

ANÁLISE AGROCLIMÁTICA DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS PARA A CULTURA DA SOJA NA REGIÃO DO PLANALTO MÉDIO DO RIO GRANDE DO SUL

AGROCLIMATIC ANALYSIS OF WATER AVAILABILITY FOR SOYBEAN CROP IN PLANALTO MÉDIO OF RIO GRANDE DO SUL STATE, BRAZIL

Ronaldo Matzenauer¹, Nídio Antonio Barni¹, Flávio Alves Machado² e Fábio Simon da Rosa²

RESUMO

A grande variabilidade interanual e interregional nos rendimentos da cultura da soja no Rio Grande do Sul, deve-se, em grande parte, à variabilidade da precipitação pluvial, principalmente, durante os meses de dezembro a fevereiro. Com o objetivo de fazer uma análise agroclimática das disponibilidades hídricas para a cultura da soja na região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul, em diferentes épocas de semeadura, realizou-se este trabalho, utilizando-se uma série histórica de cerca de 22 anos de dados meteorológicos. As necessidades hídricas da cultura foram estimadas em diferentes subperíodos, utilizando-se coeficientes de cultura obtidos regionalmente a partir da relação entre a evapotranspiração máxima da cultura (ET_m) e a evapotranspiração de referência calculada pela equação de Penman (ET_o). Os valores médios de evapotranspiração total no ciclo completo da cultura variaram de 664mm na época de semeadura de dezembro para Cruz Alta a 930mm na época de semeadura de outubro, para Júlio de Castilhos. Os maiores valores médios de evapotranspiração foram verificados para a localidade de Júlio de Castilhos, sendo que para Cruz Alta e Passo Fundo, os valores foram semelhantes. Para as três localidades, o maior consumo de água foi observado para a época de semeadura de outubro, seguindo-se a época de novembro e com menor consumo a época de dezembro. Verificou-se que, nas três localidades, é comum a ocorrência de deficiência hídrica para a cultura da soja, com valores totais médios no ciclo variando de 181mm a 344mm. Os maiores valores médios de deficiência hídrica foram verificados em Júlio de Castilhos e os menores em Passo Fundo, com valores intermediários para Cruz Alta. Verificou-se,

¹ Eng^o Agr^o, Dr., pesquisador da Equipe de Agrometeorologia da FEPAGRO/SCT. Rua Gonçalves Dias, 570, 90130-060. Porto Alegre - RS.

também, que a deficiência hídrica diminuiu à medida que a época de semeadura foi retardada e que o período de maior deficiência ocorreu do início da floração ao início de enchimento de grãos, para as três localidades.

Palavras-chave: soja, evapotranspiração, deficiência hídrica.

SUMMARY

The great variability among years and areas that happens on soybean crop yield in the Rio Grande do Sul State, Brazil, are largely due to the variability of the rainfall, mainly from December to February. With the aim to analyse the water availability for soybean crop in the climatic area of Planalto Médio – Rio Grande do Sul, at different sowing dates, this work was performed being used a historical series of about 22 years of meteorological data. The water needs of the crop was evaluated at different subperiods, using crop coefficients locally obtained from relation between the crop evapotranspiration (ET_m) and the reference evapotranspiration, calculated by Penman's formula. The medium values of total evapotranspiration in the complete crop cycle varied from 664mm, at time of sowing date of December for Cruz Alta to 930mm, at time of sowing date of October, for Julio de Castilhos. The largest medium values of evapotranspiration were verified to Julio de Castilhos, and similar values for Cruz Alta and Passo Fundo. To the three places the greater consumption of water was observed for the sowing date of October, being folowed the time of November and with smaller consumption the time of December. It was verified that in this locals, it is common water deficiency for the soybean crop, with medium total values in the cycle varying from 181mm to 344mm. The largest medium values of water deficiency was verified in Julio de Castilhos and the smalest ones, in Passo Fundo, with intermediary values for Cruz Alta. It was verified, also, that the water deficiency decreased as the sowing time was delayed and the period of larger deficiency happened from the flowering beginning to the start of grain filling stage, to the three places.

Key words: soybean, evapotranspiration, water deficiency

INTRODUÇÃO

O Rio Grande do Sul tem uma posição destacada na produção agrícola nacional. Com uma área territorial de cerca de 282 000km², representando pouco mais de 3% do território Nacional, produziu na

² Estagiário da Equipe de Agrometeorologia da FEPAGRO/SCT. Estudante de Engenharia Agrícola da ULBRA.

safras 1994/95 em torno de 24 % da produção brasileira de grãos, com aproximadamente 19% e 26% respectivamente, para as culturas de milho e soja. Apesar da expressão econômica, as culturas de milho e soja apresentam índices de produtividade ainda baixos, se comparados aos índices obtidos em outros países ou mesmo em outros Estados, como por exemplo o Paraná. Outra característica da produção agrícola gaúcha, é a grande variabilidade espacial e temporal dos rendimentos obtidos. Uma das principais causas dos baixos rendimentos e da grande variabilidade observada, é a variação na disponibilidade hídrica para estas culturas. Contribuem também, as características de manejo, estrutura, conservação e fertilidade do solo, além de temperaturas extremas do ar. Diversos trabalhos indicam que a baixa disponibilidade hídrica, provocada pela baixa quantidade e (ou) má distribuição das chuvas, é o principal fator limitante ao rendimento de grãos da cultura da soja no Estado (BERLATO, 1987; MOTA et al., 1991; MOTA et al., 1996; CUNHA et al., 1998). Segundo ÁVILA (1994), a probabilidade da precipitação pluvial superar a evapotranspiração potencial nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, em praticamente todo o Estado, é inferior a 60%. Isso determina a alta frequência de ocorrência de deficiências hídricas e conseqüentes quebras de safras das culturas produtoras de grãos de primavera-verão.

