

Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 4, n. 1, p. 133-138, 1996.

Recebido para publicação em 05/05/95. Aprovado em 08/11/95.

ISSN 0104-1347

ANÁLISE AGROCLIMATOLÓGICA DA NECESSIDADE DE IRRIGAÇÃO DA SOJA NO RIO GRANDE DO SUL

AGROCLIMATOLOGICAL ANALYSIS OF SOYBEAN IRRIGATION NEEDS IN RIO GRANDE DO SUL

Fernando Silveira da Mota¹, Marisa Oliveira de Oliveira Agendes², Eliane Grala Pereira Alves³ e Elizabeth Signorini³

RESUMO

A variabilidade do rendimento da cultura da soja (*Glycine max*, Merrill) de ano para ano, no Rio Grande do Sul, está associada com a ocorrência de secas. Um método de balanço hídrico meteorológico diário foi usado para estimar as necessidades de água de irrigação para diferentes sub-períodos do ciclo vegetativo dos diversos grupos de maturação e épocas de semeadura recomendados para cada região. As diversas regiões climáticas e a maior parte dos tipos de solos do Estado do Rio Grande do Sul foram analisados com dados meteorológicos diários de oito localidades. As necessidades de água para irrigação são expressas estatisticamente em termos de risco, interpretados como dois anos em cada 10 em que a necessidade de irrigação excedeu o valor calculado. Nas principais regiões produtoras (Planalto e Missões) todos os grupos de maturação, nas épocas de semeadura de maior rendimento, apresentam menor necessidade de irrigação, variando de 48 a 70 mm, conforme o local. Isto não ocorreu no sul do Estado, onde as épocas de maior rendimento apresentaram também as maiores necessidades de irrigação, variando de 98 a 150 mm, conforme o local.

Palavras-chave: *Glycine max*, soja, balanço hídrico, irrigação, planejamento agrícola.

¹ Engº Agrº, M.Sc., Dr., Prof. Titular de Climatologia Agrícola (aposentado), Pesquisador I-A do CNPq, Caixa Postal 49, 96001-970, Pelotas, RS.

² Engª Agrª Agrometeorologista (aposentada), UFPel.

SUMMARY

Yield variability of the soybean (*Glycine max*, Merrill) crop from year to year, in Rio Grande do Sul, is associated with the occurrence of drought. A daily meteorological budget method was used to estimate irrigation water requirements, for 8 locations representing most climatic situations and soil types for Rio Grande do Sul State, Brazil. The total irrigation requirements for different sub-periods of the crop life cycle are statistically expressed in terms of risks, interpreted as two years out of 10 when irrigation requirements exceeded the calculated value, for each soil type, maturity group and recommended sowing time for each region. At the main producing regions (Planalto and Missões), all maturity groups of soybean plants have greater yield at sowing times with less irrigation needs (48 to 70 mm according to the location). In the South region, the best sowing times have the greatest irrigation needs (98 to 150 mm according to the location).

Key words: *Glycine max*, soybean, water budget, irrigation, agricultural planning.

INTRODUÇÃO

A variabilidade do rendimento da cultura da soja de ano para ano no Rio Grande do Sul, está associada com a ocorrência de secas (MOTA et al, 1991). No sul do Brasil, a ocorrência de secas é associada com as consequências da fase fria da OS (Oscilação Sul) segundo KOUSKY & KOPELEWSKI (1989), também conhecida como La Niña (anti-El Niño), e com outras situações meteorológicas de larga escala.

A água é frequentemente o principal fator limitante da produção da soja. Em regiões ou épocas de baixa precipitação pluviométrica a irrigação é necessária e frequentemente econômica (MOTA, 1978). Geralmente, o crescimento da soja da germinação à maturação é proporcional ao suprimento de água no solo. O longo período de floração e o extensivo sistema radicular da soja permite a sobrevivência em períodos de curta estiagem. Falta de umidade do solo durante o período de enchimento dos grãos reduz o rendimento consideravelmente, mais do que em qualquer outro sub-período do ciclo. Deficiência de água no solo por duas a quatro semanas imediatamente após o início da floração causa a queda das flores e das

³ Meteorologista, Centro de Pesquisas Meteorológicas, UFPel.

vagens. Irrigação em épocas distintas durante a floração causam diferenças no rendimento (MOTA, 1978).

