

SEÇÃO: AGRONOMIA

DISPONIBILIDADE HÍDRICA PARA A CULTURA DA ALFAFA NAS DIFERENTES REGIÕES ECOCLIMÁTICAS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL¹

HOMERO BERGAMASCHI², RICARDO SITYÁ ARAGONÉS³, ANTONIO ODAIR SANTOS⁴

RESUMO – Embora o Rio Grande do Sul seja o estado brasileiro maior produtor de alfafa, as suas condições climáticas limitam o desempenho desta importante forrageira. A ocorrência de estiagens do final da primavera ao final do verão é considerado fator decisivo, pois se trata do período com melhores condições térmicas para crescimento e produção de forragem desta leguminosa. Desta forma, o presente trabalho objetivou realizar uma análise comparativa das disponibilidades hídricas para a alfafa, ao longo do ano, nas diferentes regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul. Foi usada uma série homogênea de dados do período 1980/90, de onze estações agrometeorológicas das respectivas regiões ecoclimáticas do Estado. Foi calculada a evapotranspiração máxima da alfafa (ET_m) e calculados balanços hídricos seriados, em base decendial, adotando-se uma capacidade de água disponível no solo de 75 mm. O total anual médio de evapotranspiração máxima para alfafa foi menor na Serra do Sudeste (1194 mm) e maior no Baixo Vale do Uruguai (1832 mm). A maior frequência de déficit hídrico ocorreu no verão, sobretudo, em função da maior demanda hídrica da cultura. Em todas as regiões, o total anual de déficit hídrico foi superior a 100 mm. Litoral Norte e Planalto Superior – Serra do Nordeste evidenciaram maior razão entre evapotranspiração real e evapotranspiração máxima (ET_r/ET_m), portanto menor deficiência de água à cultura. A região do Baixo Vale do Uruguai demonstrou a menor razão ET_r/ET_m e o maior total anual de déficit hídrico para alfafa, que foi de 419 mm no período analisado.

Palavras-chave: alfafa, deficiência hídrica, água, irrigação, evapotranspiração.

WATER AVAILABILITY FOR ALFALFA CROP IN DIFFERENT ECOCLIMATIC REGIONS OF THE STATE OF RIO GRANDE DO SUL

ABSTRACT – Although having the highest alfalfa production in Brazil, the state of Rio Grande do Sul has highly limiting climatic conditions for this important forrage crop. The occurrence of drought periods from the end of spring to the end of summer, can be considered the most important problem in this aspect, since the thermal conditions for growth and biomass production by this crop are totally appropriated in that period. A comparative analysis of water availability for alfalfa was performed, taking into account an homogeneous data base of an eleven years period (1980/90), collected in eleven weather stations representing the ecoclimatic regions of Rio Grande do Sul. The maximum evapotranspiration (ET_m) of alfalfa was estimated and serial water balances were calculated, for ten days periods, adopting a soil water storage capacity of 75 mm. The annual average maximum evapotranspiration for alfalfa ranged from 1194 mm (Serra do Sudeste region) to 1832 mm (Baixo Vale do Uruguai region). The highest frequency of water deficits occurred during the summer season, which can be related to the highest atmospheric evaporative demand in that period. The annual amount of water deficit for alfalfa is over than 100 mm in all over the State. Litoral Norte and Planalto Superior – Serra do Nordeste regions showed the lowest water deficits and the highest ET_r/ET_m ratio, while the highest annual amount of water deficit (419 mm) and the lowest ET_r/ET_m ratio occurred in Baixo Vale do Uruguai region.

Key words: alfalfa, water deficit, water, irrigation, evapotranspiration.

1. Parcialmente financiado pela FAPERGS
 2. Eng. Agr., Dr. – Prof. da Faculdade de Agronomia/UFRGS. Caixa Postal 776 – 91501-970 Porto Alegre – RS/BRASIL. E-mail: homerobe@vortex.ufrgs.br. Bolsista do CNPq.
 3. Acadêmico de agronomia pela UFRGS, bolsista de iniciação científica CNPq/UFRGS.
 4. Eng. Agr., M.Sc. – Pesquisador do Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas – SP, doutorando em fitotecnia/agrometeorologia pela UFRGS.
- Recebido para publicação em 08/08/1996.

INTRODUÇÃO

O Estado do Rio Grande do Sul é responsável pela maior parte da produção e área cultivada com alfafa no Brasil. Tradicionalmente, o cultivo desta leguminosa tem-se concentrado em pequenas propriedades das regiões coloniais, onde é maior a demanda imediata para alimentação animal, sobretudo de suínos e gado leiteiro, sendo fornecida como forragem verde ou feno.

Por razões de valor comercial, aliados às qualidades de excelente fonte protéica de ampla utilização na nutrição animal, a alfafa desperta interesse e tende a se expandir em outras regiões, dentro e fora do Rio Grande do Sul. No entanto, esta expansão é limitada tanto por aspectos climáticos como edáficos. SAIBRO (1985) destacou, como principais limitadores do rendimento e da persistência dos alfafais no Estado, a acidez do solo aliada a níveis tóxicos de Al e Mn, a baixa disponibilidade de P e N da maioria dos solos e a ocorrência de estiagens no período de primavera-verão. As exigências da cultura quanto a elevados teores de nutrientes e ausência de acidez no solo também explicam o fato da mesma ainda estar concentrada em áreas restritas da Encosta Inferior da Serra do Nordeste, do Alto e Médio Vale do Uruguai e da Região Missioneira, geralmente em solos jovens cujas características químicas oferecem menores limitações.