Desta forma, o clima caracteriza-se como o principal responsável pelas oscilações e frustrações das safras agrícolas, não só no Estado, mas em todo o Brasil. No Rio Grande do Sul, diversas análises da produção agrícola apontaram alta correlação entre as variações das safras das principais culturas com as condições meteorológicas e climáticas. Dentre estas, a variável hídrica é a que, com maior frequência e intensidade, afeta a produção das lavouras. Somente nos últimos doze anos, em quatro anos agrícolas (1985/86, 1987/88, 1990/91 e 1995/96), as safras gaúchas foram reduzidas em torno de 30 a 60% por secas e, em outros, ocorreram estiagens que provocaram reduções no rendimento das culturas em menores proporções, porém, com prejuízos econômicos. Na estiagem de 1987/88, o Estado perdeu cerca de 3 milhões de toneladas de grãos de soja, milho e feijão, representando uma quebra de 31% da previsão inicial. Na estiagem de 1990/91, mais intensa e extensa do que a anterior, as estimativas oficiais do IBGE e EMATER/RS, indicaram uma redução na produção de 5,5 milhões de toneladas de grãos (soja, milho e feijão), o que correspondeu a uma quebra de 56% da safra esperada, causando um prejuízo de cerca de 840 milhões de dólares.

De acordo com dados apresentados por FARIAS et al. (1992), o Rio Grande do Sul é o Estado da região Sul que tem apresentado os maiores prejuízos devido às secas. Segundo os autores, nos anos de 1979, 1986, 1988 e 1991 verificaram-se perdas na produção de soja na ordem de 38, 36, 37 e 58%, respectivamente, em relação a anos imediatamente anteriores ou posteriores, onde condições normais de disponibilidade hídrica estavam presentes.

Segundo BERLATO (1992), em algumas regiões do Estado como a Campanha e Baixo Vale do Uruguai, a frequência média de anos secos atinge 20%. Levando-se em conta que os rendimentos médios podem ser elevados substancialmente pela melhoria do manejo das culturas e, principalmente, pela melhoria do ambiente físico, em função de suas limitações, a conclusão é de que o impacto causado pelas adversidades climáticas, em especial das estiagens, é bem mais intenso. 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. Em anos considerados muito secos, os rendimentos médios estiveram abaixo de uma tonelada por hectare (BERLATO, 1992).

Em trabalho realizado com a cultura da soja em cinco locais do Estado, BERLATO (1987) encontrou alta associação entre o rendimento de grãos e a evapotranspiração relativa (evapotranspiração real/evapotranspiração calculada pelo método de Penman - E_{Tr}/E_{To}), estabelecendo modelos de previsão do rendimento da soja a partir do índice utilizado. No teste de validação dos modelos, os coeficientes de determinação obtidos foram maiores que 0,90, indicando a dependência da cultura ao fator água.

BERLATO et al. (1986), determinaram a evapotranspiração da cultura da soja durante o período 1974/75-1981/82, para as condições da Depressão Central do Rio Grande do Sul. Encontraram um valor médio durante o ciclo da cultura de $6,1\text{mm.dia}^{-1}$. O maior consumo médio diário foi de 7,5mm durante o subperíodo compreendido entre o início da floração e o início do enchimento de grãos. O consumo total de água durante o ciclo da cultura (semeadura-maturação fisiológica) foi de 820mm, indicando a elevada quantidade de água necessária para o crescimento e desenvolvimento da soja.

A sensibilidade da soja ao déficit hídrico, em termos de rendimento de grãos, aumenta à medida que a planta avança em suas fases de crescimento e desenvolvimento, apresentando menor sensibilidade durante o período vegetativo e maior sensibilidade durante o crescimento dos legumes e grãos (SHAW & LAING, 1966; DOSS et al., 1974; HILL et al., 1979). De acordo com BERLATO (1987), o período reprodutivo da soja é o mais crítico em relação ao déficit hídrico. Segundo o autor, o consumo relativo de água (E_{Tr}/E_{To}) explicou 89, 86 e 85% da variação do rendimento de grãos da soja dos grupos de maturação precoce, médio e tardio, respectivamente, durante o referido período.

Visando estudar o efeito da variabilidade das chuvas sobre a cultura da soja na região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul, este trabalho teve como principal objetivo, avaliar as condições de disponibilidade hídrica para a cultura, através da determinação da evapotranspiração máxima (E_{Tm}), da evapotranspiração real (E_{Tr}) e das deficiências hídricas, que poderão ter utilidade para o aperfeiçoamento do zoneamento agroclimático, indicação mais eficiente da época de semeadura e recomendação das necessidades de irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

Na primeira etapa do trabalho, foram elaborados arquivos de séries decendiais dos seguintes elementos meteorológicos necessários às análises: precipitação pluvial (mm), radiação solar global ($\text{cal cm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$), temperatura média do ar ($^{\circ}\text{C}$), umidade relativa média do ar (%) e velocidade média do vento (m s^{-1} ou km dia^{-1}). Os dados meteorológicos foram obtidos no banco de dados da Equipe de Agrometeorologia da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária, da Secretaria da Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul.

Os dados de radiação solar foram obtidos a partir da cotação dos gráficos do actinógrafo e integrados pelo método de Simpson. A umidade relativa média diária (%) foi obtida pela equação:

$$\text{UR} = (\text{UR}_9 + \text{UR}_{15} + \text{UR}_{21}) / 3$$

sendo UR_9 , UR_{15} e UR_{21} a umidade relativa do ar às 9, 15 e 21 horas, respectivamente.

Para o cálculo da temperatura média do ar foi utilizado o método das temperaturas máximas ($T_{\text{máx}}$) e mínimas ($T_{\text{mín}}$), onde a temperatura média diária ($T_{\text{média}}$) é dada por:

$$T_{\text{média}} = (T_{\text{máx}} + T_{\text{mín}}) / 2$$

A velocidade do vento foi calculada a partir das leituras realizadas às 9, 15 e 21 horas no catavento tipo Wild ou registrada no anemômetro totalizador. Os dados de precipitação foram obtidos através da cotação de gráficos de pluviógrafos.

Em seguida, foram calculados balanços hídricos decendiais, pelo método de THORNTHWAITE e MATHER (1955), utilizando-se a evapotranspiração específica para a cultura da soja, para o período de 1975 a 1997, para as localidades de Júlio de Castilhos ($29^{\circ}13'26''$ de latitude sul, $53^{\circ}40'45''$ de longitude oeste e 514m de altitude), Passo Fundo ($28^{\circ}15'41''$ de latitude sul, $52^{\circ}24'45''$ de longitude oeste e 709m de altitude) e Cruz Alta ($28^{\circ}38'41''$ de latitude sul, $53^{\circ}36'42''$ de longitude oeste e 473m de altitude), localizadas na região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul. Para o cálculo do balanço hídrico, utilizou-se uma capacidade de armazenamento de água no solo de 100mm, para as três localidades estudadas.