Segundo MOTA (1978), os resultados da maioria dos experimentos de campo com irrigação da soja, realizados por vários pesquisadores, mostraram que a soja é mais sensível à falta de água desde a época da diferenciação dos primórdios florais até o final do enchimento dos grãos, especialmente desde o início da floração até o final do enchimento dos grãos. Segundo COSTA & MARCHESAN (1982), em observações realizadas no Rio Grande do Sul, o final do enchimento dos grãos ocorre, em média, 20 dias antes da maturação. Segundo MIKSCHE (1961) a diferenciação dos primórdios florais ocorre, em média, 25 dias após a emergência.

Os coeficientes de cultura (K_c), determinados para alguns locais e cultivares brasileiras representativas de algumas culturas, tem apresentado pequenas diferenças com os respectivos coeficientes recomendados pela FAO (DOOREMBOS & KASSAN, 1978); assim, por exemplo, para soja e sorgo no Estado do Rio Grande do Sul (BERLATO et al, 1986; ASSIS & VERONA, 1991), para milho no Estado do Rio Grande do Norte (ESPINOLA et al, 1989) e no Estado do Rio Grande do Sul (MATZENAUER et al, 1981) e para arroz no Estado do Piauí (LIMA et al, 1989), os coeficientes K_c foram muito semelhantes aos recomendados pela FAO e as pequenas discrepâncias encontradas podem ser atribuídas às peculiaridades dos locais de experimentação. Sendo os coeficientes recomendados pela FAO, médios para um grande número de locais em diferentes regiões, os mesmos são mais indicados para estudos agroclimatológicos regionais, razão pela qual optou-se pela sua utilização no presente trabalho.

No planejamento dos sistemas de irrigação, seja para o sistema geral de distribuição de água ou em relação ao sistema de irrigação a nível de propriedade, o conhecimento das demandas mais prováveis de água se torna necessário. Determinações das necessidades de água para irrigação, a nível de campo, durante muito tempo, são dispendiosas.

Uma vez que a necessidade de irrigação é determinada primariamente pelo balanço entre a precipitação pluviométrica ocorrida e a evapotranspiração da cultura, é relativamente simples estimar-se a necessidade de água para irrigação a partir de elementos meteorológicos disponíveis. Considerando-se ainda que os dados meteorológicos estão disponíveis, para longos períodos de tempo e para várias localidades no Estado, é possível estimar-se as necessidades de água em base probabilística, a partir de registros de estações climatológicas com mais de 30 anos de dados disponíveis na maioria das áreas com potencial de irrigação no Rio Grande do Sul.

As necessidades semanais de irrigação, estimadas através de dados meteorológicos diários para o período 1943-1972, foram publicadas para 8 Estações Agroclimatológicas do Rio Grande do Sul (MOTA, 1980). Estas estimativas fornecem as estatísticas necessárias para responder questões freqüentemente feitas por técnicos em irrigação, como: (1) Quais são as necessidades de irrigação em 80% dos anos para

assegurar um bom retorno econômico ao agricultor? (2) Qual a influência da época de semeadura e do grupo de maturação sobre as necessidades de irrigação? (3) Como as variações na capacidade de armazenamento de água dos diferentes tipos de solo afetam essas necessidades de irrigação no Rio Grande do Sul?

Este estudo demonstra o uso das estimativas climáticas de irrigação para responder a estas questões.

MATERIAL E MÉTODOS

O método do balanço hídrico meteorológico diário, desenvolvido para estimar as necessidades de irrigação, é brevemente descrito a seguir. Detalhes foram dados anteriormente (BAIER & RUSSELO, 1968; MOTA, 1976). Este método de cálculo foi usado na análise climática de 10 Estações Climatológicas do Rio Grande do Sul (MOTA, 1980).

O método do balanço hídrico foi baseado em medidas diárias da precipitação pluviométrica (P) e estimativas da evapotranspiração de referência (ET_o). Estimativas diárias de ET_o foram obtidas a partir do método de Penman com coeficientes adaptados às condições climáticas do Rio Grande do Sul, utilizando dados de heliógrafo (MOTA & BEIRSDORF, 1976). Desde que o método do balanço hídrico diário assume que a necessidade de irrigação calculada seja aplicada, a evapotranspiração máxima (ET_m) é igual ao produto (ET_o.K_c) durante todo o período de irrigação, onde K_c é o coeficiente de uso da água conforme o sub-período de desenvolvimento da cultura. O balanço hídrico diário começa, a cada ano, em uma data determinada, com um conteúdo de água no solo igual à sua capacidade de armazenamento, aqui definida como a quantidade de água (mm) que pode ser retida pelo solo e é facilmente disponível às plantas (50% do total da água disponível). A diferença entre P e (ET_o.K_c) é adicionada algebricamente ao conteúdo inicial de água no solo (mm). O novo valor do conteúdo de água no solo (mm) não pode exceder a capacidade de campo e o excesso foi considerado como deflúvio superficial ou percolação profunda.

