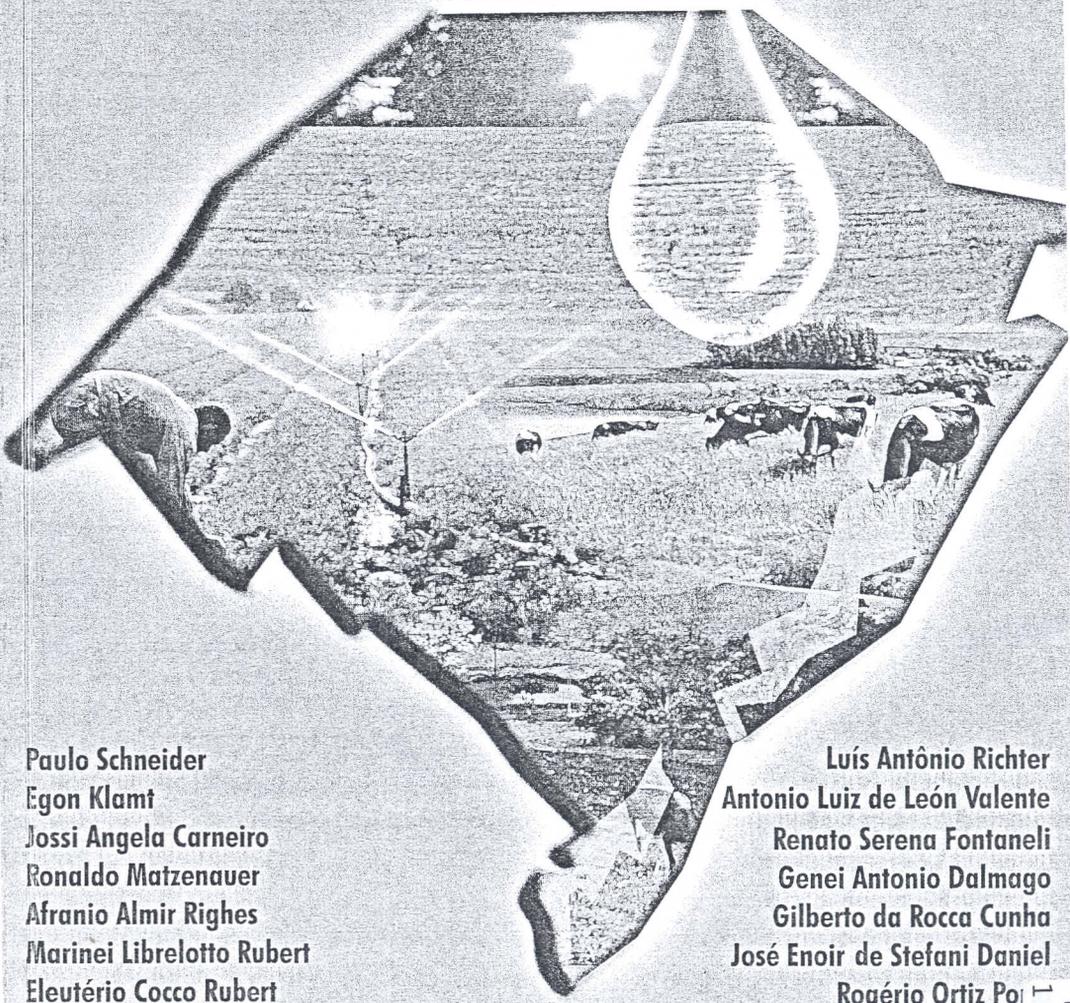


# ÁGUA: FONTE DE ALIMENTO



Paulo Schneider  
Egon Klamt  
Jossi Angela Carneiro  
Ronaldo Matzenauer  
Afranio Almir Righes  
Marinei Librelotto Rubert  
Eleutério Cocco Rubert