Neste trabalho utiliza-se o termo evapotranspiração máxima da cultura (ET_m), que é definida como a perda de água por uma cultura qualquer, em condições ótimas de densidade de plantas e fertilidade do solo, sem limitação de água no solo e em qualquer estágio de desenvolvimento (PERRIER, 1985). No texto, utiliza-se, também, como sinônimo, a expressão consumo de água.

A evapotranspiração máxima da cultura (ET_m) foi calculada utilizando-se coeficientes de cultura (K_c) determinados regionalmente (BERLATO et al., 1986), segundo a relação:

$$K_c = ET_m / E_{t0}$$

sendo, E_{t0} a evapotranspiração de referência calculada pelo método de PENMAN (1956), dada pela equação:

$$E_{t0} = [(s / \gamma) R_n + E_a] [(s / \gamma) + 1]^{-1}$$

sendo s a tangente à curva de pressão de saturação do vapor d'água versus temperatura do ar ($mb \text{ } ^\circ C^{-1}$), γ a constante psicrométrica ($mb \text{ } ^\circ C^{-1}$), R_n o saldo de radiação expresso em unidades de evaporação (mm) e, E_a o termo aerodinâmico (mm), expresso pela função:

$$E_a = 0,35 (e_s - e_a) (0,5 + 0,01U_2)$$

sendo $e_s - e_a$ o déficit de saturação de vapor d'água do ar (mm Hg) e U_2 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 (R_n) foi estimado por um modelo ajustado para a cultura da soja (BERLATO, 1987) onde R_n é função da radiação solar global. Outros pesquisadores tem utilizado o saldo de radiação estimado sobre a cultura estudada, obtendo melhores resultados do que com R_n estimado sobre superfície gramada (CUNHA, 1991; SANTOS, 1993).

As determinações de evapotranspiração máxima (ET_m), evapotranspiração real (ET_r) e deficiência hídrica, foram feitas para as épocas de semeadura de outubro, novembro e dezembro, centralizadas no dia primeiro, utilizando-se a fenologia média de cultivares de soja de ciclo médio (Tabela 1), nos seguintes subperíodos de desenvolvimento da cultura:

1. da semeadura a 20 dias após, coincidindo com a primeira folha trifoliolada desenvolvida ($S - V_2$);
2. V_2 ao início da floração ($V_2 - R_1$);
3. R_1 ao início de enchimento de grãos ($R_1 - R_5$);
4. R_5 à maturação fisiológica ($R_5 - R_7$)
5. no ciclo completo ($S - R_7$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Tabelas 2, 3 e 4, são apresentados os resultados de evapotranspiração máxima (ET_m), evapotranspiração real (ET_r) e deficiência hídrica (D), valores totais em milímetros, durante o período estudado, para as localidades de Júlio de Castilhos, Cruz Alta e Passo Fundo, respectivamente, em quatro subperíodos de desenvolvimento da cultura da soja e no ciclo completo, para três épocas de semeadura.

Os maiores valores de evapotranspiração (ETm) total no ciclo completo, foram verificados durante os anos agrícolas de 1978/79, 1981/82, 1985/86 e 1990/91. Foram anos em que ocorreram estiagens no Rio Grande do Sul, e, segundo FARIAS et al. (1992), perdas nas safras de soja que variaram de 36% a 58%. A evapotranspiração diária de cada espécie depende do estágio de desenvolvimento das plantas e da demanda evaporativa da atmosfera, e seu valor absoluto varia, portanto, em função das condições climáticas de cada região e em função do ano e época de semeadura na mesma região. Desta forma, os principais elementos meteorológicos determinantes da demanda evaporativa da atmosfera, e portanto, da evapotranspiração das culturas, são a radiação solar, a temperatura, a umidade do ar e o vento (CHANG, 1968; BERLATO & MOLION, 1981; STEWART, 1983). Como em anos de estiagem ocorre um maior número de dias claros, é normal que as condições meteorológicas favoreçam uma maior demanda evaporativa da atmosfera e, portanto, maior consumo de água pelas culturas. Para a localidade de Júlio de Castilhos, por exemplo, os valores de evapotranspiração da cultura foram superiores a 1000mm durante o ciclo completo, para as épocas de semeadura de outubro e novembro, durante o ano agrícola 1985/86, ano que se caracterizou pela ocorrência de forte estiagem, com perdas significativas nas lavouras do Estado. Os menores valores de ETm total foram verificados durante o ano agrícola 1994/95.

Os valores médios de evapotranspiração total no ciclo completo da cultura variaram de 664 mm na época de semeadura de dezembro para Cruz Alta, a 930 mm na época de semeadura de outubro para Júlio de Castilhos. Os maiores valores médios de evapotranspiração foram verificados em Júlio de Castilhos, sendo que para Cruz Alta e Passo Fundo, os valores foram semelhantes. Para as três localidades, o maior consumo de água foi observado para a época de semeadura de outubro, seguindo-se a época de novembro e com menor consumo a época de dezembro.

O subperíodo de desenvolvimento da soja em que foram verificados os maiores valores de ETm foi do início da floração ao início do enchimento de grãos (R_1 - R_5), com valores médios que variaram de 249mm a 339mm. BERLATO et al. (1986) também encontraram maior consumo de água durante o referido subperíodo. Durante o estabelecimento da cultura e início de desenvolvimento das plantas (subperíodo S - V_2), os valores de evapotranspiração da cultura foram baixos, variando na média, de 37mm

Tabela 1. Fenologia média e coeficientes de cultura para três épocas de semeadura da soja.

Mês	Out			Nov			Dez			Jan			Fev			Mar			Abr
Decêndio	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
Fenolog	S- V_2			V_2 - R_1			R_1 - R_5			R_5 - R_7									
Época 1	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,3	1,36	1,4	1,45	1,45	1,45	1,4	1,35	1,2	0,9				
Fenolog				S- V_2			V_2 - R_1			R_1 - R_5			R_5 - R_7						
Época 2				0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,3	1,4	1,45	1,45	1,45	1,4	1,35	1,2	0,9		
Fenolog							S- V_2		V_2 - R_1		R_1 - R_5			R_5 - R_7					
Época 3							0,4	0,6	1,0	1,2	1,3	1,4	1,45	1,45	1,45	1,4	1,35	1,2	0,9

a 59mm, para os diferentes locais e épocas de semeadura. Com o aumento da área foliar durante o subperíodo V_2-R_1 , foram observados valores elevados de evapotranspiração da cultura, atingindo, como referido anteriormente, valores máximos durante a floração e enchimento de grãos. No final do ciclo, durante o subperíodo R_5-R_7 , houve uma diminuição do consumo de água, devido à redução da atividade fisiológica das plantas e senescência das folhas próximo à maturação, com a conseqüente redução da área foliar.