Quando toda a água facilmente disponível no solo foi consumida, as diferenças diárias são valores negativos $[P - (E_{to} \cdot K_c)]$ e foram acumuladas em períodos de 7 dias por MOTA (1980) para obter as necessidades de irrigação semanais. A soma dessas necessidades semanais de irrigação para todo ou parte do ciclo vital da cultura forneceu as necessidades totais de água para irrigação, nas 8 localidades estudadas: Bagé, Capão do Leão, Encruzilhada do Sul, Passo Fundo, Santa Maria, Santa Vitória do Palmar, São Luiz Gonzaga e Uruguaiana.

O termo risco é aqui usado e interpretado como dois anos em cada 10, em que as necessidades de irrigação excederam o valor calculado.

Estas necessidades gerais de irrigação foram fornecidas por MOTA (1980), para 8 capacidades de água facilmente disponível (5,0; 10,0; 15,0; 20,0; 30,0; 50,0; 75,0 e 100,0 mm), representando a maioria dos tipos de solos do Rio Grande do Sul (MOTA et al., 1991), e para os coeficientes de cultura, de acordo com os seguintes sub-períodos do desenvolvimento da soja (DOOREMBOS & KASSAN, 1979): diferenciação dos primórdios florais ao início da floração (DPF - IF), $K_c = 0,5$; do início da floração até o final do enchimento dos grãos (IF - FEG), $K_c = 1,0$. Estes coeficientes de cultura são indicados por DOOREMBOS & KASSAN (1979) para a cultura da soja quando se utiliza o método do Tanque Classe "A" e foram divididos por 1,3, de acordo com as indicações de MOTA (1991), pois a ETo foi estimada através do heliógrafo para estimativa da radiação solar global.

Foram utilizados os dados médios de quatro anos de observações fenológicas de cultivares da soja, de diferentes grupos de maturação e época de semeadura, realizadas em Capão do Leão e em Passo Fundo, existentes nos arquivos do Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado (CPACT). Os dados de Capão do Leão foram utilizados para as regiões 2 e 3 e os de Passo Fundo para a região 1. As regiões 1 a 3 são as utilizadas pela EMBRAPA (1990) para a recomendação das épocas de semeadura. Calcularam-se, com estes dados, as datas de início dos sub-períodos de desenvolvimento correspondentes aos grupos de cultivares para as respectivas épocas de semeadura, de acordo com os seguintes critérios: sub-período emergência-diferenciação do primórdio floral (E - DPF) = 25 dias; sub-período diferenciação do primórdio floral-início da floração (DPF - IF) = 25 dias após a emergência até o início da floração; sub-período da floração-final do enchimento dos grãos (IF - FEG) = início da floração até 20 dias antes da maturação (M).

As datas de início e final dos sub-períodos utilizados no cálculo das necessidades de irrigação foram aproximadas para as datas de início e fim das semanas disponíveis em MOTA (1980).

As épocas de semeadura utilizadas enquadraram-se nos períodos recomendados para o Rio Grande do Sul (EMBRAPA, 1990).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As necessidades de irrigação da soja no Rio Grande do Sul para os sub-períodos das cultivares de soja precoces, médias, semitardias e tardias em 3 épocas de semeadura em 8 localidades representativas das regiões Sul e Norte do Estado, e para 4 capacidades de água facilmente disponível às plantas são apresentadas nas Tabelas 1 a 4, para um risco de 2 anos em cada 10.

Se o agricultor tiver conhecimento da capacidade de água facilmente disponível do solo que lhe interessa, poderá usar os dados das Tabelas 1 a 4. Deve utilizar a estação meteorológica representativa da

sua região e o valor da capacidade de água facilmente disponível. Se para sua região não houver estação meteorológica indicada, poderá usar a estação mais próxima, desde que tenha, aproximadamente, a mesma altitude.

A necessidade de água para irrigação, para uma situação específica deve ser determinada. As Tabelas 1 a 4 são indicadas para o planejamento da irrigação a longo prazo, como por exemplo, a quantidade de água que deve estar disponível, ou armazenada, para irrigar uma área cultivada, com uma cultivar pertencente a um grupo de maturação, época de semeadura, e capacidade de água facilmente disponível no solo.

Tabela 1 - Necessidade de irrigação (mm) que não é excedida em 80% dos anos nas localidades de Passo Fundo e São Luiz Gonzaga, RS.