As técnicas de correção e fertilização do solo tem possibilitado expandir a cultura para locais e solos anteriormente considerados não adequados ao cultivo da alfafa. Entretanto, embora este problema de solo possa estar superado, persiste a limitação climática, que demanda nova abordagem e cujas soluções talvez não sejam tão imediatas e simples.

Diversos trabalhos de pesquisa têm demonstrado os efeitos das condições hídricas sobre o desenvolvimento e rendimento de alfafa. Muitos deles enfocam o aspecto produção de sementes, conforme descreveu MEDEIROS (1995). Segundo este autor, a produção de sementes de alfafa no Rio Grande do Sul pode ser prejudicada por déficit hídrico. Porém, com base nos seus resultados, MEDEIROS (1995) também destacou limitações por freqüentes excessos de precipitações, associados a elevadas temperaturas e umidade do ar, causando baixa qualidade das sementes. Baseado neste aspecto, o autor recomendou estudos para identificar regiões potencialmente aptas à produção de sementes de alfafa no Estado.

Por outro lado, na maioria dos trabalhos enfocando limitações de natureza climática para a alfafa, maior atenção tem sido dada aos efeitos de déficit hídrico sobre a produção de forragem (ou de matéria

seca), tanto em nível nacional como internacional. A diminuição do rendimento da alfafa no Rio Grande do Sul, em decorrência do déficit hídrico em alfafa, foi referida por SILVA (1973) e PAIM et al. (1975).

CUNHA (1991) ajustou modelo de resposta do rendimento da alfafa a diferentes lâminas de água (precipitação mais irrigação), para as condições da Depressão Central do Rio Grande do Sul. Para o período de primavera-verão, o rendimento de matéria seca teve aumento, segundo uma função quadrática. Em um período com precipitação pluvial ocorrida de 500,5 mm, portanto próxima à condição climática do local (456,5 mm), houve um incremento de 125% no rendimento de matéria seca de alfafa devido à suplementação hídrica.

Avaliações envolvendo a adaptação climática de culturas, em determinados locais ou regiões, necessitam duas informações básicas: as necessidades da espécie (ou cultivares, se for o caso) e as disponibilidades do clima regional. Em se tratando de uma cultura forrageira, suas exigências hídricas poderão ser quantificadas através da evapotranspiração máxima (ET_m), que, em termos simples, representa a necessidade de água da espécie cultivada com adequada densidade de plantas e sem limitação de fertilidade e umidade no solo (PERRIER, 1985).

CUNHA (1991) e SANTOS (1993) desenvolveram trabalhos de campo quantificando a ET_m da alfafa (cultivar crioula), na Depressão Central do Rio Grande do Sul, num período de três anos. Foram verificadas variações acentuadas de ET_m ao longo do ano, em função da demanda evaporativa da atmosfera. Por isso, os maiores valores de ET_m ocorreram no período de final de primavera e verão, eventualmente chegando a 10 mm/dia. O consumo de água também variou no período compreendido entre cada corte efetuado, acompanhando a evolução do índice de área foliar. No período de primavera-verão, a ET_m e os coeficientes de cultura (K_c) aumentaram até aproximadamente 30 dias após o corte, estabilizando após.

A partir de resultados experimentais, diversas informações de caráter mais aplicado foram publicadas (CUNHA et al., 1993; CUNHA et al., 1994; SANTOS et al., 1996). Também foram desenvolvidos estudos mais básicos, servindo de suporte a outros trabalhos, dentre os quais uma avaliação de métodos para a estimativa de ET_m da alfafa a partir de elementos meteorológicos, para as condições do Estado (CUNHA, 1991; SANTOS, 1993; SANTOS et al., 1994). Verificou-se que a estimativa de ET_m, independente do estágio de desenvolvimento das plantas, ou seja, sem considerar a variação devida à evolução da área foliar, apresenta resultados

satisfatórios para períodos de cinco dias ou mais. Dentre os métodos testados, o do tanque “classe A”/FAO e o método de PENMAN (1948) – este com o saldo de radiação estimado sobre alfafa – tiveram melhor desempenho nas estimativas da ET_m da cultura. A evapotranspiração de referência calculada segundo PENMAN (1948), com saldo de radiação sobre alfafa, superestima a ET_m da cultura em apenas 3%, para intervalos a partir de cinco dias. Em estimativas decendiais o coeficiente de determinação foi próximo a 0,8 (SANTOS et al., 1994).