Os valores totais de evapotranspiração real (ET_r) durante o ciclo completo da cultura, na média do período estudado, variaram de 474mm para a época de semeadura de dezembro em Cruz Alta, a 620mm para a época de semeadura de outubro em Passo Fundo. Os maiores valores de ET_r foram verificados para a localidade de Passo Fundo, sendo os menores valores observados para a localidade de Cruz Alta. A evapotranspiração real de uma cultura depende das condições de disponibilidade hídrica no solo, do estágio de desenvolvimento da cultura e, também, das condições meteorológicas que determinam a demanda evaporativa da atmosfera. Em anos com maior disponibilidade hídrica, como ocorrido, por exemplo, durante o ano agrícola 1992/93 para a localidade de Passo Fundo, os valores de ET_r se aproximaram mais dos valores de ET_m da cultura, acarretando baixos valores de deficiência hídrica. BUNCE (1989) comenta a ocorrência de déficit hídrico na planta como um fenômeno quase diário, sendo observado mesmo em condições de alta disponibilidade hídrica no solo. Ou seja, em condições de alta demanda evaporativa da atmosfera, mesmo que o solo esteja em capacidade de campo, ocorre déficit hídrico na planta, pelo fato da taxa de absorção de água não acompanhar a taxa de transpiração. Durante o dia a planta perde mais água do que consegue absorver, aumentando o déficit até aproximadamente o meio da tarde. Após, com a diminuição da demanda evaporativa, a planta começa a absorver maior quantidade de água do que a perda por transpiração, iniciando a recuperação do déficit, ocorrendo um equilíbrio dos potenciais durante a noite. Se não houver reposição de água no solo, chegará o momento em que o processo se tornará irreversível. A duração deste período depende da demanda evaporativa da atmosfera, da capacidade de armazenamento de água no solo, das características da cultura e do estágio de desenvolvimento da planta.

Pela análise dos resultados apresentados nas Tabelas 2, 3 e 4, verifica-se que é comum a ocorrência de deficiência hídrica para a cultura da soja, nos vários locais e épocas de semeadura estudados. A deficiência total média no ciclo variou de 181mm na época de 01/12 em Passo Fundo, a 344mm na época de 01/10 em Júlio de Castilhos. Dentre os locais analisados, o que apresentou os maiores valores médios de deficiência hídrica total durante o ciclo da soja, foi Júlio de Castilhos. Os menores valores de deficiência hídrica total no ciclo, foram verificados para a localidade de Passo Fundo, com valores intermediários para Cruz Alta. CUNHA et al. (1998) determinaram a perda potencial de rendimento em

soja por deficiência hídrica, para algumas localidades do Rio Grande do Sul, entre elas Passo Fundo e Cruz Alta. Observaram, que a perda potencial de rendimento foi maior para Cruz Alta em relação a Passo Fundo, indicando maior deficiência hídrica para Cruz Alta, estando de acordo com resultados obtidos neste trabalho. Observaram ainda, que à medida que a época de semeadura foi retardada, diminuiu a perda de rendimento potencial, principalmente para Cruz Alta, com uma perda estimada em 58% para a época de 15 de outubro, 50% para a época de 5 de novembro e 36% para a época de 5 de dezembro, para cultivares de ciclo médio.

As maiores deficiências hídricas ocorreram durante o subperíodo compreendido entre o início da floração e início de enchimento de grãos, caracterizado como o subperíodo de desenvolvimento com maior consumo de água pela cultura. Durante este subperíodo, as deficiências médias variaram de 74mm para a semeadura de dezembro em Cruz Alta e Passo Fundo, a 179mm para a semeadura de outubro, em Júlio de Castilhos, verificando-se, portanto, grandes diferenças entre locais e épocas de semeadura. Os menores valores de deficiência hídrica foram observados durante o subperíodo da semeadura à emissão da primeira folha trifoliolada. Este subperíodo caracteriza-se pelo baixo índice de área foliar, sendo este o principal fator responsável pelo baixo consumo de água, ocorrendo desta forma, baixos valores de deficiência hídrica. A época de semeadura, para cada local, em que foram verificadas as menores deficiências hídricas médias durante o período de maior consumo de água (início da floração ao início de enchimento de grãos) foi 01/12 para as três localidades estudadas. Os maiores valores no mesmo período foram observados para a época de 01/10. Pelos resultados obtidos, evidencia-se maior risco por deficiência hídrica para a época de semeadura de outubro, e menor risco para a época de dezembro. Em períodos de forte estiagem como ocorreu durante o ano agrícola 1985/86, foram observados valores de deficiência hídrica total no ciclo, superiores a 800mm. Em um trabalho realizado para a cultura do milho (MATZENAUER et al., 1996), foram encontrados valores de deficiência superiores a 500 mm, para a localidade de Júlio de Castilhos, no mesmo ano agrícola.

Os resultados demonstram que a deficiência hídrica é um dos principais fatores limitantes à obtenção de elevados rendimentos de grãos na cultura da soja e de safras agrícolas estáveis no Estado do Rio Grande do Sul. Os dados gerados servem de subsídio ao aperfeiçoamento dos estudos de zoneamento agroclimático para a cultura da soja no Rio Grande do Sul; da melhoria na indicação da época de semeadura por região agroecológica e de recomendação das necessidades de irrigação, visando diminuir os riscos da cultura ao fator hídrico.