Sub-período	Capacidade máxima de água facilmente disponível no solo (mm)							
	Passo Fundo				São Luiz Gonzaga			
	30,0	50,0	75,0	100,0	30,0	50,0	75,0	100,0
Cultivares precoces								
1ª época								
1- 26/11 a 23/12	14,6	7,8	2,1	0,8	21,9	13,4	7,4	2,4
2- 24/12 a 11/03	93,8	7,8	46,1	35,2	154,3	129,3	108,2	93,5
TOTAL	108,0	74,0	48,0	36,0	176,0	143,0	116,0	96,0
2ª época								
1- 24/12 a 21/01	9,9	6,3	1,9	0,6	18,5	12,6	8,1	5,5
2- 22/01 a 18/03	60,5	41,3	29,1	17,9	96,5	77,6	63,7	56,3
TOTAL	70,0	48,0	31,0	19,0	115,0	90,0	72,0	62,0
3ª época								
1- 03/12 a 28/01	22,6	12,6	3,7	1,2	39,2	25,3	15,5	8,8
2- 29/01 a 25/03	56,7	39,5	24,9	16,3	89,2	70,2	57,1	50,6
TOTAL	79,0	52,0	29,0	18,0	128,0	96,0	73,0	59,0
Cultivares médias								
1ª época								
1- 26/01 a 31/12	18,3	9,7	2,6	1,0	27,5	16,9	9,3	3,4
2- 01/01 a 18/03	88,0	60,7	43,2	29,4	144,0	119,2	99,7	87,2
TOTAL	106,0	70,0	46,0	30,0	172,0	136,0	109,0	91,0
2ª época								
1- 24/12 a 21/01	9,9	6,3	1,9	0,6	18,5	12,6	8,1	5,5
2- 22/01 a 15/03	65,8	46,0	29,1	19,5	103,9	83,0	68,2	60,1
TOTAL	76,0	52,0	31,0	20,0	122,0	96,0	76,0	66,0
3ª época								
1- 03/12 a 04/02	24,0	13,0	3,9	1,2	42,6	27,5	17,2	10,0
2- 05/02 a 25/03	48,3	33,4	20,8	13,0	75,0	58,1	46,6	41,8
TOTAL	72,0	46,0	25,0	14,0	118,0	86,0	64,0	52,0
Cultivares semitardias e tardias								
1ª época								
1- 26/11 a 21/01	24,5	14,1	4,0	1,4	40,4	26,0	15,5	7,9
2- 22/01 a 01/04	69,2	49,8	31,9	20,1	110,0	87,4	71,9	63,3
TOTAL	94,0	64,0	36,0	22,0	150,0	113,0	87,0	71,0
2ª época								
1- 24/12 a 11/02	14,0	7,5	2,5	0,8	28,6	19,0	13,1	9,3
2- 22/01 a 01/04	44,9	32,2	20,2	10,8	67,9	51,3	40,8	36,8
TOTAL	59,0	40,0	23,0	12,0	97,0	70,0	54,0	46,0
3ª época								
1- 03/12 a 18/02	26,5	13,8	4,3	1,4	48,0	30,4	19,3	11,5
2- 19/02 a 08/04	41,9	32,0	20,3	9,2	61,3	44,8	35,2	31,7
TOTAL	68,0	46,0	25,0	11,0	109,0	75,0	55,0	43,0

1 - sub-período: diferenciação do primórdio ao início da floração.
2 - sub-período: do início da floração ao final do enchimento dos grãos.

Tabela 2 - Necessidade de irrigação (mm) que não é excedida em 80% dos anos nas localidades de Uruguaiana e Santa Maria, RS.

