados com Cipermetrina

pregadas durante as infestações. Em razão deste número, foi necessário tratamento aos 25 dias para se evitar o excessivo enfraquecimento destes bovinos ou mesmo mortes. Durante o período das infestações, anteriormente ao tratamento, 5 vacas foram positivas para Anaplasma marginale. Estes animais foram tratados com Tetraciclina e se recuperaram satisfatoriamente.

As fêmeas de carrapatos coletadas aos 2 e 4 dias p.t., nos grupos 1, não demonstraram alterações morfológicas ou no desenvolvimento normal. Estes carrapatos efetuaram posturas e estas foram férteis. Teleóginas coletadas aos 7 dias p.t., apresentaram alterações morfológicas (tamanho, forma e aspecto), e, em sua maioria, não efetuaram postura.

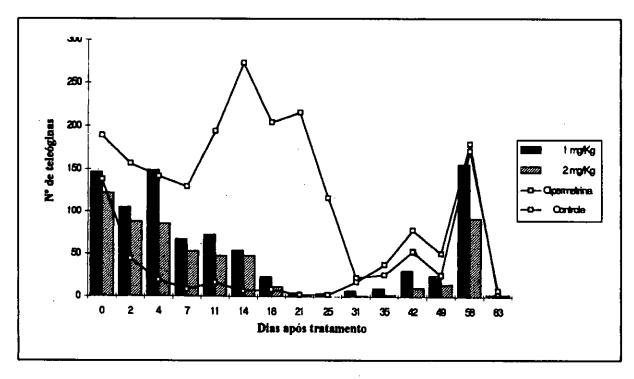
As teleóginas do G2, coletadas aos 2 e 4

junta destes produtos, especialmente quando resultados imediatos de controle são objetivados.

Tendo em vista a possibilidade da introdução no mercado de um novo princípio ativo com um novo modo de atuação, abre-se uma alternativa para ser utilizada com critério e dentro de um programa estratégico de controle de carrapatos. Esta perspectiva pode resultar em menores custos no controle destes ectoparasitas ao longo do ano, além de servir como alternativa para o controle de carrapatos resistentes a produtos carrapaticidas convencionais.

CONCLUSÕES

- O produto em teste, na dosagem de 2 mg/kg demonstrou um controle satisfatório do car-



dias p.t., apresentaram um número reduzido de alterações (12%), mas realizaram postura. As coletadas aos 7 e 11 dias, não apresentaram postura, ou estas foram em percentual muito reduzido (<15%). Os carrapatos ao serem coletados, mostraram flacidez, sendo facilmente rompidos, o que dificultou a coleta dos mesmos, entre os dias +7 e +25.

Considerando-se o modo de atuação do Fluazuron, diferentemente, da cipermetrina, bem como o método de aplicação do produto, uma comparação entre os dois princípios ativos, pode ser prejudicada com referência à avaliação con-

rapato bovino entre os dias +18 e +42 pós-tratamento (94,5% e 80%, em relação ao grupo controle), sendo que no dia +25 p.t., esta eficácia foi de 100%.

- Até os 14 dias da aplicação do produto, embora tenha havido diminuição do número médio de carrapatos, não houve um controle eficaz dos mesmos nos grupos tratados com 1 e 2 mg/kg. Entretanto, grande parte dos carrapatos presentes apresentaram alterações morfológicas, especialmente nos dias +11 e +14. Estágios imaturos (larvas e ninfas) foram vistos em todas as observações.

- A dosagem de 2 mg/kg demonstrou melhor controle do que a de 1 mg/kg. Um número médio de 41,5 carrapatos foi observado neste grupo, enquanto que 61,2 carrapatos foram observados no grupo tratado com 1 mg/kg (Tabela 1).
- O grupo tratado com Cipermetrina apresentou carrapatos sobreviventes e em número razoável até 4 dias pós-tratamento, bem como aos 11 dias p.t. Supõe-se uma dificuldade de atuação do produto sobre os estágios de metaninfa.
- Houve sobrevivência de carrapatos localizados no pavilhão auricular nos G1, G2, G3 e G4.
- O produto avaliado, por não apresentar uma ação imediata nos estágios adultos presentes nos animais a serem tratados, necessita ser utilizado de uma maneira diferenciada dos produtos carrapaticidas até então tradicionalmente usados.
- Seria interessante a avaliação de uma concentração superior às testadas, para se observar também o comportamento desta estirpe de *B. microplus* frente a dosagens de, por exemplo, 2,5 mg/kg e 3,0 mg/kg.

BIBLIOGRAFIA CITADA

ALVES-BRANCO, F.P.J.; SAPPER, M.F.M.; PINHEIRO, A.C. Estirpes de Boophilus microplus resistentes a piretróides. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE PARASITOLOGIA VETERINÁRIA, 8., 1993, Londrina. Anais ... Paraná, 1993, p. A4.