CONCLUSÕES

Para as condições e locais em que foi desenvolvido este trabalho, pode-se concluir que:

1. É normal a ocorrência de deficiência hídrica durante o ciclo de desenvolvimento da soja.
2. A cultura da soja apresenta elevado consumo de água.
3. Os maiores valores de evapotranspiração máxima da cultura foram verificados para a localidade de Júlio de Castilhos, sendo que para Cruz Alta e Passo Fundo, os valores foram menores e semelhantes.
4. Para as três localidades, o maior consumo de água foi observado para a época de semeadura de outubro, seguindo-se a época de novembro e com menor consumo a época de dezembro.
5. O maior consumo de água ocorre durante o subperíodo compreendido entre o início da floração e o início de enchimento de grãos.
6. A deficiência hídrica total no ciclo da soja, diminui a medida que se retarda a época de semeadura.
7. Os valores mais elevados de deficiência hídrica ocorrem durante o subperíodo compreendido entre o início da floração e o início de enchimento de grãos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Bióloga Maria Regina Machado de Oliveira pela elaboração do summary.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁVILA, A. M.H. de, BERLATO, M.A., SILVA, J.B. da, et al. Probabilidade de ocorrência de precipitação pluvial mensal igual ou maior que a evapotranspiração potencial para a estação de crescimento das culturas de primavera-verão no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 2, n. 2, p. 149-154, 1996.
- BERLATO, M.A. **Modelo de relação entre o rendimento de grãos da soja e o déficit hídrico para o Estado do Rio Grande do Sul**. São José dos Campos : Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1987. 93 p. Tese (Doutorado em Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1987. 93 p.
- 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 : Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1992. p. 11-24.
- BERLATO, M.A., MATZENAUER, R., BERGAMASCHI, H. Evapotranspiração máxima da soja e relações com a evapotranspiração calculada pela equação de Penman, evaporação do tanque “classe A” e radiação solar global. **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v. 22, n. 2, p. 251-259, 1986.

- BERLATO, M.A., MOLION, L.C.B. **Evaporação e evapotranspiração**. Porto Alegre : IPAGRO, 1979. 95 p. (BOLETIM TÉCNICO, 7).
- BUNCE, J.A. Water Stress as an almost everyday phenomenon. In: CONFERÊNCIA MUNDIAL DE INVESTIGACION EN SOJA, 4, 1989, Buenos Aires. **Actas...** Brasília : EMBRAPA, 1989. p. 232-237.
- CHANG, Jen Hu. **Climate and agriculture: an ecological survey**. Chicago : Aldine. 1968. 304 p.
- CUNHA, G.R. **Evapotranspiração e função de resposta à disponibilidade hídrica em alfafa**. Porto Alegre : Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1991. 198 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Departamento de Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, UFRGS. 1991.
- CUNHA, G.R., HAAS, J.C., DALMAGO, G.A et al. Perda de rendimento potencial em soja no Rio Grande do Sul por deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 111-119, 1998.
- DOSS, B.D., PEARSON, R.W., ROGERS, H.T. Effect of soil water stress at varios growth stages on soybean yield. **Agronomy Journal**, Madison, v. 66, p. 297-299, 1974.
- FARIAS, J.R.B., NEUMAIER, N., NEPOMUCENO, A.L. Impactos da seca na produção de soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 20., 1992. Chapecó, SC. **Ata e Resumos ...** Chapecó : EPAGRI, 1993. p. 186.
- HILL, R.W., JOHNSON, D.R., RYAN, K.H. A model for predicting soybean yield from climatic data. **Agronomy Journal**, Madison, v. 71, p. 251-256, 1979.
- MATZENAUER, R., MACHADO, F.A., ROSA, F.S. da. Disponibilidade hídrica: um fator limitante para a cultura do milho no Estado do Rio Grande do Sul. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 41., 1996, Passo Fundo, **Ata ...** Passo Fundo : CNPT/EMBRAPA, 1996. p. 72-74.
- MOTA, F.S., AGENDES, M.O.O., ALVES, E.G.P, et al. Análise agroclimatológica da necessidade de irrigação da soja no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 4, n. 1, p. 133-138, 1996.
- MOTA, F.S., AGENDES, M.O.O., SILVA, J.B., et al. Risco de seca para a cultura da soja em diferentes regiões climáticas e unidades de solo do Estado do Rio Grande do Sul. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 44, n. 394, p. 11-14, 27-30, 1991.
- PENMAN, H.L. Evaporation: and introductory survey. **Netherland Journal of Agricultural Science**, Wageningen, v. 4, p. 9-29, 1956.
- PERRIER, A. Updated evapotranspiration, and crop water requeriment definitions for the ICID Multilingual Dictionary (May 1984). In: LES BESOINS DES CULTURES (CROP REQUERIMENTS). Paris : INRA, 1985. p.885-887.

- SANTOS, A.O. **Evapotranspiração máxima da alfafa na Depressão Central do Rio Grande do Sul.**
Porto Alegre : Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1993. 106 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, UFRGS. 1993.
- SHAW, R.H., LAIG, D.R. Moisture stress and plant response. In: PIERRE, W.H., et al., ed. **Plant environment and efficient water use**, Madison, 1966. p. 73-94.
- STEWART, J.B. A discussion of the relationships between the principal forms of the combination equation for estimating crop evaporation. **Agricultural Meteorology**, Amsterdam, v. 30, p. 111-127, 1983.
- THORNTHWAITE, C.W., MATHER, J.R. The water budget and its use in irrigation. **Yearbook of Agriculture**, Washington, p. 346-358, 1955.

Tabela 2. Evapotranspiração máxima (ETm), evapotranspiração real (ETr) e deficiência hídrica (D). Valores totais em mm, em diferentes subperíodos* e no ciclo completo da soja, para três épocas de semeadura. Júlio de Castilhos, RS, período 1975/76-1995/96.