Sub-período	Capacidade máxima de água facilmente disponível no solo (mm)							
	Uruguaiana				Santa Maria			
	30,0	50,0	75,0	100,0	30,0	50,0	75,0	100,0
Cultivares precoces								
1ª época								
1- 26/11 a 31/12	28,9	19,7	10,4	4,8	21,5	10,9	4,1	1,8
2- 01/01 a 18/03	162,5	145,0	131,4	121,6	114,2	93,7	78,1	68,9
TOTAL	191,0	165,0	142,0	126,0	136,0	105,0	82,0	71,0
2ª época								
1- 17/12 a 14/01	21,2	15,1	9,5	5,2	14,5	6,9	2,9	1,5
2- 15/01 a 11/03	116,8	104,6	94,9	88,0	85,9	71,3	58,8	52,1
TOTAL	138,0	120,0	104,0	93,0	100,0	78,0	62,0	54,0
3ª época								
1- 01/01 a 28/01	20,5	14,7	10,3	6,7	10,4	4,9	2,0	1,6
2- 29/01 a 25/03	101,2	88,5	78,8	72,2	75,3	62,2	52,8	48,7
TOTAL	122,0	103,0	89,0	79,0	86,0	67,0	55,0	50,0
Cultivares médias								
1ª época								
1- 26/11 a 31/12	28,9	19,7	10,4	4,8	21,5	10,9	4,1	1,8
2- 01/01 a 18/03	162,5	145,0	131,4	121,6	114,2	93,7	78,1	68,9
TOTAL	191,0	165,0	142,0	126,0	136,0	105,0	82,0	71,0
2ª época								
1- 17/12 a 14/01	21,2	15,1	9,5	5,2	14,5	6,9	2,9	1,5
2- 15/01 a 18/03	127,4	113,3	102,5	94,9	92,6	76,4	63,2	56,6
TOTAL	149,0	128,0	112,0	100,0	107,0	83,0	66,0	58,0
3ª época								
1- 15/01 a 04/02	15,3	10,8	6,8	5,1	7,6	3,3	1,2	1,2
2- 05/02 a 18/03	93,1	79,9	70,1	63,4	68,2	54,7	47,0	45,3
TOTAL	108,0	91,0	77,0	69,0	76,0	58,0	48,0	47,0
Cultivares semitardias e tardias								
1ª época								
1- 26/11 a 07/01	33,9	23,3	12,9	6,1	24,7	12,5	4,8	2,2
2- 08/01 a 08/04	168,4	146,5	129,9	119,5	118,9	94,2	77,7	70,6
TOTAL	202,0	170,0	143,0	126,0	134,0	107,0	83,0	73,0
2ª época								
1- 17/12 a 21/01	26,5	18,9	12,2	7,1	16,9	7,9	3,3	1,9
2- 22/01 a 01/04	126,3	110,1	97,8	89,9	93,3	75,6	63,0	59,0
TOTAL	153,0	129,0	110,0	97,0	110,0	84,0	66,0	61,0
3ª época								
1- 15/01 a 11/02	19,3	13,3	8,1	6,2	10,3	4,7	1,7	1,6
2- 12/02 a 08/04	85,5	71,8	61,7	55,4	61,0	47,1	40,0	38,2
TOTAL	105,0	85,0	70,0	62,0	72,0	52,0	42,0	40,0

1 - sub-período: diferenciação do primórdio ao início da floração.
2 - sub-período: do início da floração ao final do enchimento dos grãos.

Na mais importante região produtora de soja no Rio Grande do Sul, que inclui o Planalto e as Missões, a época de semeadura que proporciona maior rendimento, segundo dados experimentais de BERGAMASCHI et al (1977), vai de 15 de outubro a 15 de novembro se incluirmos todos os grupos de maturação, abrangendo as épocas utilizadas neste trabalho. De acordo com os dados da Tabela 1, a menor necessidade de irrigação ocorre na época da semeadura de 17 de novembro que é, não somente a época de

maior rendimento, mas também a de menor risco de seca para todos os grupos de maturação. A necessidade de irrigação, nessa época de semeadura, para solos típicos, com 30 a 50 mm de capacidade de água facilmente disponível varia de 48 a 70 mm, valores não excedidos em 80% dos anos. Épocas de semeaduras mais cedo ou mais tarde aumentam o risco de secas e a necessidade de irrigação. Entretanto o rendimento será mais elevado utilizando a irrigação.

Na metade sul do Rio Grande do Sul, segundo BERGAMASCHI et al (1977), os rendimentos da soja são maiores quando as semeaduras ocorrem de 30 de setembro a 30 de outubro para Encruzilhada do Sul; de 15 de outubro a 1 de dezembro em Santa Maria e de 30 de outubro a 15 de novembro em Bagé. Em Capão do Leão as épocas de maior rendimento, segundo a EMBRAPA (1984) vão de 5 a 15 de novembro para as cultivares precoces, de 1 a 30 de novembro para as de ciclo médio e de 20 de outubro a 15 de dezembro para as cultivares semitardias. A época de semeadura de menor necessidade de irrigação, entre as estudadas, é 10 de dezembro, coincidindo com a época de maior rendimento apenas na localidade de Capão do Leão, para o grupo de maturação semitardio. As épocas de maior rendimento, nas localidades estudadas na região sul, apresentam maiores necessidades de irrigação do que as épocas de menor rendimento, o que indica a influência favorável de outros elementos, provavelmente a temperatura e o fotoperíodo. Estas observações indicam também, que o rendimento poderá aumentar com o uso da irrigação. As necessidades de irrigação, em Encruzilhada do Sul, variam de 145 mm para o grupo precoce a 150 mm para o grupo semitardio, para solos típicos da região. Em Bagé, as necessidades de irrigação para solos típicos da região, variam, nas épocas de maior rendimento, de 128 mm para os grupos precoce e médio na 1ª época a 98 mm para o grupo semitardio na 2ª época de semeadura. Em Santa Maria, a época de maior rendimento é a 2ª e a necessidade de irrigação, para solos típicos regionais, é de aproximadamente 80 mm para todos os grupos de maturação. Em Capão do Leão a época de maior rendimento é a 2ª e a necessidade de irrigação é de aproximadamente 110 mm para todos os grupos de maturação.

