

RENDIMENTO RELATIVO DA CULTURA DA SOJA EM FUNÇÃO DA LÂMINA DE IRRIGAÇÃO

GISELE APARECIDA VIVAN¹; MARCIA XAVIER PEITER²; ADROALDO DIAS ROBAINA³; FABRÍCIO DA SILVA BARBOZA⁴ e TAÍSE CRISTINE BUSKE⁵

¹ Departamento de Engenharia, Centro de Ciências Rurais, Rural, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS e Instituto Federal Sul-rio-grandense, Campus Bagé, Bagé-RS giselevivan@gmail.com

² Departamento de Engenharia, Centro de Ciências Rurais, Rural, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS mpeiter@gmail.com

³ Departamento de Engenharia, Centro de Ciências Rurais, Rural, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, diasrobaina@gmail.com

⁴ Instituto Federal Sul-rio-grandense, Campus Bagé, Bagé-RS, f.barboza@yahoo.com.br

⁵ Departamento de Engenharia, Centro de Ciências Rurais, Rural, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, taisebuske@gmail.com

1 RESUMO

A soja é uma das principais culturas agrícolas brasileira, no entanto sua produtividade está atrelada a aleatoriedade climática, sendo o déficit hídrico o principal agente limitador produtivo. Neste contexto, o presente trabalho busca determinar as lâminas de irrigação suplementar e as funções de produção para a cultura da soja na microrregião de Passo Fundo. O estudo foi conduzido no período entre safras 93/94-06/07, estabelecendo-se nove cenários para as combinações de datas de semeadura e duração de ciclo da cultura, utilizou-se o modelo WINISAREG para o cálculo da lâmina líquida requerida para as condições de restrição impostas, realizando análise de variância e teste de comparação de médias para as interpretações e determinação da combinação data de semeadura e duração do ciclo da cultura que apresenta-se mais favorável em termos de menores necessidades de complementação hídrica. Determinou-se também função de produção simplificada para relacionar o rendimento e o percentual de lâmina aplicado. Observou-se que, em média, as necessidades de aplicação de lâmina suplementar encontram-se entre 163,48 e 238,6 mm, ocorrendo interação entre os fatores data de semeadura e duração do ciclo da cultura. As funções de rendimento indicaram menores reduções em função da lâmina aplicada para a semeadura em 15/12 para cultivares com duração de ciclo médio, e, maiores reduções para a semeadura em 15/10 em cultivares de ciclo tardio. Concluiu-se para o período em estudo que em todos os cenários simulados existiu necessidade de complementação hídrica, sendo observadas expressivas reduções de rendimento em decorrência do déficit de água.

Palavras-chaves: produtividade, restrição hídrica, lucratividade, *Glicine Max*

VIVAN, G. A.; PEITER, M. X.; ROBAINA, A. D.; BARBOZA, F. da S.; BUSKE, T. C.
RELATIVE YIELD OF SOYBEAN AS A FUNCTION OF SUPPLEMENTAL IRRIGATION

2 ABSTRACT

Soybean is a major crop in Brazil. However, its productivity is affected by random climate changes, the water deficit is the main productive limiter agent. The objective of the present study is to determine the supplementary irrigation water depths and the production functions for the soybean crop in the microregion around Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brazil. The study was carried out during harvests from 1993/94 to 2006/07 using nine combinations of sowing dates and crop cycle durations. Required water depths for the constraints imposed were computed with the help of the WINISAREG model. Variance analysis and means comparison were used for determination and interpretation of the combination of sowing date and cycle duration most favorable in terms of reduced need for additional water. A simplified yield function relating yield to the percentage of water depth applied was also determined. It was observed that the average additional water depth application requirement ranged from 163.48 to 238.6 mm with interactions between sowing date and crop cycle duration. Yield functions indicated yield reductions as function of water depth that were lower for seeding in 15/12 for cultivars with average cycle duration and larger for seeding in 15/10 in late-maturing cultivars. It was concluded that for the period under study and for all simulated scenarios additional water was required. Significant reductions in yield due to water deficit were also observed.

Keywords: productivity, water restriction, profitability, *Glycine max*.

3 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) encontra-se entre as mais importantes oleaginosas cultivadas no mundo, seu elevado teor de proteína (40%) e de óleo (20%) associado ao alto rendimento de grãos, tornando-a apta para a alimentação animal, humana, produção de biocombustíveis, entre outros fins (SEDIYAMA et al., 2009). No Brasil, a cultura constitui-se como um dos principais cultivos agrícolas, sendo utilizada como matéria-prima insubstituível para diversos complexos agroindustriais (GOMES, 2007).