Este trabalho teve por objetivo avaliar as disponibilidades de água para a cultura da alfafa nas diferentes regiões ecoclimáticas do Estado do Rio Grande do Sul, através da estimativa de ocorrência de deficiências e de excessos hídricos à cultura ao longo do ano. Buscou-se, com isto, identificar problemas e potencialidades para o cultivo desta importante leguminosa forrageira, com relação ao aspecto de suprimento hídrico, em função da demanda de água da cultura e das disponibilidades de cada região. Em razão da variabilidade climática e ecológica do território gaúcho, tomou-se por base a divisão do Estado em regiões ecoclimáticas segundo RIO GRANDE DO SUL (1994), adotando-se uma localidade como representativa de cada unidade territorial.

MATERIAL E MÉTODOS

Dados meteorológicos foram obtidos em estações da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO/SCT) e do Oitavo Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia (8ª DISME/INMET). Foram usados dados diários de onze localidades do Rio Grande do Sul, de modo a caracterizar cada uma das Regiões ecoclimáticas do Estado (Figura 1). Empregou-se séries homogêneas de dados, englobando o período de 1980 a 1990. A partir deste conjunto de dados, foram calculadas médias ou totais decendiais de radiação solar global (actinógrafo a 1,5 m acima do solo), temperatura e umidade relativa do ar (em abrigo a 1,5 m acima do solo gramado), velocidade do vento (anemômetro de conchas a 2 m acima do solo) e precipitação pluvial (pluviômetro a 1,5 m acima do solo). Em alguns casos, havendo lacunas nas séries históricas, foram utilizados dados de estações meteorológicas localizadas, mais próximo possível, dentro da mesma região ecoclimática. A eventual falta de dados de radiação solar global, foi preenchida por estimativa a partir da duração do brilho solar (heliógrafo a 1,5 m acima do solo). Pela inexistência de uma série representativa da região da Encosta Inferior da Serra do Nordeste, foram tomados dados de Taquarí, por esta se encontrar próxima ao limite da região e das suas áreas tradicionais de produção de alfafa.



FIGURA 1 – Regiões Ecoclimáticas do Estado do Rio Grande do Sul (RIO GRANDE DO SUL, 1994)

O cálculo da evapotranspiração máxima da cultura (ETm) foi feito pelo método de PENMAN (1948), com saldo de radiação estimado para a cultura da alfafa CUNHA (1991). Este método foi descrito e avaliado por SANTOS et al. (1994), na comparação de diversos modelos de estimativa da ETm em alfafa, tendo-se comportado como um dos mais eficientes. A partir de totais de precipitação pluvial e de evapotranspiração pluvial, foram calculados balanços hídricos seriados, em base decendial, pelo método de THORNTHWAITE e MATHER (1955). Para isto, foi considerada uma única capacidade de armazenamento de água disponível no solo (CAD) de 75 mm. A partir desses balanços, foram obtidos totais para cada decêndio e totais médios anuais de evapotranspiração real (ETr), deficiência hídrica, excesso hídrico e da razão ETr/ETm.

A partir de totais decendiais, obtidos no balanço hídrico, foram determinadas as frequências de ocorrência (em percentagens) de excessos hídricos nas seguintes classes: zero, 1 a 20 mm, 21 a 40 mm, 41 a 60 mm, 61 a 80 mm, e mais de 80 mm. O mesmo foi feito para deficiências hídricas, nas classes: zero, 1 a 40 mm, 41 a 80 mm, 81 a 120 mm, 121 a 160 mm, 161 a 200 mm, e mais de 200 mm. Igualmente, foram

calculadas as frequências para a razão ETr/ETm nas classes: 0,1 a 0,2, 0,3 a 0,4, 0,5 a 0,6, 0,7 a 0,8 e 0,9 a 1.

Para cada região ecoclimática, o cálculo das frequências de ocorrência dos diferentes níveis de deficiência e excesso hídrico e da razão ETr/ETm foi feito dentro de cada mês, porém a partir do agrupamento dos totais decendiais de cada parâmetro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os valores médios anuais dos parâmetros derivados dos balanços hídricos seriados, calculados em base decendial, para o período de 1980 a 1990, para a cultura da alfafa nas diferentes Regiões ecoclimáticas do Estado do Rio Grande do Sul. A análise da série histórica indicou o Baixo Vale do Uruguai como região com o maior total anual de deficiência hídrica para alfafa. As Regiões do Planalto Superior – Serra do Nordeste e Litoral (esta representada pela estação de Osório-Maquiné) foram as regiões com menores totais de deficiência hídrica para a cultura. O maior excesso hídrico anual foi verificado na Depressão Central, enquanto que o menor excesso ocorreu na Campanha.