CONCLUSÕES

1. Todas as regiões estudadas do Rio Grande do Sul necessitam de irrigação para a cultura da soja, em qualquer época de semeadura entre as recomendadas e para todos os grupos de maturação e em todos os sub-períodos estudados.

2. Nos solos regionais predominantes, as menores quantidades de água para irrigação variam de 40 a 70 mm, nas principais regiões produtoras do norte do Estado (Planalto e Missões), ocorrendo nas épocas de maior rendimento.

3. No sul do Estado, as épocas de semeadura que propiciam os maiores rendimentos apresentam

as maiores necessidades de irrigação (98 a 150 mm), tendo comportamento contrário ao que ocorre no norte do Estado.

4. As diferenças no regime pluviométrico entre as distintas regiões e as diferenças de capacidade de armazenamento de água disponível entre os diferentes tipos de solos, combinados com as épocas de semeadura e os ciclos dos grupos de maturação determinam os valores das necessidades de irrigação.

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem ao Dr. Francisco de Jesus Vernetti, pesquisador do Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado (CPACT), pelo fornecimento dos dados fenológicos utilizados no presente trabalho.

Tabela 3 - Necessidade de irrigação (mm) que não é excedida em 80% dos anos nas localidades de Capão do Leão e Santa Vitória do Palmar, RS.									
Sub-período	Capacidade máxima de água facilmente disponível no solo (mm)								
	Capão do Leão				Santa Vitória do Palmar				
	30,0	50,0	75,0	100,0	30,0	50,0	75,0	100,0	
Cultivares precoces									
1ª época									
1- 26/11 a 31/12	19,3	11,0	4,0	1,6	29,2	19,9	11,4	5,0	
2- 01/01 a 18/03	123,8	99,9	84,2	73,1	168,2	151,7	138,7	128,0	
TOTAL	143,0	111,0	88,0	75,0	197,0	172,0	150,0	133,0	
2ª época									
1- 17/12 a 14/01	13,8	9,5	3,8	1,8	21,7	15,6	11,7	6,4	
2- 15/01 a 11/03	86,0	67,9	56,4	49,0	122,3	111,1	102,1	94,2	
TOTAL	100,0	77,0	60,0	51,0	144,0	127,0	114,0	101,0	
3ª época									
1- 01/01 a 28/01	10,5	6,7	2,9	1,6	22,1	16,1	11,3	8,1	
2- 29/01 a 25/03	77,9	60,1	48,4	41,8	99,9	88,8	80,8	73,9	
TOTAL	88,0	67,0	51,0	43,0	122,0	105,0	92,0	82,0	
Cultivares médias									
1ª época									
1- 11/01 a 31/12	19,3	11,0	4,0	1,6	29,2	19,9	11,4	5,0	
2- 01/01 a 18/03	123,8	99,9	84,2	73,1	168,2	151,7	138,7	128,0	
TOTAL	143,0	111,0	88,0	75,0	197,0	172,0	150,0	133,0	
2ª época									
1- 17/12 a 14/01	13,8	9,5	3,8	1,8	21,7	15,6	11,7	6,4	
2- 15/01 a 18/03	94,2	74,5	61,6	53,6	131,2	118,6	108,8	100,4	
TOTAL	108,0	84,0	65,0	55,0	153,0	134,0	121,0	107,0	
3ª época									
1- 15/01 a 04/02	6,7	13,3	4,9	2,0	34,3	23,6	14,1	6,8	
2- 05/02 a 01/04	72,4	55,7	44,4	38,2	88,5	77,0	69,2	62,8	
TOTAL	79,0	59,0	46,0	39,0	105,0	89,0	77,0	69,0	
Cultivares semitardias									
1ª época									
1- 26/11 a 07/01	22,5	13,3	4,9	2,0	34,3	23,6	14,1	6,8	
2- 08/01 a 08/04	124,6	98,8	81,8	70,5	167,3	147,5	133,0	122,4	
TOTAL	147,0	112,0	87,0	73,0	202,0	171,0	147,0	129,0	
2ª época									
1- 17/12 a 21/01	16,3	11,1	4,5	2,2	27,5	19,9	14,7	8,7	
2- 22/01 a 01/04	94,6	73,8	60,3	51,9	124,5	110,4	99,9	91,9	
TOTAL	111,0	85,0	65,0	54,0	152,0	130,0	115,0	101,0	
3ª época									
1- 15/01 a 11/02	8,4	4,1	2,1	1,6	21,1	15,3	9,6	7,0	
2- 12/02 a 08/04	66,7	51,0	40,6	34,9	78,0	66,2	58,6	52,9	
TOTAL	75,0	55,0	43,0	37,0	99,0	82,0	68,0	60,0	
1 - sub-período: diferenciação do primórdio ao início da floração.									
2 - sub-período: do início da floração ao final do enchimento dos grãos.									