- CARDOZO, H.; FRANCHINI, M. Epidemiología y control de Boophilus microplus. In: NARI, A.; FIEL, C. Enfermedades parasitarias de importancia econômica en bovinos. Montevideo: Ed. Hemisferio Sur, Montevideo, Uruguay, 1994. p. 370-407.
- HORN, S.C. Carrapato, berne e bicheira no Brasil. Brasília: Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária, SDSA, Ministério da Agricultura, 1983. 153 p.
- JUNQUERA, P.; CORRÉA, I.; SCHMID, H.R.; FRIEDEL, T.F.; HESS, E.A.; HÄUSEMANN, W. Fluazuron, a new tick development inhibitor as a tool for the management of acaricide resistance in the cattle tick, *Boophilus microplus*. In: Workshop FAO/IPVDF, 21-25 nov. 1994, Porto Alegre.
- GUGLIELMONE, A.A. Epidemiology of babesiosis and anaplasmosis in South and Central America. Veterinary Parasitology, Amsterdã, v. 57, p. 132-148, 1995.
- MARTINS, J.R.; CORRÊA, B.L.; MAIA, J.Z. Resistência de carrapatos a carrapaticidas piretróides no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO ESTADUAL DE MEDICINA VETERINÁRIA, 9., Gramado, 1992, p. 46
- MARTINS, J.R.; CORRÊA, B.L.; CERESÉR, V.H.; ARTECHE, C.C.P. Acaricide resistance in the cattle tick, *Boophilus microplus*, in the state of Rio Grande do Sul, southern Brazil. In: BIENNIAL MEETING SOCIETY FOR TROPICAL VETERINARY MEDICINE, 3., San Jose, Costa Rica, May 8-12, 1995.
- NARI, A. Methods currently used for the control of onehost ticks: their validity and proposals for future control startegies. **Parasitology**, Cambridge, v. 32, p. 132-148, 1990.
- NOLAN, J. Resistance management of acaricide resistance in the cattle tick, *Boophilus microplus*. In: Workshop FAO/IPVDF, 21-25, nov. 1994, Porto Alegre.
- FAO/IPVDF, 21-25, nov. 1994, Porto Alegre.
 WHARTON, R.H.; UTECH, K.B.W. The relation between engorgement and dropping of *Boophilus microplus*, (Canestrini) (Ixodidea) to the assessment of tick numbers in cattle. Journal of Australian Entomology Society, Brisbane, v. 9, p. 171, 1970.

SOROLOGIA PARA DIAGNÓSTICO DE LEPTOSPIROSE EM SUÍNOS NO RIO GRANDE DO SUL: RESULTADOS OBTIDOS DE GRANJAS COM E SEM PROBLEMAS DE REPRODUÇÃO

SÉRGIO J. de OLIVEIRA¹, PAULO CEZAR ROMERO de LIMA², DAVID EMILIO S. N. de BARCELLOS^{1,3}, SANDRA MARIA BOROWSKI¹

RESUMO – Foram realizados testes sorológicos em 1545 amostras de soro suíno, coletadas em 83 granjas do Estado do Rio Grande do Sul, no período de abril de 1994 a abril de 1995. Parte das propriedades amostradas apresentava histórico de ocorrência de problemas reprodutivos (31 rebanhos, 654 amostras), enquanto que os soros remanescentes originavam-se de granjas sem anormalidades reprodutivas (52 rebanhos, 891 amostras). Os resultados do teste de aglutinação microscópica mostraram, em granjas sem sinais de leptospirose, 121 reações positivas, com título igual ou maior do que 1.100 (13,58%), enquanto que em granjas com problemas de reprodução ocorreram 276 (42,20%) títulos positivos. Predominaram reações positivas para L. bratislava (57,24%) e L. icterohaemorrhagiae (13,76%) em granjas com problemas de reprodução, bem como reações cruzadas para os dois sorovares (19,61%).

Palavras-chave: sorologia, leptospirose, suínos, doença animal, Rio Grande do Sul, Brasil.

SEROLOGIC TESTS FOR THE DIAGNOSIS OF LEPTOSPIROSIS IN PIGS IN THE STATE OF RIO GRANDE DO SUL: RESULTS OBTAINED IN FARMS WITH AND WITHOUT HISTORY OF REPRODUCTIVE DISORDERS

ABSTRACT – Serologic tests were performed in 1545 serum samples collected from pigs in 83 farms of the State of Rio Grande do Sul, Brazil, in the period of April, 1994 to April, 1995. Part of the farms had a history of reproductive disorders (31 herds, 654 samples), while the remaining sera derived from farms free of reproductive abnormalities (52 herds, 891 samples). Results of microscopic agglutination tests showed 121 (13.58%) positive reactors (titer equal or greater than 1:100) in the free herds. In the herds with history of reproductive disorders, 276 (42.9%) of the sera were positive. Positive titers for L. bratislava (57.2%) and L. icterohaemorrhagiae (13.76%) were more prevalent in farms with reproductive problems. There was also cross reaction to these serovars.