No Rio Grande do Sul, a soja apresenta a maior área de cultivo nacional, em torno de três milhões de hectares, sendo cultivada em 32 microrregiões geográficas, respondendo por aproximadamente 20% da produção de grãos do estado (MELO, 2005). Contudo, mesmo com a expressividade econômica que a cultura apresenta no mundo, país e estado, esta vem apresentando dificuldades devido a significativas quebras de produtividade.

Guimarães et al. (2008) afirmam que a produtividade de uma cultura é definida pela interação entre o genótipo da planta, o ambiente de produção e o manejo, sendo assim, a indisponibilidade de um dos fatores pode interferir substancialmente nos resultados obtidos. De acordo com Vivan et al. (2010), os reduzidos níveis de produtividade da soja no Rio Grande do Sul, expressam a necessidade da incorporação de técnicas com maior eficiência para a condução da atividade agrícola, sendo que, dentre estas, sobressai o manejo de irrigação.

Berlato e Fontana (1999) citam que as alterações anuais da produtividade de soja no sul do Brasil são função das oscilações no regime pluviométrico, o qual é fortemente influenciado pela ocorrência de fenômenos climáticos, como El Niño e La Niña. Franke e Dorfman (2000) afirmam que, baseado em trabalhos de pesquisa consultados, pode-se dizer

que a irrigação na cultura da soja, nas condições agroecológicas do Rio Grande do Sul e, em especial, do Planalto Médio e das Missões, justifica-se tecnicamente.

Logo, a utilização de complementação hídrica para a cultura da soja apresenta-se como alternativa para elevação de produtividade quando a precipitação pluviométrica não atende as demandas hídricas totais da cultura, tanto quantitativamente, quanto temporalmente.

Segundo Doorenbos & Kassan (1979) e Tecnologias (2003) para a obtenção de uma produtividade elevada, as necessidades hídricas da cultura da soja encontram-se entre 450 e 850 mm por ciclo, dependendo do clima, do manejo e da duração do período de crescimento da cultura. Vivan et al. (2010) citam que fatores como duração do ciclo da cultura (precoce, médio e tardio) e data de semeadura (outubro, novembro e dezembro) podem influenciar significativamente nas necessidades hídricas da cultura e, conseqüentemente em sua produtividade.

Assim, a incerteza ou o desconhecimento das condições meteorológicas e da probabilidade de ocorrência de adversidades climáticas tem sido tema constante de preocupação no setor primário, interferindo nas principais decisões técnicas, econômicas, administrativas e políticas a serem tomadas e executadas (SILVA et al., 2011).

O conhecimento da resposta das culturas a diferentes cenários de disponibilidade hídrica e de retorno econômico pode ser alcançado com a aplicação da técnica da modelagem de desenvolvimento e crescimento das culturas, sendo possível simular diferentes condições meteorológicas e solos e, estimar a provável lâmina de água e o provável número de irrigações para qualquer época de semeadura e duração de ciclo (SILVA et al., 2011).

Segundo Hexem e Heady (1978) a produção de uma cultura agrícola está condicionada a vários fatores referentes ao solo, à planta e ao clima, existindo uma relação funcional entre estes fatores e a produção das culturas, característica de cada condição ambiental.

As funções de produção água-cultura são particularmente importantes para as análises de produção agrícola quando a água é escassa. Para o processo de planejamento, essas funções constituem o elemento básico de decisão dos planos de desenvolvimento e operação de projetos de irrigação, permitindo a tomada de decisões sobre planos ótimos de cultivo e ocupação de área para produção econômica, com base na água disponível (CAVALCANTI et al., 2009)

O presente trabalho tem o objetivo de determinar as lâminas de irrigação complementar para a cultura da soja para diferentes cenários, em relação ao rendimento relativo da cultura em função do percentual de lâmina de irrigação aplicado.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na microrregião de Passo Fundo, localizada na região do Planalto do estado do Rio Grande do Sul, no período entre safras de 93/94 a 06/07. A Figura 1 apresenta a localização espacial da microrregião de Passo Fundo no estado do Rio Grande do Sul.