Ano	Época	ETm					ETr					D				
		S-V2	V2-R1	R1-R5	R5-R7	S-R7	S-V2	V2-R1	R1-R5	R5-R7	S-R7	S-V2	V2-R1	R1-R5	R5-R7	S-R7
75/76	01/10	49	303	337	264	952	42	275	223	212	751	7	29	113	52	201
	01/11	55	281	296	204	836	54	235	255	152	696	1	46	41	52	140
	01/12	61	189	308	179	736	61	168	227	166	621	0	21	81	13	115
76/77	01/10	46	331	296	255	928	45	246	171	143	606	0	85	125	112	322
	01/11	59	259	278	224	820	56	153	191	116	516	3	106	87	108	304
	01/12	59	167	296	206	728	56	151	195	121	524	3	16	101	85	204
77/78	01/10	47	290	349	261	947	47	255	131	138	571	0	36	218	123	376
	01/11	55	247	329	238	869	53	171	162	109	496	1	76	167	128	373
	01/12	61	204	306	217	787	54	139	157	70	421	7	64	149	147	367
78/79	01/10	38	267	396	266	968	38	216	65	87	406	1	52	331	179	562
	01/11	45	252	410	184	890	45	171	43	116	375	0	81	366	68	515
	01/12	58	251	299	188	796	53	97	103	70	323	5	154	195	119	473
79/80	01/10	39	257	358	307	961	36	242	150	53	481	3	15	209	253	480
	01/11	45	231	385	235	896	45	183	71	109	409	0	48	314	126	487
	01/12	48	232	353	186	820	48	111	60	166	386	0	120	293	21	434
80/81	01/10	38	274	298	222	832	38	267	199	182	687	0	7	98	40	145
	01/11	51	229	277	218	776	51	204	200	127	582	0	25	77	92	193
	01/12	53	178	263	237	730	53	159	215	57	484	0	19	48	180	246
81/82	01/10	47	323	357	259	985	43	241	92	203	580	3	81	264	56	405
	01/11	48	249	362	247	906	48	211	140	159	558	0	38	222	88	348
	01/12	63	226	301	257	846	63	98	237	60	458	0	128	64	197	388
82/83	01/10	45	295	353	236	928	45	246	197	162	649	0	49	156	74	279
	01/11	46	268	330	192	837	46	214	169	191	621	0	54	161	1	216
	01/12	61	216	266	206	750	61	170	202	189	622	0	46	65	17	127
83/84	01/10	42	331	325	241	938	42	235	206	225	707	0	96	119	16	231
	01/11	46	300	272	225	842	46	226	243	144	658	0	74	29	82	185
	01/12	61	191	279	209	740	58	187	254	121	619	3	4	26	88	121
84/85	01/10	43	310	401	199	952	43	235	128	112	517	0	75	273	87	436
	01/11	49	281	333	210	873	43	200	125	128	496	6	81	208	82	377
	01/12	60	252	234	209	755	55	146	128	147	476	4	107	106	62	279
85/86	01/10	47	432	428	293	1200	44	114	71	94	324	3	318	357	199	877
	01/11	73	347	397	230	1047	46	87	78	157	367	27	260	320	73	680
	01/12	79	260	332	193	864	50	62	113	174	398	29	198	219	20	466
86/87	01/10	46	321	347	276	990	46	279	193	146	664	0	42	154	130	326
	01/11	53	276	334	248	911	51	173	213	109	545	2	103	121	139	365
	01/12	66	203	315	258	842	63	163	180	149	555	3	40	135	109	287

Continua...

Tabela 2 (continuação)

Ano	Época	ETm					ETr					D				
		S-V2	V2-R1	R1-R5	R5-R7	S-R7	S-V2	V2-R1	R1-R5	R5-R7	S-R7	S-V2	V2-R1	R1-R5	R5-R7	S-R7
87/88	01/10	44	312	355	266	976	43	256	139	178	616	1	56	216	87	360
	01/11	46	270	352	243	911	46	165	199	90	499	0	105	154	153	412
	01/12	69	206	304	267	846	63	141	213	51	467	6	65	91	216	379
88/89	01/10	50	337	348	244	979	47	257	180	158	641	3	81	168	86	337
	01/11	58	266	320	219	863	56	144	221	148	568	2	122	98	72	295
	01/12	60	213	286	188	748	54	167	190	164	575	6	46	96	24	173
89/90	01/10	46	322	354	280	1003	44	236	219	152	652	2	86	135	128	351
	01/11	53	275	347	210	885	52	227	226	126	631	1	48	121	84	254
	01/12	69	201	321	187	777	63	179	189	178	609	5	22	132	9	168
90/91	01/10	46	284	397	291	1018	46	270	172	123	611	0	14	225	168	407
	01/11	41	272	380	248	941	41	255	129	100	525	0	17	251	148	416
	01/12	60	249	339	222	870	58	157	138	110	463	2	92	202	112	407
91/92	01/10	43	297	290	201	831	40	187	196	201	624	3	110	95	0	208
	01/11	47	233	277	191	748	45	212	221	185	662	2	21	56	6	86
	01/12	59	178	233	178	648	59	148	233	167	607	0	30	0	11	41
92/93	01/10	37	280	299	242	858	37	207	186	149	579	0	73	114	93	279
	01/11	53	237	279	172	741	49	166	197	114	527	4	71	82	58	215
	01/12	56	174	284	130	644	56	163	198	111	529	0	11	85	19	115
93/94	01/10	34	261	361	217	873	34	254	227	160	675	0	7	134	57	198
	01/11	44	233	361	167	805	44	231	186	159	620	0	2	175	8	185
	01/12	52	234	246	176	708	52	148	187	151	539	0	86	59	25	170
94/95	01/10	26	216	219	186	648	26	183	121	160	490	0	33	98	27	158
	01/11	30	180	239	152	601	30	147	180	147	504	0	33	59	5	97
	01/12	38	137	211	168	554	38	118	194	145	495	0	19	17	23	59
95/96	01/10	40	285	263	173	761	37	153	111	173	474	2	133	152	0	287
	01/11	51	219	224	170	663	48	137	158	157	501	2	82	65	13	162
	01/12	56	146	201	152	554	38	114	201	127	481	17	32	0	25	74
Valores Médios																
	01/10	42	301	339	247	930	41	231	161	153	586	1	70	179	94	344
	01/11	50	257	323	211	841	47	186	172	135	541	3	71	151	75	300
	01/12	59	205	285	201	750	55	142	182	128	507	4	63	103	72	242

* S- semeadura; V₂ - 1ª folha trifoliolada desenvolvida; R₁ - início da floração; R₅- início de enchimento de grãos; R₇ - maturação fisiológica; ciclo completo S-R₇.

Tabela 3. Evapotranspiração máxima (ETm), evapotranspiração real (ETr) e deficiência hídrica (D). Valores totais em mm, em diferentes subperíodos* e no ciclo completo da soja, para três épocas de semeadura. Cruz Alta, RS, período 1975/76-1996/97.