Key words: serologic tests, Leptospirosis, swine, animal disease, State of Rio Grande do Sul, Brazil.

INTRODUÇÃO

O monitoramento sorológico de reprodutores e o exame laboratorial para diagnóstico de causas de problemas reprodutivos em granjas de suínos, no Estado do Rio Grande do Sul, demonstram que a leptospirose é a mais importante doença da reprodução nesse Estado. Em outros estados do país (São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Bahia) os resultados dos exames sorológicos publicados também ressaltam a importância da leptospirose, através da alta frequência com que são detectados os títulos sorológicos em suínos. Entre os sorovares diagnosticados, Leptospira pomona tem sido o mais frequente (REIS et al., 1973; TERUYA et al., 1974 CORDEIRO et al., 1975; RAMOS et al., 1981; FARIA et al., 1989). No Rio Grande do Sul, à semelhança de outros estados brasileiros, o sorovar L. pomona era o mais prevalente, tanto através de diagnósticos sorológicos, quanto pelo cultivo (OLIVEIRA e FALLAVENA, 1978; OLIVEIRA et al.,; 1983; 1987). No entanto, a rotina de diagnóstico sorológico em suínos, no RS tem revelado nos últimos três anos, a predominância de títulos para L. bratislava e L. icterohaemorrhagiae (OLIVEIRA et al., 1994).

O presente trabalho tem objetivo de registrar os resultados da sorologia realizada em granjas, com e sem sinais de leptospirose, no Rio Grande do Sul, no período de abril de 1994 a abril de 1995.

Méd. Vet., M.Sc. - FEPAGRO/ Centro de Pesquisa Veterinária Desidério Finamor, Caixa Postal 47,92990-000 Eldorado do Sul, RS.

Med. Vet., aluno do Curso de Mestrado em Medicina Veterinária – UFRGS

Med. Vet., M.Sc. Prof. Adjunto do Departamento de Medicina Animal, Faculdade de Veterinária da UFRGS.
 Recebido para publicação em 04/08/1995.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de soro suíno procederam de granjas onde se evidenciaram problemas reprodutivos (31 granjas, 654 amostras) e sem problemas de reprodução (52 granjas, 891 amostras). No total, foram recebidas 1545 amostras de soro de reprodutores de 83 granjas, situadas em 35 municípios do Estado do Rio Grande do Sul.

Os soros foram processados no laboratório, durante o período de abril de 1994 a abril de 1995, usando o teste de aglutinação microscópica para diagnósticos de leptospirose (COLE et. al., 1973). Foram utilizados os seguintes antígenos: L. icterohaemorrhagiae, L. pomona, L. canicola, L. pyrogenes, L. australis, L. autumnalis, L. bratislava, L. wolffi, L. hardjo, L. sejroe, L. hebdomadis e L. grippotyphosa. Foram considerados títulos positivos as reações na diluição do soro de 1.100 e acima desta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados são apresentados nas Tabelas 1, 2, 3 e 4. Foi observado maior índice de reações positivas para leptospirose em granjas com sinais de problemas reprodutivos (42,20%) em relação a granjas sem sinais de leptospirose (13,58%). Isto sugere a associação da leptospirose com os problemas de reprodução nas mesmas. Predominaram reações positivas para L. bratislava e L. icterohaemorrhagie e também reações cruzadas para os dois sorovares, tanto em granjas com sinais de problemas de reprodução quanto naquelas sem sinais de problemas reprodutivos. A maior frequência de reações para esses sorovares havia sido observada recentemente em suínos no Rio Grande do Sul (OLIVEIRA et. al., 1994).

Desde a primeira constatação de abortos em suínos, causados por L. bratislava (ELLIS et. al., 1986), esse sorovar tem sido disgnosticado principalmente através de sorologia em alguns países, visto que é de dificil isolamento em cultivo. Nos USA, (BOLLIN et. al. 1991) atribuíram à infecção por L. bratislava as falhas reprodutivas num rebanho suíno, à semelhança do que ocorre na Inglaterra e Irlanda.