Luís Antônio Richter  
Antonio Luiz de León Valente  
Renato Serena Fontaneli  
Genei Antonio Dalmago  
Gilberto da Rocca Cunha  
José Enoir de Stefani Daniel  
Rogério Ortiz Poi

# ALIMENTAÇÃO DE QUALIDADE COMEÇA COM A TORTUGA.



## **Suplementação mineral orgânica: alimentos mais saudáveis.**

Há mais de 50 anos a Tortuga desenvolve produtos que melhoram as condições da produção animal e, por isso, geram alimentos mais saudáveis. A Tortuga possui rigorosos processos de seleção de matérias-primas e detém tecnologia de ponta em minerais orgânicos. Mais saúde para os animais, mais segurança alimentar para a sua família.



**Veja o resultado. Use Tortuga.**



NUTRIÇÃO E SAÚDE ANIMAL

Ligue: 0800 011 62 62  
[www.tortuga.com.br](http://www.tortuga.com.br)

XV LIVRO DA FEDERACITE

# Água

## Fonte de Alimento

2007

# Água

## Fonte de Alimento

**XV LIVRO DA FEDERACITE**

**2007**

Solicitações de livros editados pela FEDERACITE (Federação dos Clubes de Integração e Troca de Experiências) podem ser encaminhadas a seu endereço.

Parque de Exposições "Assis Brasil"

Esteio – RS – BR 116 – Km 13

Fone: (51) 3473.4981

CEP 93270-000

E-mail: [federacite@federacite.com.br](mailto:federacite@federacite.com.br)

Visite nosso Site: [www.federacite.com.br](http://www.federacite.com.br)

**Capa:**

Wilmar Marques

**Diagramação e Impressão:**

Ideograf Editora Gráfica

Av. Ceará, 1276 - Fone: (51) 3337.3622

Porto Alegre – RS

# SUMÁRIO

<b>Apresentação .....</b>	<b>9</b>
<b>O Armazenamento e Uso da Água no Solo como Fator de Aumento da Produtividade Agrícola .....</b>	<b>11</b>
<i>Paulo Schneider</i>	
<i>Egon Klamt</i>	
<i>Jossi Angela Carneiro</i>	
<b>Regime de Chuvas no Rio Grande do Sul e Disponibilidade Hídrica para as Culturas .....</b>	<b>29</b>
<i>Ronaldo Matzenauer</i>	
<b>Ações Antrópicas e a Disponibilidade de Água para a Irrigação .....</b>	<b>51</b>
<i>Afranio Almir Righes</i>	
<b>A Irrigação do Pasto Aumenta a Produtividade Leiteira .....</b>	<b>65</b>
<i>Eleutério Rubert</i>	
<i>Marinei Rubert</i>	
<b>Quanto e Quanto Irrigar .....</b>	<b>69</b>
<i>Luís Antônio Richter</i>	
<b>Sistemas de Irrigação Usados no Rio Grande do Sul .....</b>	<b>75</b>
<i>Antonio Luiz de León Valente</i>	
<b>Irrigação de Pastagens: Perspectivas e Realidades .....</b>	<b>87</b>
<i>Renato Serena Fontaneli</i>	
<i>Genei Antonio Dalmago</i>	
<i>Gilberto da Rocca Cunha</i>	
<b>A Irrigação e seus Fatores Técnicos e Econômicos .....</b>	<b>101</b>
<i>José Enoir de Stefani Daniel</i>	
<b>Programa de Irrigação, Por Quê? .....</b>	<b>109</b>
<i>Rogério Ortiz Porto</i>	
<b>Currículo dos Autores .....</b>	<b>141</b>
<b>Regulamento dos CITEs .....</b>	<b>149</b>

# IRRIGAÇÃO DE PASTAGENS: PERSPECTIVAS E REALIDADES

\*Renato Serena Fontaneli(1,2)

\*Genei Antonio Dalmaço (1)

\*Gilberto da Rocca Cunha (1,3)

## INTRODUÇÃO

Os três recursos de ambiente reconhecidamente limitantes ao desenvolvimento das plantas são radiação solar, temperatura e água. A água é básica para todas as formas de vida, sendo que plantas, animais e humanos perecem sem ela. Embora 70% da superfície da Terra seja coberta por água, 97% é salgada, portanto apenas 3% é água doce, sendo apenas 0,5% disponível em rios, lagos e aquíferos subterrâneos (MULLEN, 1996). Segundo o mesmo autor, acima de 99% da água usada na fazenda destina-se à produção agrícola.