Ano	Época	ETm					ETr					D				
		S-V2	V2-R1	R1-R5	R5-R7	S-R7	S-V2	V2-R1	R1-R5	R5-R7	S-R7	S-V2	V2-R1	R1-R5	R5-R7	S-R7
75/76	01/10	40	249	290	233	812	38	236	207	201	682	2	13	83	33	131
	01/11	45	239	260	175	720	44	194	248	143	630	1	45	12	32	90
	01/12	50	165	273	152	640	50	151	235	140	576	0	14	38	12	64
76/77	01/10	39	310	306	247	902	39	269	233	174	715	0	41	73	73	187
	01/11	53	262	278	210	803	49	230	234	110	623	4	33	44	99	180
	01/12	58	172	287	188	706	58	169	236	102	566	0	3	52	86	141
77/78	01/10	42	288	348	258	936	39	274	100	112	525	3	14	249	146	412
	01/11	51	246	317	253	866	47	186	100	105	438	3	60	217	148	428
	01/12	56	206	306	240	808	51	96	121	65	333	5	110	185	174	475
78/79	01/10	42	267	385	262	956	41	224	83	128	476	1	43	302	134	480
	01/11	44	243	394	180	861	44	171	77	167	458	0	72	318	13	403
	01/12	60	241	297	170	767	58	99	163	101	421	1	142	134	69	346
79/80	01/10	33	253	337	257	880	33	222	179	62	496	0	32	158	194	384
	01/11	49	219	336	204	809	49	185	109	94	437	0	34	227	110	372
	01/12	43	214	296	176	729	43	128	72	132	374	0	87	224	44	354
80/81	01/10	39	240	289	217	785	39	229	240	216	724	0	11	49	1	61
	01/11	43	217	267	215	742	43	205	248	201	697	0	12	19	14	45
	01/12	54	173	257	208	692	54	162	250	137	602	0	11	7	71	90
81/82	01/10	40	295	347	239	921	38	263	120	142	563	2	32	226	98	358
	01/11	45	249	341	201	836	45	215	100	139	499	0	34	241	62	337
	01/12	61	216	275	211	763	61	118	166	64	409	0	98	109	147	354
83/84	01/10	42	318	304	243	908	42	213	189	219	663	0	105	115	24	245
	01/11	41	281	276	209	806	41	151	275	142	608	0	129	2	67	198
	01/12	58	185	282	190	716	52	160	234	125	570	7	25	48	65	145
84/85	01/10	44	283	398	232	957	44	201	87	136	468	0	82	311	96	489
	01/11	45	271	359	190	866	41	152	100	168	462	4	119	260	22	404
	01/12	60	246	268	176	750	53	109	165	151	479	6	137	102	25	271
85/86	01/10	39	386	316	206	947	38	107	82	127	354	0	278	234	80	592
	01/11	67	278	295	150	790	46	55	178	95	375	21	222	117	54	415
	01/12	66	187	230	144	628	23	85	145	133	387	43	102	85	11	241
86/87	01/10	42	325	329	236	932	42	273	217	206	738	0	52	112	30	194
	01/11	61	271	305	192	829	58	170	272	132	632	3	101	33	60	197
	01/12	63	195	270	196	724	60	168	233	115	577	2	26	37	81	147

Continua

Tabela 3. Continuação

Ano	Época	ETm					ETr					D				
		S-V2	V2-R1	R1-R5	R5-R7	S-R7	S-V2	V2-R1	R1-R5	R5-R7	S-R7	S-V2	V2-R1	R1-R5	R5-R7	S-R7
87/88	01/10	36	275	316	230	857	35	219	122	145	521	1	57	194	85	337
	01/11	44	240	303	204	792	44	133	180	64	421	0	107	123	141	371
	01/12	58	185	264	207	714	47	119	176	83	425	11	66	88	125	289
88/89	01/10	41	307	319	195	862	40	233	171	138	582	1	74	148	56	280
	01/11	51	259	268	175	753	48	162	185	142	538	2	97	83	33	215
	01/12	59	191	227	156	632	52	157	173	148	530	7	34	54	8	102
89/90	01/10	43	306	299	215	863	40	203	213	170	626	3	103	87	45	237
	01/11	55	239	282	169	745	55	189	241	133	618	0	50	41	36	127
	01/12	62	164	244	162	632	56	149	195	158	559	6	15	49	4	73
92/93	01/10	31	263	283	182	760	31	216	217	112	576	0	47	67	70	184
	01/11	46	238	219	163	666	46	204	189	99	538	0	34	30	64	128
	01/12	54	163	216	147	580	53	143	142	138	476	1	20	74	9	104
93/94	01/10	29	250	320	146	745	29	241	181	142	594	0	9	138	3	151
	01/11	43	221	256	149	669	43	195	148	149	536	0	26	108	0	134
	01/12	46	201	167	176	591	46	107	164	165	482	0	94	3	12	109
94/95	01/10	31	257	221	183	692	31	173	155	54	414	0	83	66	129	279
	01/11	35	202	235	133	606	35	138	118	77	369	0	64	117	56	237
	01/12	43	135	206	139	524	37	130	100	92	359	6	6	106	47	164
95/96	01/10	38	305	294	174	811	36	136	108	167	447	2	170	186	7	364
	01/11	53	260	219	167	698	51	111	171	148	480	2	149	48	19	218
	01/12	68	155	202	129	555	40	111	192	110	454	28	44	11	19	101
96/97	01/10	19	224	223	135	601	19	180	154	128	481	0	44	69	7	120
	01/11	34	171	214	122	540	34	158	179	113	484	0	12	35	9	56
	01/12	33	145	154	141	472	33	128	152	114	427	0	16	3	26	45
Valores Médios																
	01/10	37	284	312	215	849	37	216	161	146	560	1	68	151	69	289
	01/11	48	242	286	182	758	45	169	176	127	518	2	74	109	55	240
	01/12	55	186	249	174	664	49	131	174	120	474	6	55	74	54	190

* S- semeadura; V₂ - 1ª folha trifoliolada desenvolvida; R₁ - início da floração; R₅- início de enchimento de grãos; R₇ - maturação fisiológica; ciclo completo S-R₇.

Tabela 4. Evapotranspiração máxima (ETm), evapotranspiração real (ETr) e deficiência hídrica (D). Valores totais em mm, em diferentes subperíodos* e no ciclo completo da soja, para três épocas de semeadura. Passo Fundo, RS, período 1975/76-1996/97.