Os resultados obtidos no presente trabalho não retratam os padrões sorológicos anteriormente observados em outros estados do Brasil, nos quais houve predominância de títulos positivos para *L. pomona* em suínos: em Minas Ge-

rais (REIS et. al., 1973; FARIA et al. 1989), em São Paulo (TERUYA et. al., 1974), na Bahia (CORDEIRO et al., 1975), no Rio de Janeiro (RAMOS et. al., 1981). No Rio Grande do Sul, em levantamentos sorológicos anteriormente realizados houveram maior número de títulos positivos para L. pomona (OLIVEIRA e FALLAVENA, 1978; OLIVEIRA et. al., 1983; 1987). L. pomona já foi isolada de fetos abortados em nosso Estado e em outros estados do País, confirmando sua importância como causa de problemas reprodutivos. Considerando-se que apenas na década de 1980 ficou definido o papel de L. bratislava em problemas de reprodução em suínos, este sorovar não era incluído nas baterias de antígenos para teste sorológico, na maior parte dos exames realizados (era substituído por L. australis como representante do mesmo sorogrupo). L. australis, segundo (HATHAWAY e LITTLE, 1981), revelou-se um antígeno com características imunológicas insuficientes para detectar aglutininas anti L. bratislava no soro de suínos infectados por este sorovar. Outra possível explicação para a mudança nos padrões sorológicos, em comparação com testes anteriores, é o fato de que o controle da leptospirose em suínos no Rio Grande do Sul sempre foi dirigido para a L. pomona, tanto através do uso de vacina específica quanto pelo tratamento com antibióticos em doses que não seriam suficientes para controlar, por exemplo, a infecção por L. bratislava. Assim sendo, constata-se a diminuição de casos de infecção por L. pomona e a emergência de infecção por outras leptospiras.

No presente trabalho, títulos positivos para L. pomona foram detectados apenas em 13 granjas e reações para L. autumnalis em 14 granjas. AVILA et. al. (1977), haviam constatado maior frequência de títulos para L. autumnalis em testes sorológicos em suínos em Minas Gerais e também detectaram algumas reações em título de 1:100 para L. bratislava. CARVALHO et. al. (1991), registraram reações sorológicas positivas somente para L. icterohaemorrhagiae em suínos de uma granja com problemas de reprodução. No presente trabalho foram observadas reações positivas para L. icterohaemorrhagiae em 49 granjas, entre 83 examinadas, e reações para L. bratislava em 45 granjas, considerando-se também as reações cruzadas.

Reações cruzadas entre L. icterohaemorrhagiae e L. bratislava foram observadas em número significativamente maior em granjas com

problemas de reprodução. Segundo BOLLIN et. al. (1991), têm ocorrido reações cruzadas com o antígeno L. icterohaemorrhagiae em suínos infectados com L. bratislava, pelas semelhanças antigênicas que existem entre os sorovares. No entanto, não pode ser descartada a possibilidade de que uma infecção simultânea esteja gerando títulos positivos para os dois antígenos. visto que através de testes sorológicos não é possível realizar o diagnóstico diferencial entre os mesmos. O uso de vacinas polivalentes também poderia explicar a ocorrência das reações cruzadas observadas no presente trabalho, principalmente em granjas sem sinais de leptospirose.

A Tabela 4 relaciona os municípios de procedência das amostras de soro, constatando-se que as granjas estão situadas nas principais regiões criatórias de suínos no Rio Grande do Sul, o que diagnostica a presença de reagentes nos testes sorológicos exatamente onde a criação de suínos é mais intensificada. Os resultados poderão servir como base para que sejam modificadas as técnicas de controle da leptospirose em nosso Estado, levando-se em consideração infecções emergentes que não estão sendo controladas satisfatoriamente, pelos métodos de controle tradicionalmente utilizados.

CONCLUSÕES

1- Os resultados indicam maior porcentagem de suínos positivos para Leptospira bratislava em granjas com problemas de reprodução, sugerindo que aquele sorovar de leptospiras tenha sido a causa dos transtornos reprodutivos.

2- Houve alteração nos padrões sorológicos de suínos no Rio Grande do Sul, quanto à leptospirose: em registros anteriores predominavam títulos positivos para Leptospira pomona, enquanto os dados atuais revelam a predominância de títulos positivos para L. bratislava e L. icterohaemorrhagiae.

BIBLIOGRAFIA CITADA

ÁVILA, F. A. MOREIRA, E. C.; VIANA, F.C.; COSTA, A.J. Frequência de aglutininas antileptospiras em soros de sumos de Minas Gerais. Arquivos da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, v.29,n3, p.263-268,1977. BOLLIN, C. A.; CASSELS, J. A., HILL, H. T. Reproduc-

tive failure associated with Leptospira interrogans serovar bratislava infection of swine. Journal of Veterinary Diagnostic Investigations, Iowa, v.3, p. 152-154, 1991

CARVALHÓ, L. F. O. S.; GIRIO, R. J. S.; MATHIAS, L. A.; MASSAIO, N.; CARVALHO.Investigação sorológica de fêmeas suínas descartadas para abate por transformos reprodutivos diversos. In: CONGRES-SO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIA-LISTAS EM SUÍNOS, 5, Águas de Lindóia, 1991,

Anais... São Paulo. p.68. COLE, J. R.; SULZER, C. R.; PURSELL, A.R. Improved microtechnique for the leptospiral Microscopic Agglutination Test. Applied Microbiology, Washington, D.