TABELA 1 – Valores médios dos diferentes parâmetros do balanço hídrico seriado (mm), em base decendial, para a cultura da alfafa em diferentes Regiões Ecoclimáticas do Rio Grande do Sul . Período 1980 a 1990

REGIÃO	ESTAÇÃO	P	ETm	ETr	DEF	EXC	ETr/ETm *	ETr/ETm **
Depressão Central	Santa Maria	1398	1366	1112	144	229	0,920	0,829
Litoral	Osório	1254	1515	1197	139	17	0,921	0,924
Planalto Sup. – Serra Nord.	Veranópolis	1359	1484	1229	132	147	0,929	0,880
Planalto Médio	Júlio de Cast.	1456	1671	1273	285	167	0,877	0,635
Encosta Infer. Serra Nord.	Taquari	1329	1425	1152	192	178	0,900	0,772
Alto e Médio Vale Uruguai	Santa Rosa	1445	1466	1209	149	145	0,928	0,818
Missioneira	Ijuí	1392	1451	1173	170	136	0,914	0,733
Baixo Vale do Uruguai	São Borja	1350	1832	1240	419	31	0,826	0,614
Campanha	Quaraí	1018	1541	1136	246	0	0,865	0,794
Serra do Sudeste	Encruzilhada	1047	1194	937	144	117	0,910	0,730
Região das Grandes Lagoas	Rio Grande	977	1289	1032	171	42	0,890	0,861

P = precipitação pluvial; ETm = evapotranspiração máxima (alfafa); ETr = evapotranspiração real; DEF = deficiência hídrica;

EXC = excesso hídrico; * média anual; ** média de dezembro, janeiro e fevereiro.

Pode-se observar, pela Tabela 1, que a razão ETr/ETm anual foi elevada em todo o Estado do Rio Grande do Sul, com tendência semelhante à deficiência hídrica na comparação das regiões ecoclimáticas. A média de ETr/ETm dos meses de dezembro a fevereiro, porém, é menor do que a anual em todo o Estado, caracterizando esta época como a de menor disponibilidade hídrica para a cultura da alfafa no Estado. Este parâmetro, restrito ao verão, também caracteriza o Baixo Vale do Uruguai como região mais seca, sendo Litoral e Planalto Superior – Serra do Nordeste as menos secas. Este índice ETr/ETm significa o quanto a exigência da cultura, representada pela ETm, é atendida pelas precipitações naturais, ressalvadas as limitações próprias do método do balanço hídrico. Por este critério, verifica-se que a razão ETr/ETm de dezembro a fevereiro é próxima de 0,9 nas duas regiões menos secas, ficando pouco superior a 0,6 no Baixo Vale do Uruguai.

A menor razão ETr/ETm nos meses de verão e a maior deficiência hídrica na Região do Baixo Vale do Uruguai podem ser explicados pela maior ETm, ou seja, pela maior necessidade hídrica da cultura nos meses de máxima demanda evaporativa atmosférica, a qual a planta busca atender.

Os totais anuais de deficiência hídrica indicam quanta água falta para atender a exigência da cultura, em nível ótimo. Verifica-se que estes totais variam de pouco mais de 100 mm no nordeste do Estado até mais de 400 mm no Baixo Vale do Uruguai.

A Figura 2 apresenta a variação da precipitação pluvial e da ETm da alfafa nas regiões de maior e menor deficiência hídrica. Pode-se observar que a precipitação oscila em todo o ano, sem uma tendência homogênea, enquanto que a ETm tem variação periódica, de acordo com as alterações dos elementos que compõem a demanda evaporativa da atmosfera. De junho-julho a dezembro-janeiro a ETm praticamente triplicou, o que explica a maior ocorrência de deficiências hídricas nos meses de final de primavera-verão, justamente na época em que a cultura tem maior potencial de produção de forragem no Estado. Na Região do Baixo Vale do Uruguai a cultura tem maior demanda de água ao longo de todo o ano, chegando em torno de 80 mm por decêndio no início do verão. Sabe-se que, em períodos de estiagens, o consumo de água das culturas é maior, em função do aumento da demanda evaporativa da atmosfera (CUNHA, 1991; SANTOS, 1993). Estes autores detectaram picos de consumo de água de até 10 mm por dia em condições de elevada demanda evaporativa, quando a alfafa estava com máxima área foliar. Portanto, os valo-

res de ETm (médios de onze anos) apresentados na Figura 2 deverão ser mais elevados em períodos secos, sobretudo nos meses de verão.

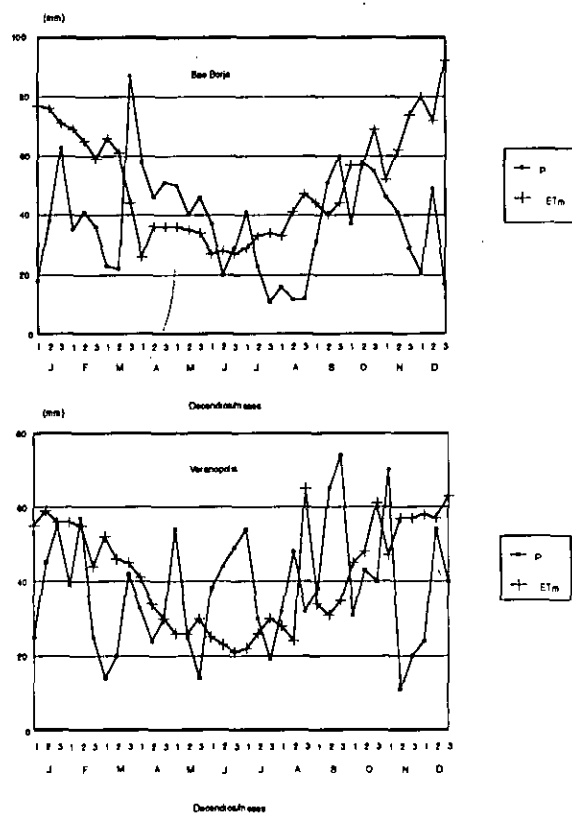


FIGURA 2 – Precipitação pluvial (P) e evapotranspiração máxima da alfafa (ETm), em base decendial, nas Regiões Ecoclimáticas do Baixo Vale do Uruguai (São Borja) e Planalto Superior – Serra do Nordeste (Veranópolis), Período 1980 a 1990