Tabela 4 - Necessidade de irrigação (mm) que não é excedida em 80% dos anos nas localidades de Bagé e Encruzilhada do Sul, RS.

Sub-período	Capacidade máxima de água facilmente disponível no solo (mm)							
	Bagé				Encruzilhada do Sul			
	30,0	50,0	75,0	100,0	30,0	50,0	75,0	100,0
Cultivares precoces								
1ª época								
1- 26/11 a 31/12	27,2	17,9	11,3	5,6	23,3	16,1	10,5	3,9
2- 01/01 a 18/03	172,2	154,1	137,0	122,8	121,7	101,3	89,1	83,0
TOTAL	199,0	172,0	148,0	128,0	145,0	117,0	100,0	87,0
2ª época								
1- 17/12 a 14/01	20,5	13,9	9,2	6,9	13,5	9,4	5,4	2,9
2- 15/01 a 11/03	127,9	114,3	101,0	90,3	84,6	68,9	60,2	56,2
TOTAL	148,0	128,0	109,0	96,0	102,0	81,0	69,0	60,0
3ª época								
1- 01/01 a 28/01	19,7	13,9	9,2	6,9	13,5	9,4	5,4	2,9
2- 29/01 a 25/03	109,3	95,7	82,3	72,2	76,7	60,4	50,2	45,9
TOTAL	129,0	110,0	92,0	79,0	90,0	70,0	56,0	49,0
Cultivares médias								
1ª época								
1- 26/11 a 31/12	27,2	17,9	11,3	5,6	23,3	16,1	10,5	3,9
2- 01/01 a 18/03	172,2	154,1	137,0	122,8	121,7	101,3	89,1	83,0
TOTAL	199,0	172,0	148,0	128,0	145,0	117,0	100,0	87,0
2ª época								
1- 17/12 a 14/01	20,5	13,2	8,4	5,4	17,0	12,8	8,3	3,7
2- 15/01 a 18/03	137,5	122,2	107,3	95,9	93,9	76,6	66,4	61,7
TOTAL	158,0	135,0	116,0	101,0	111,0	89,0	75,0	65,0
3ª época								
1- 15/01 a 04/02	16,7	12,8	9,1	6,9	8,5	5,3	2,9	1,6
2- 05/02 a 01/04	98,1	84,6	72,1	62,6	70,8	55,2	44,3	40,0
TOTAL	115,0	97,0	81,0	70,0	79,0	61,0	47,0	42,0
Cultivares semitardias								
1ª época								
1- 26/11 a 07/01	31,9	20,8	13,0	6,8	27,4	19,3	12,5	4,8
2- 08/01 a 08/04	176,8	156,5	137,5	121,8	122,5	99,6	84,5	77,7
TOTAL	208,0	177,0	151,0	129,0	150,0	119,0	97,0	83,0
2ª época								
1- 17/12 a 21/01	25,5	16,9	10,9	7,3	20,1	14,8	9,4	4,3
2- 22/01 a 01/04	135,6	119,4	103,2	90,8	93,4	74,7	62,5	57,2
TOTAL	161,0	136,0	114,0	98,0	114,0	90,0	72,0	62,0
3ª época								
1- 15/01 a 11/02	22,2	16,8	11,8	8,9	10,3	6,7	3,8	2,0
2- 12/02 a 08/04	88,2	74,8	63,1	54,3	65,7	50,9	39,9	35,5
TOTAL	110,0	92,0	75,0	63,0	76,0	58,0	44,0	38,0