C., v. 25 p. 978-980, 1973.

CORDEIRO, F.; RAMOS, A. A.; BARBOSA, M.; GO-DOY, A.M. Aglutininas antileptospira em soros de suínos criados em regime semi-selvagem no interior do Estado da Bahia. Arquivos da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, v. 27, n. l, p. 59-62,1975. ELLIS, W. A.; MACPARLAND, P. J.; BRYSON, D. G.

Isolation of leptospires from the genital tract and kidneys of abortted sows. Veterinary Record,

- London, v. 118, p.294-295,1986. FARIA J. E. DE; RIBEIRO, M.F.B.; SANTOS, J. L.; DALE,R.; SALCEDO, JR. P.Frequência de aglutininas antileptospiras em soros sanguíneos de suínos das microrregiões de Viçosa e Fonte Nova - M.G. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, Belo Horizonte, v. 41, n.5, p. 381-388,
- HATHAWAY, S. C.; LITTLE, T. W. A. Serological and bacteriological survey of leptospiral infections in pigs in Southern England. Research in Veterinary Sci-

ence, London, v. 31. p. 169-173, 1981. OLIVEIRA, S.J. DE; FALLAVENA, L.C.B. Estudos sobre leptospirose em suínos no Rio Grande do Sul. Boletim do IPVDF, Porto Alegre, v. 5, p. 49-53, 1978. OLIVEIRA, S. J. DE; FALLAVENA, L.C.B.; PIANTA,

- C. Leptospirose em suínos no Rio Grande do Sul. Isolamento e caracterização dos agentes. Estudos em suinos abatidos em frigoríficos e em granjas com problemas de reprodução. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, Belo Horizonte, v. 35 n. 5, p. 641-650, 1983
- OLIVEÍRA, S.J. ĎE; GIZZARDI, I. I.; VIDOR, T. BRUCHMANN, H.; MARTINS, R.M.; ROEHE, P.M.; BANGEL, E.V. Testes sorológicos para diagnóstico de leptospirose, peste suina africana e doença de Aujeszky em granjas de reprodutores suínos no Rio G. do Sul (ano 1984). Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, Belo Horizonte, v. 39,

n. 3, p. 451-460, 1987. OLIVEIRA, S.J. DE; BOROWSKI, S.M.; BARCELLOS, D.E.S.N. Evidências de infecção por Leptospira bratislava em transtornos reprodutivos em suínos. Ciência

Rural, Santa Maria, v. 24, n. 2, p. 345-348, 1994.
RAMOS., A.A.; CORDEIRO, F.; GUIDA, H.G.;
ANDRADE, V.L.B. Inquérito sorológico de leptospirose em suínos no Estado do Rio de Janeiro e região limitrofe. Pesquisa Veterinária Brasileira, Rio de

Janeiro, v. 1, n. 3, p. 81-83, 1981. REIS, R.; RYU, E.; PENA, C.M. Pesquisa de aglutininas antileptospiras em bovinos e suínos em Minas Gerais, Brasil. Arquivos da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizon-

te, v. 25, n. 1, p. 11-14, 1973.

TERUYA, J.M. SILVA, A.S.; PESTANA DE CASTRO, A.F.; GIORGI, W. Soro-aglutinações para leptospirose realizadas no Instituto Biológico de São Paulo, durante o ano de 1973. O Biológico, São Paulo, v. 40, p. 228-232, 1974.

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem aos Auxiliares de

Laboratório Jane M. Brasil e Francisco P. Moreira pela colaboração na realização dos testes sorológicos.

TABELA 1 – Ocorrência de títulos sorológicos positivos para leptospirose em granjas com e sem sinais de problemas reprodutivos

Resultados	Granjas sem sinais de problemas reprodutivos (52 granjas, 891 amostras)	Granjas com sinais de problemas reprodutivos (31 granjas, 654 amostras)	
Presença de títulos (>1:100)	121 (13,58%)	276 (42,20%)	
Sem títulos positivos	770 (86,42%)	378 (57,8%)	

TABELA 2 - Reações sorológicas positivas para os sorovares de leptospiras em granjas com e sem problemas de reprodução