A maior probabilidade de ocorrência de déficit hídrico nos meses de verão, para o Rio Grande do Sul, foi descrita por BERLATO (1992), em função da maior demanda evaporativa atmosférica nesta estação, demonstrando maiores percentuais nas localidades mais ao sul e a oeste do Estado e menores nas áreas a norte e nordeste.

A necessidade de água da alfafa apresentou variação regional semelhante à distribuição da radiação solar global descrita por BERGAMASCHI e DIDONÉ (1981), o que pode estar relacionado ao próprio método de PENMAN (1948) utilizado para estimar a ETm, em cujo cálculo é dada maior ponderação ao saldo de radiação. Com isso, a parte oeste-sudoeste do Rio Grande do Sul, em específico a Região do Baixo Vale do Uruguai, mostra-se mais problemática à produção de

biomassa de alfafa, em função de déficit hídrico, sobretudo nos meses de final de primavera e verão, embora todo o Estado demonstre limitações neste sentido, o que está de acordo com SILVA (1973), PAIM et al. (1975) e CUNHA (1991). Por outro lado, em função de verão mais seco, é possível que aquela parte do Estado seja mais aptas à produção de sementes de alfafa, conforme sugeriu MEDEIROS (1995).

Nas Figuras 3 a 7 está representada a distribuição das freqüências de ocorrência de deficiência hídrica, excesso hídrico e da razão ETr/ETm, ao longo do ano, de algumas regiões tomadas como mais importantes a uma análise mais detalhada.

Com base na Tabela 1, pode-se realizar uma avaliação comparativa das regiões ecoclimáticas e identificar como extremas, quanto à disponibilidade hídrica, a Região do Planalto Superior – Serra do Nordeste (menos seca) e o Baixo Vale do Uruguai (mais seca).

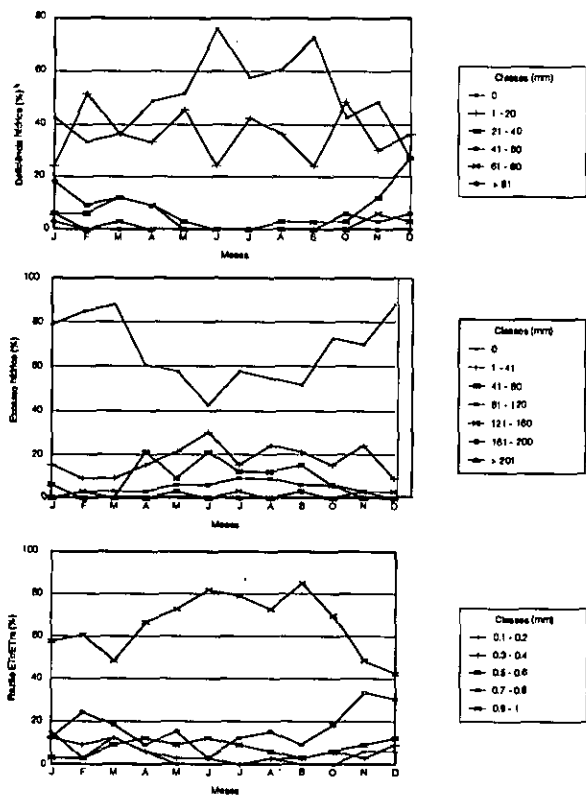


FIGURA 3 – Freqüência de ocorrência de deficiência, excesso hídrico e razão ETr/ETm para a alfafa, na Região Ecoclimática do Planalto Superior – Serra do Nordeste (Veranópolis). Período 1980 a 1990

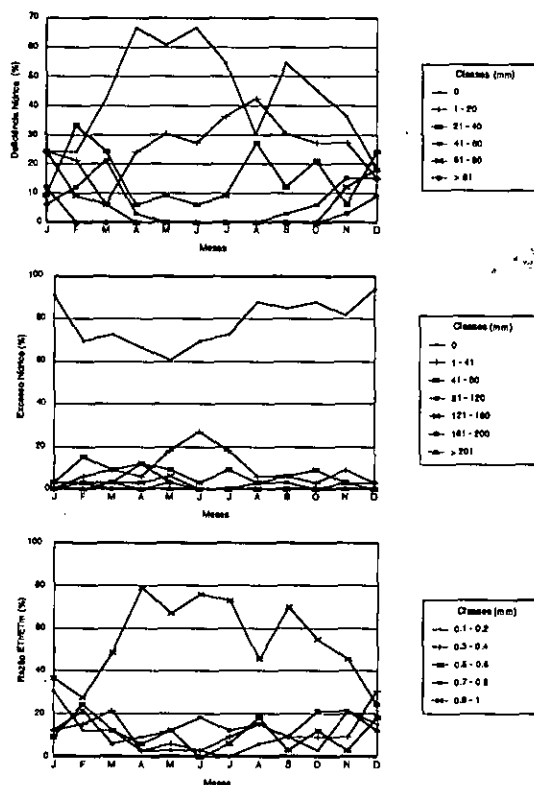


FIGURA 4 – Freqüência de ocorrência de deficiência, excesso hídrico e razão ETr/ETm para a alfafa, na Região Ecoclimática do Baixo Vale do Uruguai (São Borja). Período 1980 a 1990