1 - sub-período: diferenciação do primórdio ao início da floração.
 2 - sub-período: do início da floração ao final do enchimento dos grãos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSIS, F. N., VERONA, L. A. F. Consumo de água e coeficiente de cultura de sorgo. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 5, p. 665-670, 1991.
- BAIER, W., RUSSELO, D. A. **A computer program for estimating risks of irrigation requirements from climatic data**. Ottawa: Agrometeorological Section, Plant Research Institute, Canada Department of Agriculture, 1968, 48 p. (Technical Bulletin, 59).
- BERGAMASCHI, H., BERLATO, M. A., WESTPHALEN, S. Épocas de semeadura de soja no Rio Grande do Sul: avaliação e interpretação dos ensaios ecológicos de soja. **IPAGRO Informa**, Porto Alegre, n. 18, p. 7-14, 1977.
- 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. **Revista Agronomia Sul Riograndense**, Porto Alegre, v. 22, n. 2, p. 243-249, 1986.
- COSTA, J. A., MARCHESAN, E. **Características dos estágios de desenvolvimento da soja**. Campinas, Fundação Cargill, 30 p., 1982.
- DOOREMBOS, Y., KASSAN, A. H. **Yield response to water**. Rome: FAO, 1979, 193 p. (Irrigation and Drainage paper, 33).
- EMBRAPA. Recomendações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e Santa Catarina. In: XVIII Reunião de Pesquisas de Soja do Rio Grande do Sul, 1990, Passo Fundo, RS. **Ata e Resumos...**, Passo Fundo, CNPT, 1990, p. 46-50.
- EMBRAPA. **Soja nas várzeas da região sudeste do Rio Grande do Sul**. Pelotas, CPATB, 1988, 63 p. (Circular Técnica, nº 1).
- ESPINOLA SOBRINHO, J., MEDINA, B. F., MAIA NETO, J. M. Determinação de campo da evapotranspiração e dos coeficientes de cultivo para caupi e milho. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 1989, Maceió, AL. **Anais**, Maceió: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia / Universidade Federal de Alagoas / Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 491 p., p. 292-312.
- KOUSKY, V. E., KOPELEWSKI, C. F. Extremes in the southern oscillation and their relationship to

- precipitation anomalies with emphasis on the South American region. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 351-363, 1989.
- LIMA, M. G., COSTA, E. F., CARVALHO, P. A. C. Determinação do consumo de água pela cultura do arroz, (*Oryza sativa*, L.) cultivar Metica 1. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 1989, Maceió, AL. **Anais...**, Maceió: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia / Universidade Federal de Alagoas / Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 491 p., p. 134-142.
- MATZENAUER, T.; WESTPHALEN, S. L.; BERGAMASCHI, H. et al. Evapotranspiração do milho (*Zea mays*, L.) e sua relação com a evaporação do tanque classe "A". **Revista Agronomia Sul Riograndense**, Porto Alegre, v. 17, n. 2, p. 273-295, 1981.
- MIKSCHE, J. P. Developmental vegetable morphology of *Glycine max*. **Agronomy Journal**, Madison, v. 53, n. 1, p. 121-8, 1961.
- MOTA, F. S. da. Análise agroclimatológica das necessidades semanais de irrigação em Pelotas, Rio Grande do Sul. Brasil. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 1475-1482, 1976.
- MOTA, F. S. da. **Soya bean and weather**. Geneva: World Meteorological Organization, 1978, 64 p. (Technical Note n° 160).
- MOTA, F. S. da. **Probabilidade das necessidades de irrigação em 20 combinações do binômio clima-solo no Rio Grande do Sul**. Pelotas:
Universidade Federal de Pelotas, Estação Agroclimatológica, 1980, 86 p. (Boletim Técnico n° 2).
- MOTA, F. S. da, BEIRSDORF, M. I. C. Medidas e estimativas da evapotranspiração em Pelotas, Rio Grande do Sul. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 28, n. 6, p. 666-672, 1976.
- MOTA, F. S. da, AGENDES, M. O. DE O., BAPTISTA DA SILVA, J. et al. Risco de secas para a cultura de soja em diferentes regiões climáticas e tipos de solo do Rio Grande do Sul. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 44, n. 394, p. 11-30, 1991.
- MOTA, F. S. da. Influência do método de estimativa e do tipo de instrumento no valor da evapotranspiração de referência. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 1991, Viçosa, MG. **Resumos...**, Viçosa: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia / Universidade Federal de Viçosa, 314 p., p. 173-175.