Resultados (sorovares)	Títulos Positivos: Granjas sem sinais de leptospirose	Títulos Positivos: Granjas com sinais de leptospirose 38	
L. icterohaemorrhagiae	40		
L.bratislava	56	158	
L.pomona	5	8 .	
L.autumnalis	0 .	8	
Reações cruzadas			
L. icterohaemorrh. +L. bratislava	9	54	
L.icteroh.+L.pom.+L.bratislava	9	. 0	
L.icterohaemorrh.+L.pomona	0	2	
L. icteroh. +L. pomona+L. sejroe	1	0	
L.icterohaemorrh.+L.pyrogenes	. 1	0	
L.icterohaemorr.+L.autumnalis	0	1	
L.icteroh.+L.autum.+L.pomona	0	1	
L.icteroh.+L.bratis.+L.autumn.	0 ·	1	
L.icteroh.+L.bratis.+L.grippot.	0	1	
L.icteroh.+L.pom.+L.canicola	0	1	
L.icterohaem.+L.canicola	. 0	1	
L.bratislava+L.autumnalis	0	I	
L.bratislava+L.pom.+L.autum.	0	1	
TOTAL	121	276	

TABELA 3 - Porcentagem de ocorrência de títulos sorológicos positivos para os sorovares de leptospira nas granjas

Leptospiras	Granjas	Porcentagem
L.icterohaemorrhagiae	49	59,03
L.bratislava	45	54,21
L.autumnalis	14	16,86
L.pomona	13	15,66
L.canicola	. 2	2,4
L.pyrogenes	1	1,2
L.sejroe	1	1,2
L.grippotyphosa	1	1,2

TABELA 4 - Municípios de procedência no RS e número de granjas cujas amostras de soro foram examinadas

Granjas com problemas de reprodução Municípios		Granjas sem problemas de reprodução Municípios
Caxias do Sul	2	Bom Retiro do Sul 1
Cruzeiro do Sul	1	Barra do Ribeiro 1
Encantado	10	Camaquă 2
Bom Retiro do Sul	1	Caxias do Sul 5
Estância Velha	3	Cruzeiro do Sul 5
Flores da Cunha	3	Campestre da Serra 1
Guaíba	1	Cerro Largo 2
Ivoti	3	Canguçu 1
Muçum	1	Constantina 1
Pelotas	1	Encantado 4
Rio Pardo	1	Estância Velha 2
Palmeira das Missões	1	Estrela 2
Portão	1	Eldorado do Sul
Torres	1	Guaíba 1
Viamão	1	Ivoti 2
TOTAL	31]Ijuí 1
		Lajeado 1
•		Não-Me-Toque 1
•		Novo Hamburgo 1
		Nova Araçá
		Paim Filho 1
		Pelotas 1
		Salvador do Sul
		Santa Rosa 4
		Três Palmeiras
		Venâncio Aires 2
		Veranópolis 1
		Viamão 3
		Vacaria 1
		TOTAL 52

LISTA DOS AUTORES

ANDRADE, R.N.B. de - 153

BARCELLOS, D.E.S.N. de - 263

BARNI, N.A. - 167, 185,201

BERGAMASCHI, H. - 185, 201, 225

BERLATO, M.A.-167, 185, 201, 225

BERTON, O. – 243

BOROWSKI, S.M. – 263

BRAUN, J. – 163

CAMARGO, F.A. de O. – 247

CANDEMIL, C.R. – 217

CERESÉR, V.H.-257

CORRÊA, B.L. – 257

FLECK, N.G. - 217

GIANELLO, C. – 247

LIMA, P.C.R. de – 263

MARTINS, J.R. – 257

MATZENAUER, R.- 225

MELLO, V.D.C. - 153

MODEL, N.S. – 147

MORAES, L.A.H. de – 163

OLIVEIRA, S.J. de – 263

PIANTA, C. - 253

PORTO, O. de M. - 163

RIBOLDI, J. – 185, 201, 225

. SANTOS, A.O. – 167

SANTOS, D.S.B. dos – 153

SANTOS FILHO, B.G. dos - 153

SARTORI, G. – 167

SFOGGIA, H.C. - 147

SOUZA, J.F. de - 147

VIDOR, C. –247

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

A revista Pesquisa Agropecuária Gaúcha aceita para publicações trabalhos técnico-científicos, relatos de caso e revisões de conjunto inéditos, de interesse agropecuário, ainda não encaminhados a outra revista para o mesmo fim. As opiniões e conceitos emitidos nos trabalhos são de exclusiva responsabilidade dos autores. Todavia, a Comissão Editorial, junto à Assessoria Científica, reserva-se o direito de sugerir ou solicitar modificações.