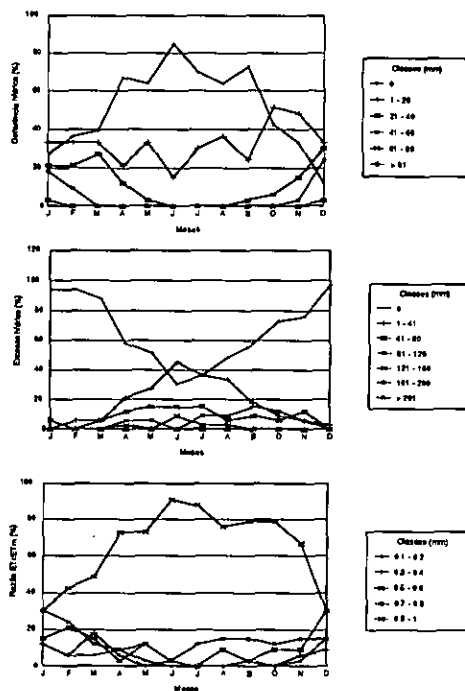


FIGURA 5 – Freqüência de ocorrência de deficiência, excesso hídrico e razão ETr/ETm para a alfafa, na Região Ecoclimática do Alto e Médio Vale do Uruguai (Santa Rosa). Período 1980 a 1990

DISPONIBILIDADE HÍDRICA PARA A CULTURA DA ALFAFA NAS DIFERENTES REGIÕES ECOCLIMÁTICAS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

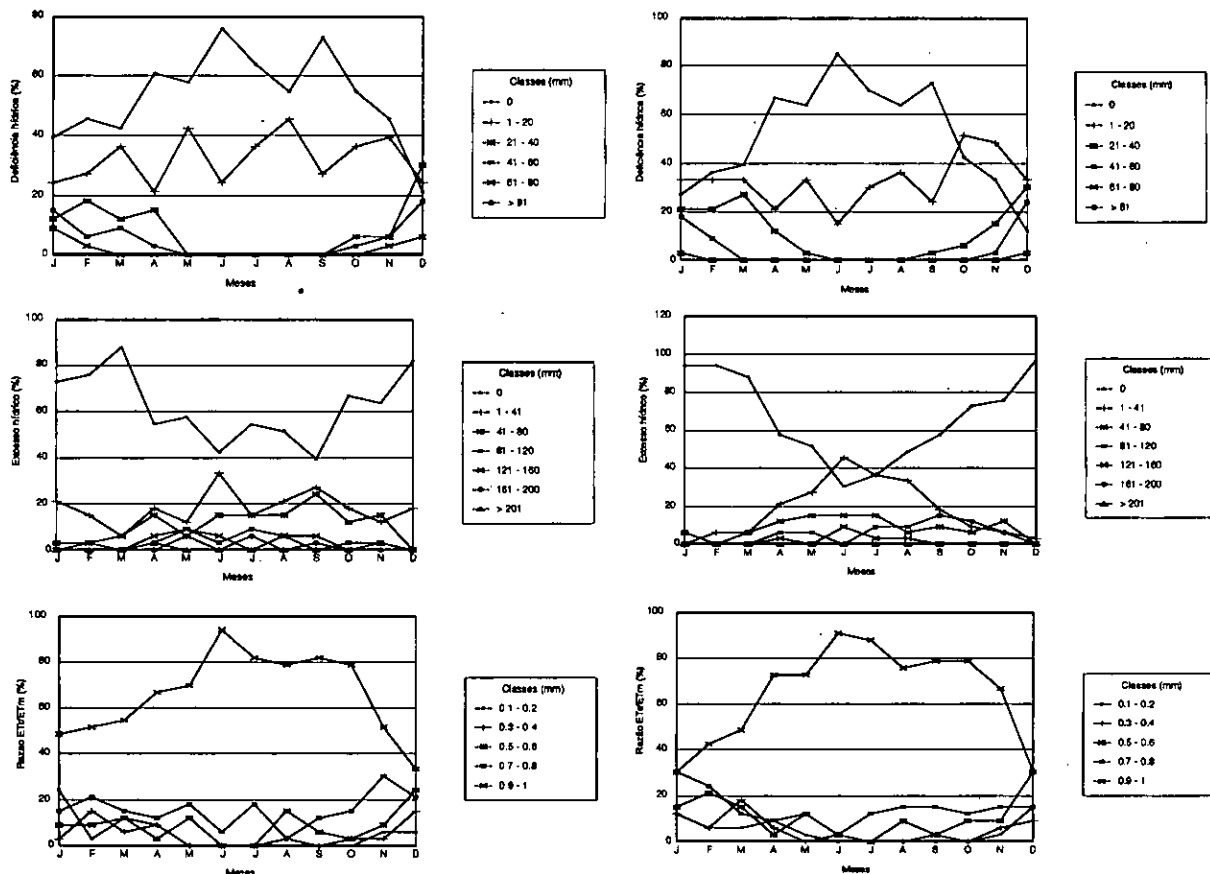


FIGURA 6 – Frequência de ocorrência de deficiência, excesso hídrico e razão ETr/ETm para a alfafa, na Região Ecoclimática Missioneira (Ijuí). Período 1980 a 1990