A irrigação é uma técnica milenar que tem por objetivo fornecer a quantidade necessária de água à planta no momento em que ela necessita e na quantidade exata (CASTRO, 2003). O conhecimento das necessidades hídricas das plantas é fundamental para o planejamento e manejo da água na agricultura, seja ela irrigada ou não. A agricultura não irrigada possibilita a adoção de práticas culturais que permitem o melhor aproveitamento das disponibilidades hídricas de cada região. Já, na agricultura irrigada, a água possibilita maior grau de interferência em momentos estratégicos de desenvolvimento das plantas. A irrigação pode ser usada para prevenir ou minimizar estresses nas plantas por umidade no solo e simultaneamente aplicar nutrientes. Nos Estados Unidos, cerca de 20,0 milhões de hectares são irrigados, sendo desses, 5,0 milhões de hectares para conservação de forragem como feno, principalmente alfafa, ou silagem de milho (USDA, 2002).

No sul do Brasil, apesar de não haver divisão clara do ano em dois períodos, o das águas e o da seca, como ocorre no Centro-Oeste e Norte do Brasil, há irregularidade no regime pluviométrico que afeta negativamente a produtividade dos cultivos, conforme vivenciado nas últimas safras. Normalmente, ocorre excesso hídrico durante o inverno, mas no verão a evapotranspiração das plantas produtoras de grãos e das forrageiras, geralmente excede à precipitação pluvial, causando períodos de falta de água, ora mais longos, ora mais curtos, mas que afetam significativamente a produção das plantas se o mesmo acontece nos momentos que são críticos para as cultivos. Sendo assim, a suplementação de água por meio da irrigação, de maneira artificial, pode garantir uma produção de biomassa e,

\* (1) Engenheiro-Agrônomo – Pesquisador Embrapa Trigo

\* (2) Professor Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo

\* (3) Bolsista do CNPq

conseqüentemente, atingir metas planejadas de produtividade e rentabilidade, sem onerar significativamente a atividade.

A irrigação é essencial nas regiões áridas no mundo para a produção econômica. Entretanto, é fundamental que ela seja feita de forma adequada para obter rendimentos elevados e para que estresses, tanto por excesso, quanto por falta sejam evitados. O manejo inadequado da irrigação limita o rendimento das culturas, com mais freqüência e mais extensão, do que qualquer outro fator de produção. Talvez a razão pela qual as práticas de irrigação escapem com facilidade de controle, seja porque toda a ação ocorre no solo, fora da vista (ORLOFF et al., 2007) e também pela falta de observação dos critérios técnicos que envolvem o contexto do sistema solo-planta-atmosfera.

A causa da resposta positiva das culturas de primavera-verão não irrigadas em termos de rendimento no Rio Grande do Sul, em anos de ocorrência do fenômeno El Niño, com chuvas acima do normal, deve-se ao fato de que a precipitação pluvial média (normal) de final de primavera e verão é, em geral, insuficiente para atender as necessidades hídricas dessas culturas, limitando seus rendimentos. Isso também é válido para plantas forrageiras cultivadas no verão e também para o campo nativo, pois a produção forrageira, especialmente na Metade Sul do Estado, é limitada pela deficiência hídrica normal dessa região no verão e, muito mais prejudicada quando da ocorrência de estiagens, com precipitação pluvial abaixo da média (BERLATO & CORDEIRO, 2005).