NORMAS PARA PUBLICAÇÃO

- 1. O artigo, redigido em português, deve ser encaminhado em três vias (original e duas cópias), acompanhado de oficio assinado por todos os autores. O artigo deverá ser mecanografado, com fonte tamanho 12, numa só face de papel tamanho A4 (21,0 x 30,0 cm), com espaço duplo, margem direita de 2,5 e margem esquerda de 3,0 cm. As páginas (no original) devem ser numeradas e rubricadas pelos autores. Trabalhos redigidos em espanhol ou inglês também poderão ser aceitos.
- 2. No caso da aceitação do trabalho, após a análise da assessoria científica e da comissão editorial, o artigo, na sua versão final, deverá ser encaminhado em disquete 3½" e uma via impressa em papel. Utilizar preferentemente fonte do tipo Times New Roman, tamanho 12, e processador de texto WORD 6.0 for Windows ou WORDPERFECT 6.1 for Windows.
- 3. Padronizar os trabalhos utilizando códigos de nomenclatura reconhecidos internacionalmente. Os nomes científicos e outros latinos deverão ser escritos em itálico; os nomes de cultivares agronômicas e hortícolas serão escritos entre aspas simples. Escrever em negrito o que se desejar destacar (ou sublinhar). Como norma, o título e os cabeçalhos do artigo serão em negrito.
- 4. Usar somente abreviações de unidades do Sistema Internacional (SI).
- 5. As abreviações não convencionais devem

ser explicadas, quando aparecerem pela primeira vez no texto.

- 6. Separar os valores das unidades de medida por um espaço (35 kg). Usar a barra diagonal (25 kg/ha; 25 kg/m²/s) em lugar de expoentes negativos.
- 7. Os números devem ser em algarismos arábicos para medidas exatas, séries de quantidades e números usados em apresentações estatísticas. Onde a fluência do texto exigir, se escreverá por extenso. Escrever números de quatro algarismos sem espaço ou ponto (2000). Em números de cinco ou mais algarismos, usar espaço (20 000). Em tabelas, os números de quatro dígitos terão um espaço para se alinhar com os de cinco dígitos.
- 8. Evitar o uso de ponto em abreviaturas: FEPAGRO, UFRGS, etc.
- 9. Utilizar símbolos para os elementos e compostos químicos, quando apropriados, especialmente se houver muita repetição.
- 10. Usar nomes comuns de princípios ativos de formulações químicas em vez de nomes comerciais, que, se usados, deverão ser identificados como tais e em nota de rodapé salientar que a FEPAGRO e os autores não estão recomendando o produto.

ORGANIZAÇÃO DO TEXTO

A apresentação do artigo constará de:

- TÍTULO. Deve ser claro, breve e conciso, informando o conteúdo do trabalho. Apresentá-lo em caixa alta e negrito, sem ponto final. Poderá ser seguido do número 1 para chamada de rodapé indicando se é parte de tese, apresentado em congresso, etc.
- AUTORES. Iniciando na margem esquerda, os nomes serão escritos em caixa alta, por extenso e em sequência, com numeração sobrescrita para identificar, no rodapé, sua profissão, grau de especialização, instituição a que pertence e endereco.

- RESUMO e ABSTRACT. Deve ser suficientemente informativo para que o leitor identifique o conteúdo e interesse do trabalho. Não deverá ultrapassar 150 palavras. Logo após o resumo/abstract, indicar as *Palavras-chave/Key words* para indexação. As palavras, sugeridas pelo autor, poderão ser modificadas de acordo com as indicações do Serviço de Documentação e Informação. Antes do Abstract, colocar a tradução do título.
- O texto principal constará dos seguintes tópicos: INTRODUÇÃO (incluindo também revisão de literatura e objetivos), MATERIAL E MÉTODOS, RESULTADOS E DISCUS-SÃO, CONCLUSÕES e BIBLIOGRAFIA CITADA. Os agradecimentos, sempre que necessários, serão apresentados no final, devendo ser sucintos.
- BIBLIOGRAFIA CITADA. A normalização da bibliografia será feita de acordo com a norma NB-66 de 1989 da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT.

A bibliografia será ordenada, alfabeticamente, pelo sobrenome do primeiro autor. Indica-se o autor com entrada pelo último sobrenome, seguido da inicial do(s) prenome(s), exceto para nomes de origem espanhola, onde entram os dois últimos sobrenomes. Para distinguir trabalhos diferentes de mesma autoria, será levada em conta a ordem cronológica, segundo o ano de publicação. Se num mesmo ano houver mais de um trabalho do mesmo autor, acrescentar uma letra ao ano (ex. 1985, a; 1985,b). Separam-se os diferentes autores por ponto e vírgula (;).

Recomenda-se, na medida do possível, evitar a colocação de *apud* (citado por).