Para o respectivo estudo foram estabelecidos nove cenários para combinações de datas de semeadura e duração de ciclo da cultura da soja. As datas de semeadura utilizadas foram de 15/10, 15/11 e 15/12 (REUNIÃO, 2006) e as durações dos estádios fenológicos foram propostos em 110 dias para cultivares de soja com duração de ciclo precoce, 125 dias para o ciclo médio e 140 dias para ciclo tardio (MARTINS et al., 2007).

O modelo de simulação utilizado foi o WINISAREG (TEIXEIRA e PEREIRA, 1992), que dentre suas funcionalidades permite realizar o equacionamento do balanço hídrico do solo e o cálculo da lâmina líquida requerida para as condições de restrição impostas.

Neste estudo, as simulações foram realizadas buscando a maximização do potencial produtivo da cultura, isto é, o modelo foi ajustado para que a cultura, durante todo o ciclo, permanecesse sobre condição de conforto hídrico, com suprimento de sua demanda evapotranspirativa.

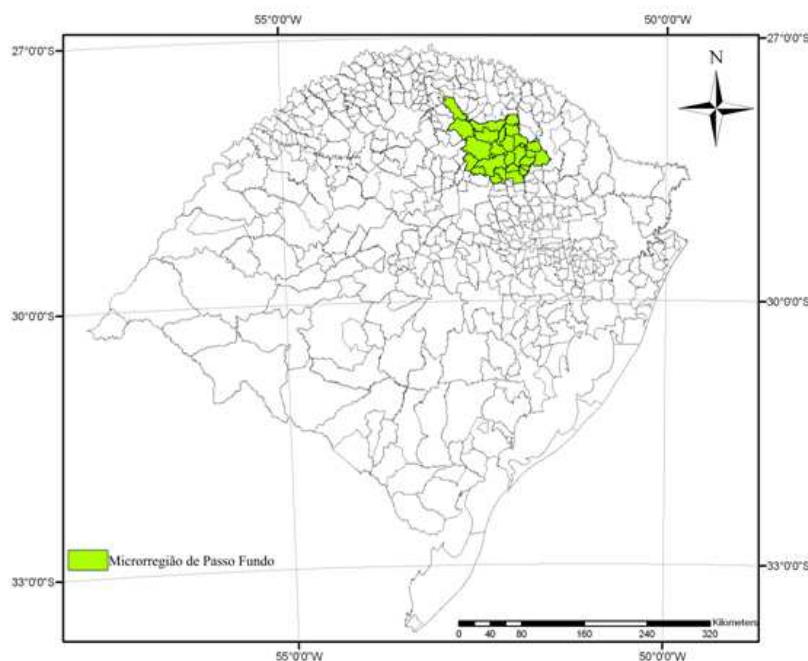


Figura 1. Localização espacial Microrregião de Passo Fundo - RS.

No modelo foram inseridos os dados referentes ao sistema solo-planta-atmosfera necessários ao processo de simulação. Os dados de solo correspondem a características físico-hídricas do Latossolo Vermelho distrófico típico (STRECK et al. 2002; FIETZ, 2002). Os dados de clima constam de dados meteorológicos em base diária para o local de estudo, obtidos junto à estação da Embrapa de Passo Fundo. E os culturais, constam de dados médios da cultura da soja para períodos referentes aos estádios de desenvolvimento desta obtidos através de revisão bibliográfica.

Após a obtenção dos valores de lâmina de irrigação necessários objetivando a comparação das combinações de data de semeadura e duração de ciclo simuladas fez-se uso da análise de variância, assim, os dados, no caso lâminas de irrigação suplementar requeridas pela cultura da soja nas diversas combinações de data de semeadura e duração do ciclo da cultura, foram considerados como obtidos de forma experimental. Realizando-se o delineamento bifatorial do tipo blocos ao acaso, com bloqueamento no fator safras. No delineamento, os níveis do fator A são constituídos pelas três datas de semeadura e, os níveis do fator D, pelas durações de ciclo de cultura propostos. Após a realização da análise de variância, e considerando os tratamentos qualitativos foi realizado teste Tukey.

Para a determinação das funções de rendimento decorrentes da aplicação de percentuais de lâmina, adotou-se a função simplificada de relação entre rendimento e evapotranspiração, proposta por Stewart et al. (1976).

$$\left(1 - \frac{Ya}{Ym}\right) = Ky \times \left(1 - \frac{ETa}{ETm}\right)$$

Em que, Ky - fator de resposta do rendimento, tabulado para diversas culturas por Doorenbos & Kassan (1979); Ya - Rendimento real da cultura; Ym - Rendimento potencial; ETa - Evapotranspiração real e ETm - Evapotranspiração.