A irrigação tem por objetivo propiciar uma umidade no solo de fácil disponibilidade às plantas para maior crescimento e desenvolvimento vegetativo, aproximando do potencial genético das espécies componentes das pastagens. A totalidade dos produtores que adotam a irrigação visam a aumentar a produtividade das pastagens por meio do aumento da produção animal. Entretanto, a irrigação deve ser um dos últimos passos no processo de intensificação produtiva em que as práticas de manejo de solo e das pastagens devem ser primeiramente consideradas.

O desenvolvimento das plantas forrageiras, sem dúvida, é dependente de água obtida por meio de precipitações pluviais ou irrigação, mas também grandemente influenciada pelos elementos climáticos temperatura e fotoperíodo, que determinam o desenvolvimento das plantas forrageiras. O melhor resultado ocorre quando esses elementos do meio se combinam de maneira harmônica para oferecer às plantas as condições ideais de crescimento e desenvolvimento. O que nem sempre ocorre e, por isso, necessita-se adotar práticas que contornem as limitações.

Em temperaturas médias anuais de acima de 25°C e de inverno acima de 15°C, características das regiões tropicais e subtropicais, o fator temperatura perde importância e as condições hídricas assumem o papel preponderante na fenologia das plantas (BURKART, 1975). Entretanto, em regiões com temperaturas amenas, como as sul-brasileiras, cujas médias anuais estão entre 10 e 20°C e de inverno entre 5 e 15°C, a temperatura exerce papel tão importante quanto a umidade do solo na ocorrência e distribuição das plantas.

A sazonalidade da produção forrageira sempre preocupou os agropecuaristas e pesquisadores, uma vez que a queda de produção de biomassa faz com que os

produtores intensifiquem o uso de forragens conservadas e de concentrados aumentando o custo de produção. Nessas condições, a irrigação passa a ser avaliada como alternativa para a resolução da estacionalidade produtiva e para a melhoria da distribuição de forragem ao longo do ano.

Essa revisão visa importância da irrigação para obtenção de metas realísticas de produção e produtividade das principais culturas produtoras de grãos, forrageiras como a alfafa, gramas do gênero *Cynodon* (bermuda, estrela e seus híbridos), capim elefante e outras de elevado potencial produtivo dentro do contexto da integração lavoura-pecuária que possam ser úteis nas condições sul-brasileiras. Não serão abordados aspectos da irrigação em horticultura (fruticultura e olericultura) muito utilizadas na região.

## **HISTÓRICO**

As civilizações mais poderosas do mundo desenvolveram-se ao longo dos rios (Egito – vale do rio Nilo; Mesopotâmia, atual Turquia e Iran – vale dos rios Tigre e Eufrates; China – vale do rio Amarelo; Índia – vale do rio Indus). A irrigação começou 4.000 a.C. na região da Mesopotâmia com a tomada de água dos rios Tigre e Eufrates. O rei Hammurabi da Babilônia construiu uma rede de canais que permitiu irrigar 2,6 milhões de ha, por volta de 2.000 a.C. Na China a irrigação vem sendo praticada para produção de arroz desde 3.000 a.C. Quando os europeus aportaram na América a irrigação já era usada pelos astecas e incas (CASTRO, 2003). Atualmente, segundo a FAO (1998) cerca de 18% das terras cultivadas no mundo são irrigadas. No Egito, por exemplo, toda a área cultivada é irrigada. No Paquistão 82% dos 21,6 milhões de ha são irrigados. No México 24% e em Cuba 20,4%. Na América do Sul, o Chile irriga 55,3% das terras cultivadas, Peru 42% e o Brasil 4,85%.

## **IRRIGAÇÃO NO BRASIL**

A irrigação no Brasil iniciou com a lavoura arrozeira no RS por volta de 1880, mas somente teve expressão a partir de 1950, irrigando mais de 60 mil ha, e seguiu evoluindo atingindo na década de 90 cerca de 3,0 milhões de ha (CASTRO, 2003). A Região Sul apresenta a maior área irrigada com 1,2 milhão de ha, seguida da Sudeste com 0,9; nordeste 0,5 e Centro-Oeste com 0,2 milhão de ha. Por estado, o RS possui a maior área, cerca de 1,0 milhão de ha, representando 30% da área brasileira.