Ano	Época	ETm					ETr					D				
		S-V2	V2-R1	R1-R5	R5-R7	S-R7	S-V2	V2-R1	R1-R5	R5-R7	S-R7	S-V2	V2-R1	R1-R5	R5-R7	S-R7
75/76	01/10	40	270	306	246	862	40	251	237	162	690	0	19	70	83	172
	01/11	57	229	284	208	777	56	184	242	119	600	1	44	42	89	177
	01/12	50	181	290	172	693	50	164	189	135	538	0	17	101	37	155
76/77	01/10	44	315	306	239	904	44	298	259	228	829	0	17	47	11	75
	01/11	55	274	255	212	796	55	258	244	194	752	0	16	10	18	44
	01/12	62	164	280	183	689	62	160	262	154	639	0	4	17	29	50
77/78	01/10	39	275	346	260	920	37	274	201	108	619	1	1	146	152	300
	01/11	49	244	318	235	847	49	203	150	108	511	0	41	168	127	336
	01/12	58	200	306	220	784	51	149	124	167	491	6	51	182	53	293
78/79	01/10	44	287	396	280	1007	44	260	100	117	521	0	27	296	162	486
	01/11	49	256	419	181	905	49	189	62	164	464	0	68	356	18	442
	01/12	59	251	313	177	801	58	113	150	110	431	1	138	163	68	369
79/80	01/10	36	236	306	253	832	36	235	252	176	699	0	1	55	77	133
	01/11	46	189	334	197	767	46	188	215	179	627	0	1	120	18	139
	01/12	38	202	291	187	718	38	178	209	151	575	0	24	83	36	142
80/81	01/10	41	262	299	224	825	41	239	250	182	713	0	23	48	41	112
	01/11	50	223	283	196	753	46	223	238	135	642	4	1	45	61	110
	01/12	55	175	261	205	697	55	161	211	86	513	0	14	50	119	184
81/82	01/10	39	295	328	210	873	39	268	207	76	590	0	27	121	134	283
	01/11	51	228	347	215	841	51	227	138	98	514	0	1	209	117	327
	01/12	57	205	284	233	779	57	152	107	66	381	0	53	177	168	398
82/83	01/10	43	247	304	176	770	43	198	189	96	525	0	49	115	81	245
	01/11	35	229	286	173	723	35	155	161	173	525	0	73	125	0	199
	01/12	51	189	238	186	664	46	170	170	171	557	5	18	68	15	106
83/84	01/10	41	289	289	185	804	41	216	206	154	616	0	74	83	32	188
	01/11	38	253	260	204	755	38	211	213	104	566	0	42	47	100	189
	01/12	52	176	263	186	677	52	172	211	107	542	0	4	52	79	136
84/85	01/10	43	252	358	182	836	42	138	134	127	440	1	115	224	55	395
	01/11	25	251	333	178	787	24	169	152	121	466	0	82	181	58	321
	01/12	56	223	250	173	703	55	144	174	121	494	1	79	76	52	209
85/86	01/10	44	370	341	216	971	39	146	139	41	366	5	224	202	174	605
	01/11	65	275	336	206	882	56	134	104	97	391	9	141	231	109	491
	01/12	64	210	292	183	749	51	132	85	111	379	13	78	207	72	370
86/87	01/10	43	301	287	183	815	42	235	182	126	586	1	66	105	57	229
	01/11	56	231	267	198	752	50	171	199	86	506	6	60	68	111	245
	01/12	54	167	250	214	685	52	152	191	108	504	1	15	60	105	181

Continua...

Tabela 4. Continuação

Ano	Época	ETm					ETr					D				
		S-V2	V2-R1	R1-R5	R5-R7	S-R7	S-V2	V2-R1	R1-R5	R5-R7	S-R7	S-V2	V2-R1	R1-R5	R5-R7	S-R7
87/88	01/10	34	288	319	183	824	34	217	219	151	620	0	71	100	33	204
	01/11	48	229	301	211	789	48	197	237	86	568	0	32	64	126	221
	01/12	56	192	258	221	726	55	179	176	70	480	0	13	81	151	245
88/89	01/10	46	323	286	159	815	46	248	265	155	714	0	75	21	5	101
	01/11	55	238	254	177	724	54	227	239	175	695	1	11	15	2	29
	01/12	54	173	226	176	630	53	171	213	159	597	1	2	13	17	33
89/90	01/10	40	306	281	187	815	40	226	222	169	657	0	81	59	18	158
	01/11	53	241	269	168	732	53	224	238	154	670	0	17	31	14	62
	01/12	60	153	250	158	621	60	149	221	151	581	1	4	29	8	41
90/91	01/10	33	254	352	195	833	33	217	114	137	500	0	38	238	58	333
	01/11	38	237	331	203	808	38	181	149	83	450	0	56	182	120	358
	01/12	52	223	275	193	743	52	100	158	62	372	0	124	117	131	371
91/92	01/10	45	278	303	190	815	41	243	252	186	722	4	35	50	4	93
	01/11	47	219	277	172	715	46	219	232	166	663	0	0	46	6	52
	01/12	49	197	222	152	619	49	164	215	152	579	0	33	7	0	40
92/93	01/10	36	281	310	216	843	36	266	266	211	779	0	14	44	6	64
	01/11	52	246	268	175	742	52	218	265	167	703	0	28	3	8	39
	01/12	55	183	254	145	638	55	168	243	145	611	0	15	11	0	26
93/94	01/10	38	264	355	176	833	38	264	210	123	635	0	0	144	53	198
	01/11	47	240	292	175	753	47	216	140	164	565	0	25	152	11	188
	01/12	51	221	202	198	672	51	141	153	160	505	0	80	49	37	166
94/95	01/10	23	224	228	184	658	23	203	228	159	613	0	20	0	25	45
	01/11	30	197	231	146	604	30	194	216	107	546	0	3	16	39	58
	01/12	46	133	207	169	554	46	133	168	106	453	0	0	39	63	102
95/96	01/10	34	308	313	213	868	34	208	126	209	576	0	101	187	4	292
	01/11	52	248	273	213	785	50	145	219	170	584	1	103	54	43	201
	01/12	57	186	247	201	691	48	136	232	147	563	8	50	15	55	128
96/97	01/10	32	300	329	213	874	32	203	210	187	633	0	97	118	26	241
	01/11	47	236	327	190	800	46	180	244	94	565	1	56	83	95	235
	01/12	47	215	240	251	753	46	194	209	63	513	1	21	31	187	240
Valores Médios																
	01/10	39	283	316	208	845	38	230	203	149	620	1	53	112	59	225
	01/11	47	237	298	193	774	46	196	195	134	571	1	41	102	59	203
	01/12	54	192	259	190	695	52	154	185	123	514	2	38	74	67	181

* S- semeadura; V₂ - 1^a folha trifoliolada desenvolvida; R₁ - início da floração; R₅- início de enchimento de grãos; R₇ - maturação fisiológica; ciclo completo S-R₇.