Esta função relaciona cada déficit hídrico a um déficit na evapotranspiração relativa, definido a partir da razão entre a evapotranspiração real da cultura (ETa) e a evapotranspiração máxima (ETm), existindo um correspondente déficit de rendimento relativo. A resposta do suprimento de água sobre o rendimento é quantificada através do fator de resposta da cultura (Ky), que relaciona a queda de rendimento relativo com o déficit da evapotranspiração relativa.

No presente estudo foi utilizado um valor de fator de resposta da cultura ao estresse hídrico (Ky) de 0,85, valor que representa a média da resposta ao estresse hídrico considerando o ciclo como um todo, e adaptado de Doorenbos e Kassam (1979).

Para a realização das simulações dos nove cenários propostos foram construídas planilhas de dados, onde simulou-se reduções de disponibilidade hídricas, em intervalos de 10 em 10% das lâminas líquidas requeridas para exposição do máximo rendimento obtidas no modelo WINISAREG.

Assim, para cada cenário simulado, obtiveram-se os valores médios de redução de rendimento em função das reduções de lâmina aplicada. Sendo posteriormente ajustadas e plotadas funções que as representassem com o uso do programa SIGMAPLOT®.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A região do planalto do Rio Grande do Sul caracteriza-se como grande produtora de grãos, tendo índices produtivos fortemente vinculados a variabilidade climática. Diversos autores, entre eles Mota et al. (1996), Cunha et al. (1999) Barni e Matzenauer (2000) citam que a precipitação pluvial foi identificada como a principal variável meteorológica determinante de oscilações no rendimento de grãos de soja no Rio Grande do Sul, tanto interanualmente quanto entre diferentes regiões do estado.

Estas elevadas flutuações dos índices pluviométricos no período de desenvolvimento da cultura da soja, apontam a necessidade de determinação dos déficits hídricos ocorridos nas últimas safras e a quantificação das lâminas de irrigação suplementar necessária para o suprimento das restrições hídricas sofridas pela cultura da soja na microrregião estudada.

A Tabela 1 apresenta os valores de lâmina média da irrigação suplementar requeridos para a cultura da soja, obtidos à partir do modelo WINISAREG, para as diferentes combinações de duração de ciclo da cultura e data de semeadura.

Tabela 1. Valores de lâmina média da irrigação suplementar (mm) requeridos para a cultura da soja, para ciclo e data de semeadura, seguidos de seus desvios padrão.

Cenário Simulado	Lâmina Média Requerida (mm)	Desvio Padrão (mm)
Semeadura 15/10 (Ciclo Precoce 110 dias)	210,39	54,72
Semeadura 15/10 (Ciclo Médio 125 dias)	218,80	56,20
Semeadura 15/10 (Ciclo Tardio 140 dias)	238,60	78,37
Semeadura 15/11 (Ciclo Precoce 110 dias)	189,35	73,01
Semeadura 15/11 (Ciclo Médio 125 dias)	215,39	72,83
Semeadura 15/11 (Ciclo Tardio 140 dias)	222,79	78,83
Semeadura 15/12 (Ciclo Precoce 110 dias)	213,55	78,57
Semeadura 15/12 (Ciclo Médio 125 dias)	163,48	67,20
Semeadura 15/12 (Ciclo Tardio 140 dias)	165,04	70,03
Média Geral	204,15	69,97

Observa-se que as lâminas médias requeridas encontram-se entre 163,48 e 238,60 mm, valores estes bastante expressivos, considerando-se a necessidade hídrica para a cultura da soja, onde, segundo Doorenbos e Kassan (1979) e Reichardt (1987), para obtenção de uma produtividade elevada, são necessários entre 450 a 850 mm de água por ciclo, dependendo do clima e da duração do período de desenvolvimento.

Assim, considerando o valor mínimo de necessidade hídrica da cultura, isto é, 450 mm, a lâmina suplementar de aproximadamente 204 mm, que foi a média geral dos cenários propostos, representa acima de 45% da lâmina requerida pela cultura. O que é expressivo, considerando-se reduções de rendimento devido a déficits hídricos.