Vários projetos governamentais foram criados a partir da constituição do Ministério de Irrigação em 1987. Pode-se citar o PROVÁRZEAS no final da década de 80 e início de 90, que visava à drenagem de várzeas para cultivo de soja e de milho, mas a maioria dos recursos foram usados para sistematização de áreas para cultivo de arroz; PROFIR – Programa de Financiamento para Equipamentos de Irrigação – anos 80 e 90; PRONI – Programa Nacional de Irrigação, em 1986; PROINE para o nordeste brasileiro e FRUTICULTURA IRRIGADA para o nordeste e sudeste. A partir de 1995 foi criada a Política Nacional de Irrigação e Drenagem, que foi denominada de Projeto Novo Modelo da Irrigação (CHRISTOFIDIS, 1999).

## USO DE ÁGUA PELAS CULTURAS

A água no solo é extremamente importante por muitas razões, pois é a fonte hídrica principal para crescimento das culturas. É o veículo para absorção pelas plantas dos nutrientes essenciais à produção. Influencia a temperatura e aeração do solo, e, quando em excesso, pode contribuir para erosão. A estrutura e a textura do solo influenciam grandemente a disponibilidade da água para crescimento das plantas (MULLEN, 1996).

A evapotranspiração (ET), soma de evaporação (E) mais transpiração (T), é a quantidade de água evaporada pela superfície do solo mais aquela absorvida e transpirada pelas plantas. Assim, T e E são proporcionais à superfície de folhas e de solo, respectivamente. As gramíneas podem ter índice de área foliar (IAF) igual a 10 (10m<sup>2</sup> de folha por 1,0 m<sup>2</sup> de solo). A forragem acumulada por espécies perenes como a alfafa, grama bermuda, capim elefante, grama forquilha e outras é proporcional a ET, mas a contribuição do componente T (transpiração) depende do ambiente, espécie e estágio de desenvolvimento. O componente E das pastagens estoloníferas/rizomatosas é geralmente muito pequeno, devido ao material morto na superfície (mantilho), mesmo após pastejo ou corte, o qual reduz, significativamente a perda de água na superfície.

A evapotranspiração é afetada por fatores que envolvem o solo, a planta e a atmosfera (SANGOI et al., 2007). No solo, interferem características como textura, estrutura e teor de matéria orgânica, as quais afetam a capacidade de armazenamento de água e a condutividade hidráulica. Na planta, o estágio de desenvolvimento é o fator mais importante, pois interfere na área foliar e intensidade da transpiração. Em termos de atmosfera, deve-se considerar a radiação solar, temperatura e umidade relativa do ar e vento que constituem a demanda evaporativa da atmosfera, a qual aumenta com a radiação solar, temperatura, baixa umidade relativa do ar e incidência de ventos.

Para exemplificar a utilização e necessidade de água, usaremos o milho, talvez a planta forrageira mais importante do mundo. O milho para grão ocupou no Brasil uma área de 13 milhões de ha no ano agrícola de 2005/2006, produzindo cerca de 40 milhões de toneladas. A estatística não inclui as áreas usadas para silagem.

A evapotranspiração máxima (ET<sub>m</sub>), ou seja, a demanda máxima de água no subperíodo de semeadura-emergência varia de 1,5 a 3,0 mm/dia, dependendo do tipo de solo, do sistema de cultivo e da época de semeadura, entre outros fatores. Nesse momento a ET<sub>m</sub> é praticamente evaporação da água na superfície do solo, pois existe pouca área foliar (Tabela 1). No subperíodo vegetativo (emergência - diferenciação do primórdio da inflorescência masculina) a ET<sub>m</sub> varia de 2,5 a 4,5mm/dia, fase em que a evaporação do solo ainda compreende parte significativa da evapotranspiração total. No subperíodo reprodutivo (diferenciação do primórdio da inflorescência masculina-pendoamento) a ET<sub>m</sub> varia de 3,5 a 6,0 mm/dia, incremento atribuído, principalmente, ao aumento do índice de área foliar e da demanda evaporativa da atmosfera que varia conforme o local. No subperíodo de