FIGURA 7 – Frequência de ocorrência de deficiência, excesso hídrico e razão ETr/ETm para a alfafa, na Região Ecoclimática da Encosta Inferior da Serra do Nordeste (Taquari). Período 1980 a 1990

Em todas as regiões assinaladas existe probabilidade de ocorrer deficiências ou excessos hídricos, em qualquer época do ano. Porém, em todas elas as deficiências foram maiores e mais frequentes no período de primavera-verão, que também é a época de máximo potencial de produção da alfafa no Estado, em função das condições térmicas e de radiação solar incidente. Também existe probabilidade de ocorrência de excessos hídricos em qualquer época do ano, mas com maior frequência e níveis mais elevados nos meses de outono-inverno.

Em geral, a razão ETr/ETm é elevada nos meses de outono-inverno, com alta frequência de valores acima de 0,9. No período de primavera-verão diminui a frequência deste nível elevado e aumenta a probabilidade de ocorrência de níveis menores desta razão.

Na comparação das duas regiões extremas, com maior e menor déficit hídrico (Baixo Vale do Uruguai e Planalto Superior – Serra do Nordeste, respectivamente) é possível visualizar diferenças no tempo e no espaço quanto aos três parâmetros indicadores da disponibilidade hídrica: deficiência, excesso e ra-

zão ETr/ETm (Figuras 3 e 4). Nesta confrontação por regiões e épocas do ano fica evidente, mais uma vez, que a disponibilidade hídrica para o cultivo da alfafa no Estado está associada, ao menos em grande parte, às variações da demanda evaporativa da atmosfera. Por outro lado, as oscilações no regime de precipitação ao longo do ano explicam a maior parte das variações nas diferentes classes de frequência de déficits e excessos de água, como demonstra a Figura 2.

Pelas Figuras 5 a 7 é possível observar que nas áreas mais produtoras de alfafa no Estado, situadas nas Regiões do Alto e Médio Vale do Uruguai, Missioneira e Encosta Inferior da Serra do Nordeste, a estação de outono-inverno se caracteriza por baixos níveis de deficiência, com predominância de excessos hídricos, a exemplo do que ocorre nas demais regiões ecoclimáticas. Ao contrário, nos meses de primavera-verão ocorrem menores excessos e níveis mais elevados de déficit hídrico. Obviamente, as três regiões assinaladas estão em situação intermediária às duas extremas analisadas anteriormente, tanto em termos de déficits como de excessos hídricos.

A razão ETr/ETm das regiões produtoras de alfafa no Rio Grande do Sul se mantém acima de 0,9 na maior parte do ano, diminuindo na época de maior demanda hídrica, do final de primavera ao final do verão (Figuras 5 a 7). Pelos dados da Tabela 1, observa-se que as três regiões apresentam a razão ETr/ETm entre 0,7 e pouco mais de 0,8 nos meses de dezembro a fevereiro, indicando que entre 20 a 30% da demanda hídrica da cultura não são atendidos pela precipitação natural, nestes meses. Também se observa flutuações nas frequências de ocorrência dos diferentes níveis de excesso e déficit hídrico, o que pode ser explicado pela variação, ao longo do ano, da precipitação pluvial e da demanda evaporativa da atmosfera, conforme os dois exemplos mostrados na Figura 2.

Considerando a alta resposta da alfafa ao suprimento de água no período de primavera-verão (CUNHA, 1991), pode-se confirmar a limitação que a mesma enfrenta por déficit hídrico no Estado, conforme assinalaram SILVA (1973), PAIM et al. (1975) e SAIBRO (1985), mesmo nas regiões mais produtoras. Convém ressaltar, porém, que esta análise tomou por base uma única capacidade de armazenamento de água disponível no solo: 75 mm. Sabe-se que, em alguns solos mais profundos e com melhores condições físicas e químicas, a alfafa poderá ter uma maior quantidade de água disponível, reduzindo tanto deficiências como excessos hídricos. Por outro lado, pela expansão da cultura no Estado, também existe a possibilidade de cultivo em solos mais rasos e/ou com condições internas que restrinjam ainda mais o armazenamento de água ou o desenvolvimento radicular da cultura, deste modo, submetendo-a a níveis mais severos de excesso ou déficit hídrico.