A Tabela 2 apresenta a análise de variância para os dados de lâmina de irrigação suplementar requerida para a cultura da soja para cada cenário de combinação de data de semeadura e duração do ciclo da cultura simulado.

Tabela 2. Análise da Variância para um experimento bifatorial, sendo Fator A (Data de semeadura) e Fator D (Duração do ciclo da cultura).

CV	GL	SQ	QM	Fc	F5%
Blocos	3	449328,26	34563,71	27,16886	1,82
Fator A	2	38512,193	19256,1	15,13628	3,09
Fator D	2	1922,5454	961,2727	0,75561	3,09
Interação AD	4	35278,127	8819,532	6,932606	2,46
Erro	104	132306,85	1272,181	---	---

CV causa de variação, GL graus de liberdade, SQ soma de quadrados, QM quadrado médio, Fc fator F calculado e F5% valor teórico de f em que $P(F > f) = 5\%$.

Verifica-se na Tabela 2 que a hipótese H_0 foi rejeitada para os blocos (safras), e neste caso, conclui-se em um nível de 5% de probabilidade de erro, que os blocos são heterogêneos, sendo o delineamento blocos ao acaso eficiente. Também se verifica a rejeição da hipótese H_0 para a interação AD, neste caso, conclui-se em um nível de 5% de probabilidade de erro a ocorrência de interação entre a combinação de data de semeadura e duração de ciclo da cultura, sendo necessária a realização de teste de comparação de médias dos níveis do fator A dentro do fator D.

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados para comparação de médias dos valores de lâmina de irrigação, considerando os níveis do fator A (data de semeadura) dentro do fator D (duração do ciclo da cultura).

Tabela 3. Teste Tukey para comparação de médias das lâminas de irrigação, considerando os níveis do fator D (Duração do ciclo da cultura) dentro do fator A (Data de semeadura), sendo A1 (15/10), A2 (15/11) e A3 (15/12).

Nível do Fator D					
Precoce		Médio		Tardio	
A3	213,56 a	A1	218,89 a	A1	238,61 a
A1	210,39 a	A2	215,39 a b	A2	222,79 a b
A2	189,35 a	A3	163,49 b	A3	165,04 b

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Observa-se através da Tabela 3 que o teste de comparação de médias não apontou diferenças entre as datas de semeadura para culturas com duração de ciclo precoce. Já para as culturas de duração de ciclo médio e tardio, verificou-se que a semeadura em 15/10 difere da semeadura em 15/12, sendo que para o período em estudo, considerando as condições utilizadas no experimento seria mais adequado optar por semeadura em 15/12, considerando a menor demanda de lâmina de irrigação suplementar.

Na Figura 02 apresentam-se as funções de rendimento relativo em função da lâmina média de irrigação aplicada para o período em estudo, nas diferentes combinações de data de semeadura e duração de ciclo da cultura.

Nota-se que à medida que se eleva o percentual de lâmina aplicado, isto é, aproxima-se a lâmina requerida da lâmina de irrigação fornecida ocorrem quedas nas reduções de rendimento, passando a cultura a elevar sua produção. Do contrário, quando devido a motivos técnicos ou econômicos, não é possível suprir as necessidades hídricas totais da cultura, ocorrem reduções de rendimento, que se tornam mais expressivos à medida que menores percentuais de lâmina são fornecidos.

Para os cenários propostos, é possível perceber menores reduções de rendimento em função do percentual de lâmina aplicado para cultivares de soja com duração de ciclo precoce, independentes da data de semeadura (Figura 2). Analisando-se o fator data de semeadura, verifica-se que para semeaduras em 15/10 são menores as reduções de rendimento em cultivares de ciclo precoce; para semeadura em 15/11 também são menores as reduções de rendimento para cultivares de ciclo precoce; verifica-se que a semeadura realizada em 15/12 promove menores reduções de rendimento, independentemente da duração de ciclo da cultura.