Exemplos quanto ao tipo de material a ser referenciado:

a. Livros

SOARES, F.; BURLAMAQUI, C.K. Pesquisa científica: uma introdução, técnicas e exemplos. São Paulo: Formar, 1972. 352p.

b. Capítulo de livro

JANICK, J. Competição entre população de plantas. In: VEGA, M.R. A ciência da horticultura. Rio de Janeiro: USAID, 1996. p. 277-286.

c. Teses, Dissertações

SILVA FILHO, G.N. Flutuação populacional de micronutrientes em solos submetidos a diferentes sistemas de manejo. Porto Alegre: UFRGS, 1984. 153p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) — Microbiologia do Solo, Faculdade de Agronomia, UFRGS. 1984. d. Artigos de periódicos

MADALENA, F.E.; LEMOS A.M; TEODORO, R.L. Dairy production and reproduction in Holstein-Friesian x Guzera crosses. Revista Brasileira de Genética, Ribeirão Preto, v. 15, n.3, p.585-593, 1990.

Para evitar desuniformidade nas abreviações de periódicos, recomenda-se escrever seus nomes por extenso.

e. Boletins e relatórios

VILHORDO, B.W. Caracterização botânica de algumas cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) pertencentes a cinco grupos comerciais. Porto Alegre: IPAGRO, 1979. 72p. (Boletim Técnico, 4).

IPRNR. Seção de Conservação do Solo. Relatório Anual. Porto Alegre, 1990. 45p.

f. Trabalhos de reuniões e congressos

ORLANDO FILHO, J.; LEME, E.J. de A. A utilização agrícola dos resíduos da agroindústria canavieira. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1984, Brasília. Anais... Brasília: EMPRAPA, 1984. p. 451-475.

Dentro do texto: As citações bibliográficas serão indicadas pelo sobrenome do autor, em caixa alta, e a seguir o ano de publicação, separado por vírgula. Exemplos: um autor (SILVA, 1993), dois autores (SILVA e SANTOS, 1994), mais de dois, usa-se et. al. (SILVA et al. 1990), se for citado mais de um trabalho, separam-se por ponto e vírgula (SILVA e SANTOS, 1985; CAMPOS et al., 1989). Se no texto se faz referência ao(s) autor(es) ou inicia-se a frase mencionando(s), somente o ano ficará entre parênteses. Exemplos: "SILVA (1993) estudou..."; "SILVA e SANTOS (1994) determinaram..."; "CAMPOS et al. (1993) concluíram..."

TABELAS E FIGURAS

As Tabelas e Figuras devem ser numeradas de forma independente, com números arábicos. As legendas de figuras se mecanografam em folhas à parte. O autor deverá assinalar onde deseja que se coloquem, tanto tabelas quanto figuras, mediante uma anotação entre dois parágrafos em espaço de uma linha em branco no texto. Será respeitada essa colocação, sempre que as necessidades de composição assim o permitirem.

As TABELAS terão o título acima, escrito em negrito, apresentado de forma concisa e explicativa. Ao pé das tabelas poderão constar notas explicativas (a palavra TABELA será em caixa alta, seguida de traço: TABELA 1 –).

As FIGURAS (gráficos, ilustrações, mapas) devem ser preparadas, em ordem de preferência, por impressora de computador laser ou jato de tinta; papel branco com tinta preta; papel vegetal com nanquim. Deverão ter o dobro de seu tamanho impresso na revista (a palavra FIGURA será em caixa alta, seguida de traço: FIGURA 1 –).

As fotografias, em branco e preto, e em papel com brilho e bem contrastadas, mostrando o essencial, devem ser identificadas no verso. Excepcionalmente, poderão ser aceitas fotos em cor (slides), sempre que as mesmas sejam indispensáveis. Nesta caso, será cobrada uma taxa dos autores.

Para a impressão, tanto as figuras, quanto as fotografias, poderão ser reduzidas à metade ou um terço de seu tamanho original, sendo necessário levar-se em conta este aspecto para não perder a visibilidade de seus detalhes.

RELATOS DE CASO

Deverão conter os seguintes tópicos: TÍTU-LO, RESUMO, Palavras-chave, ABSTRACT (com a tradução do título), Key words, INTRO-DUÇÃO, DESCRIÇÃO DO CASO, RESUL- TADOS E DISCUSSÃO, CONCLUSÕES e BIBLIOGRAFIA CITADA. Os diferentes tópicos seguem as mesmas normas descritas anteriormente.

REVISÃO DE CONJUNTO; ARTIGO DE REVISÃO ou ATUALIZAÇÃO

O autor para apresentar uma revisão de conjunto deve ter um objetivo claro e relevante, com o intuito de apresentar conclusões sobre o trabalho. É um estudo de um assunto particular onde se reúnem, analisam e discutem informações já publicadas. O autor de uma revisão de conjunto deve procurar não esquecer nenhum dos trabalhos anteriores que fizeram evoluir o assunto ou que o fariam evoluir, se tivessem sido levados em consideração. Deverá conter: TÍTULO, RESUMO, Palavras-chave, ABSTRACT (com a tradução do título) Key words, INTRODUÇÃO, **DESENVOLVIMENTO** (abordagem do tema em si), CONCLUSÕES e BIBLIOGRAFIA CITADA.