Um estudo considerando a real capacidade de armazenamento de água de cada solo poderia propiciar maior exatidão a uma análise deste tipo, no sentido de melhor quantificar as possíveis limitações hídricas da cultura. Entretanto, a metodologia adotada parece suficientemente adequada para diversas finalidades e aplicações práticas, como na avaliação comparativa de regiões em trabalhos de zoneamento da cultura para produção de forragem ou sementes, bem como em diagnósticos de problemas e fatores limitantes, ou mesmo na estimativa da ordem de grandeza das necessidades hídricas da cultura para planejamento de irrigação ou outras práticas afins.

CONCLUSÕES

1. No Estado do Rio Grande do Sul, a cultura da alfafa tem menor demanda de água no início do inverno e maior no início do verão, numa razão aproximada de 1:3.

2. A alfafa enfrenta deficiências hídricas no período de primavera-verão e excessos hídricos no outono-inverno, em todo o Estado do Rio Grande do Sul.

3. O Baixo Vale do Uruguai é a Região com maior déficit hídrico para a alfafa, ficando as Regiões a nordeste do Estado, Planalto Superior-Serra do Nordeste e Litoral (parte norte desta), com as menores deficiências hídricas.

4. Nas Regiões da Encosta Inferior da Serra do Nordeste, Alto e Médio Vale do Uruguai e Missioneira, que concentram a maior parte da produção de alfafa no Estado do Rio Grande do Sul, a precipitação de final de primavera-verão deixa de atender, em média, 20 a 30% da demanda hídrica da cultura, havendo excessos hídricos no período de outono-inverno.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- BERGAMASCHI, H.; DIDONÉ, I. A. Distribuição da radiação global no estado do Rio Grande do Sul. *Agronomia Sulriograndense*, Porto Alegre, v.17, n.1, p.139-148. 1981.
- BERLATO, M. A. As condições de precipitação pluvial no Estado do Rio Grande do Sul e os impactos das estiagens na produção agrícola. In: BERGAMASCHI, H. (Coord.). *Agrometeorologia aplicada à irrigação*. Porto Alegre, Editora da Universidade/UFRGS. 1992, p. 11-24.
- CUNHA, G. R. *Evapotranspiração e função de resposta à disponibilidade hídrica em alfafa*. Porto Alegre: UFRGS, 1991. 197 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, UFRGS, 1991.
- CUNHA, G. R.; PAULA, J. R. F.; BERGAMASCHI, H.; SAIBRO, J. C.; BERLATO, M. A. Coeficiente de cultura em alfafa. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 1, p. 87-94, 1993.
- CUNHA, G. R.; PAULA, J. R. F.; BERGAMASCHI, H.; SAIBRO, J. C.; BERLATO, M. A. Evapotranspiração e eficiência no uso da água em alfafa. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 2, p. 23-27, 1994.
- MEDEIROS, R. B. de. *Modelos de semeadura de alfafa (Medicago sativa L.) e suas relações com o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo*. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 236 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, UFRGS, 1995.
- PAIM, N. R.; SAIBRO, J. C.; BARRETO, I. L. Influência de densidades e métodos de semeadura no estabelecimento de alfafa (*Medicago sativa L.*) em solo ácido recuperado da Depressão Central no Rio Grande do Sul. I. Produção, índice de crescimento da cultura e índice de área foliar. *Revista da Faculdade de Agronomia, UFRGS*. Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 97-144, 1975.
- PENMAN, H.L. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. *Proceedings of Royal Society of London*, Série A, London, v. 193, p. 120-145, 1948.
- PERRIER, A. Updated evapotranspirations and crop water requirements definitions. In: PERRIER, A.; RIOU, C. Les

DISPONIBILIDADE HÍDRICA PARA A CULTURA DA ALFAFA NAS DIFERENTES REGIÕES ECOCLIMÁTICAS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

- besoins en eau des cultures – crop water requirements.** Paris: INRA Publications, 1985. p. 881-883.
- RIO GRANDE DO SUL. Macrozoneamento agroecológico e econômico do Estado do Rio Grande do Sul.** Secretaria da Agricultura e Abastecimento; Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura e Abastecimento; EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Trigo, 1994. 2 v.
- SAIBRO, J. C.** Produção de alfafa no Rio Grande do Sul. In: **SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 7.**, Piracicaba, 4-6 setembro, 1984. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1985. p. 61-106.
- SANTOS, A. O.** **Evapotranspiração máxima da alfafa na Depressão Central do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: UFRGS, 1993. 106 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, UFRGS, 1993.
- SANTOS, A. O.; BERGAMASCHI, H.; CUNHA, G. R.** Avaliação de métodos para estimativa da evapotranspiração máxima da alfafa. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 2, p. 37-42, 1994.
- SANTOS, A. O.; BERGAMASCHI, H.; CUNHA, G. R.** Necessidades hídricas da alfafa: coeficientes de cultura (Kc) no período pós-corte. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 4, n. 1, p. 37-40, 1996.
- SILVA, V. P. S.** **Efeito da aplicação de calcário, fósforo e potássio no estabelecimento e produção de alfafa (*Medicago sativa* L) num solo laterítico brunovermelhado eutrófico.** Porto Alegre: UFRGS, 1973. 101 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Solos, Faculdade de Agronomia, UFRGS, 1973.
- THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R.** The water budget and its use in irrigation. **Yearbook of Agriculture**, Washington, p. 346-358, 1955.