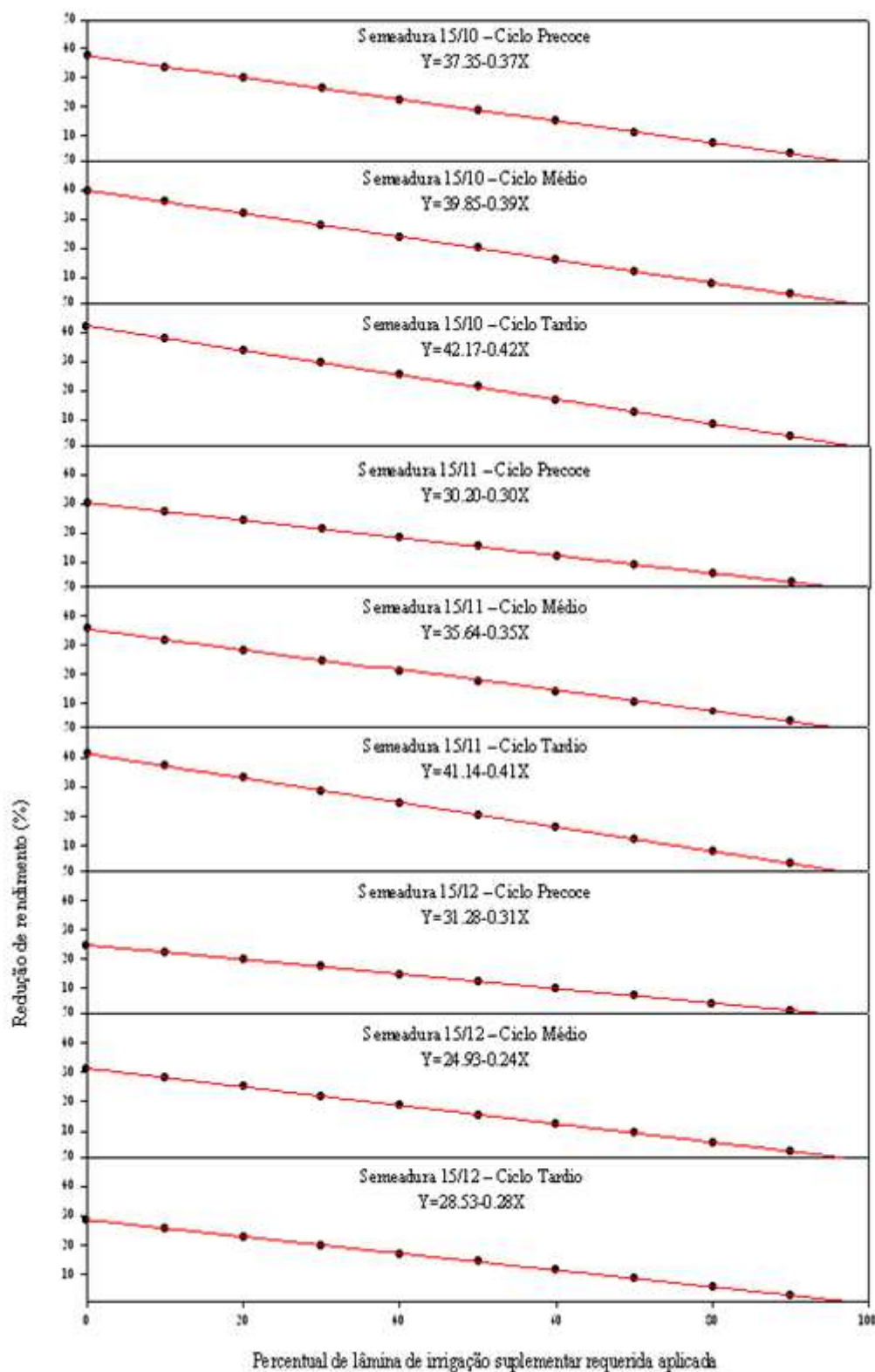


Figura 2. Rendimento relativo em função do percentual de lâmina média de irrigação simulada aplicada para o período em estudo, nas diferentes combinações de data de semeadura e duração do ciclo da cultura.

Considerando os dois fatores, isto é, data de semeadura e duração do ciclo da cultura, as menores reduções de rendimento em função dos percentuais de lâminas de irrigação requerida aplicada, são observadas para semeadura em 15/12 para culturas de ciclo precoce, onde as reduções de rendimento podem aproximar-se de 25% do rendimento relativo máximo, enquanto as mais elevadas reduções de rendimentos são observadas para semeadura em 15/10 em culturas de ciclo tardio, onde as reduções de rendimento podem ultrapassar 42% do rendimento relativo máximo.

6 CONCLUSÕES

De acordo com a metodologia utilizada e nas condições em que o trabalho foi realizado, pode-se concluir que:

1- Existiu a necessidade de aplicação de lâmina de irrigação suplementar, independentemente do cenário simulado para todo o período em estudo, com significativas flutuações no valor total de lâmina a ser aplicada de safra para safra.

2- Não foram verificadas diferenças entre as datas de semeadura para culturas com duração de ciclo precoce. Já para as culturas de duração de ciclo médio e tardio, verificou-se que a semeadura em 15/10 difere da semeadura em 15/12, sendo mais adequado optar por semeadura em 15/12, considerando a menor demanda de lâmina de irrigação suplementar.

3- As reduções de rendimento em função do percentual de lâmina aplicada variaram entre 25 a 45% em relação ao relativo máximo.

4- O modelo apresentou-se como ferramenta promissora para a simulação do crescimento da cultura da soja, quando adequadamente alimentado pelas variáveis referentes ao sistema solo-planta-atmosfera.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARNI, N.A.; MATZENAUER, R. Ampliação do calendário de semeadura da soja no Rio Grande do Sul pelo uso de cultivares adaptados aos distintos ambientes. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.6, n.2, p.189-203, 2000.

BERLATO, M.A.; FONTANA, D.C. Variabilidade interanual da precipitação e variabilidade dos rendimentos de soja no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.7, n.1, p.119-125, 1999.

CUNHA, G. R. et al. **Cartas de perda de rendimento potencial em soja no Rio Grande do Sul por deficiência hídrica**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1999. 52p.

CAVALCANTI, R. A. et al. Função de produção da cultura do pimentão para diferentes lâminas de irrigação. **Anais...II Seminário Iniciação Científica - IFTM**, 2009.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. Efeito da água no rendimento das culturas. Roma, **Irrigation and Drainage Paper 33**, 1979. 306p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de produção de soja - Região Central do Brasil 2004**. Londrina: Embrapa Soja; Dourados: Embrapa

Agropecuária Oeste; Planaltina: Embrapa Cerrados; Belo Horizonte: EPAMIG; Uberaba: Fundação Triângulo, 2003. 237 p. (Sistemas de Produção, 4).

FRANK A. E.; DORFMAN R. Necessidades de irrigação suplementar em soja nas condições edafoclimáticas do planalto médio e missões, RS. Brasília. **Pesq. agropec. bras.**, 2000, v.35, n.8, p.1675-1683.

GUIMARAES, F. de S. et al. Cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] para cultivo de verão na região de Lavras-MG. **Ciência e Agrotecnologia**. 2008, v. 32, n. 4, pp. 1099-1106.

GOMES, A. C. S. **Efeito de diferentes estratégias de irrigação sob a cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) na região de Santiago, RS**. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS. 2007. 132p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Contagem da população 2007**. Rio de Janeiro, 2007.

HEXEM, R. W.; HEADY, E. O. **Water production functions for irrigated agriculture**. Ames, Iowa: The Iowa University Press, 1978, 215p.

MARTINS, M. C. et al. Épocas de semeadura, densidades de plantas e desempenho vegetativo de cultivares de soja. **Scientia Agricola**, 2007, v. 56, n. 4. p. 851-858.

MELO, R. W. **Parametrização de modelo para estimação da produtividade da soja nas regiões do Planalto Médio, das Missões e do Alto Vale do Uruguai, Rio Grande do Sul**. 196 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

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

REICHARDT, K. A **água em sistemas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1987. 178p.

REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL. **Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina 2006/2007**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. 237p.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, C.; BARROS, H. B. Cultivares. In: SEDIYAMA, T. (Ed). **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina: Mecenias, 2009. p. 77-92.

SILVA, J. C. da et al. Necessidade de irrigação para o feijoeiro na região central do Rio Grande do Sul. **Rev. bras. eng. agríc. ambient. [online]**. 2011, vol.15, n.10, pp. 1030-1036.

STEWART, J. L. et al.. **Water production functions and predicted irrigation programs for principal crops as required for water resources planning and increased water use efficiency**. Davis: University of California / Dep. Land, Air and Water Resources, 1976.

STRECK, E. V. et al. Solos do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, EMATER/RS; UFRGS,

2002. 126p.

TEIXEIRA, J. L., PEREIRA, L. S. ISAREG- **An irrigation scheduling model**. ICID Bulletin, New Delhi, v.41, n.2, 1992, p.29-48.

VIVAN, G. A. et al. Avaliação das variáveis referentes à produção de soja no Rio Grande do Sul para o período agrícola 2004-2007. **Geomática** (Santa Maria. Online), 2010.