florescimento (pendoamento- espigamento), fase em que a cultura tem maior área foliar, maior atividade fotossintética e maior transpiração, a ETm varia de 6,0 a 8,0 mm/dia (SANGOI et al., 2007). Vale lembrar que 1,0 mm de água na superfície de um metro quadrado é equivalente a 1,0 litro. Se considerarmos uma lavoura de milho com uma população de 50 mil plantas por hectare, cada planta de milho consome entre 1,2 e 1,6 litros de água/dia no subperíodo de maior demanda.

**Tabela 1.** Evapotranspiração máxima (ETm) em diferentes subperíodos e no ciclo completo do milho em três épocas de semeadura.

Subperíodo*	Época de semeadura					
	Setembro		Outubro		Novembro	
	ETm total (mm)	ETm (mm/dia)	ETm Total (mm)	ETm (mm/dia)	ETm Total (mm)	ETm (mm/dia)
S - E	16	1,7	14	2,1	18	2,8
E - 30 d	80	2,7	92	3,1	128	4,3
30 d - P	180	4,9	162	5,3	174	5,6
P - ML	120	5,7	174	6,6	86	5,1
ML - MF	174	4,0	130	4,2	135	3,6
S - MF	570	4,0	572	4,6	541	4,4

\*S – semeadura; E – emergência; 30d – 30 dias após a emergência; P – início do pendoamento; ML – maturação leitosa; MF – maturação fisiológica.

Fonte: MATZENAUER et al. (2002).

A água disponível no solo é geralmente descrita em termos de seu potencial ( $y$ ; em megapascals, MPa), que significa, a força que a água é retida no solo. Ela é o volume de água entre a capacidade de campo ( $y = -0,03$  MPa) e o ponto de murcha permanente ( $y = -1,5$  MPa). A capacidade de campo é alcançada após um ou dois dias de drenagem de um solo que atingiu a saturação. A água no solo acima da capacidade de campo não é retida pela gravidade e é perdida por drenagem. Abaixo do ponto de murcha permanente, a água é retida tão fortemente na matriz das partículas do solo que não pode ser removida pelas células das raízes das plantas. Desta forma a água disponível pelas plantas é aquela localizada nos microporos ou que é adsorvida pelas partículas de solo num estado energético em que as plantas conseguem se apropriar quando necessita. A quantidade de água disponível às plantas em solos argilosos é maior que a dos solos de textura média ou de textura mais grossa (arenosos), principalmente, devido a capacidade que as argilas têm de reter a água.

## MÉTODOS DE IRRIGAÇÃO

Os métodos de irrigação são classificados em dois grandes grupos: superficiais e sob pressão. Nos superficiais, a água de irrigação é adicionada às culturas no campo por gravidade, usando sistema de superfície; já naqueles sob pressão, normalmente, utilizam-se bombas que fazem a água sair em aspersores. Cada um desses grupos tem diferentes sistemas de irrigação.

1. Superficiais ou de gravidade: a água é aplicada diretamente sobre a superfície do solo através da energia gravitacional, se deslocando da cota maior do terreno para a menor. Indicado para solos com pequena declividade ( $< 2,0\%$ ) e pode ser feito na forma de sulcos, inundação e faixas.
  - 1.1. Sulcos – pequenos sulcos ou canais que são construídos paralelos às fileiras das plantas. Adaptam-se bem a pastagens, alfafa e milho.
  - 1.2. Inundação – a água é aplicada em faixas do terreno delimitada por taipas (diques). Indicada para arroz, hortaliças, alfafa e outras forrageiras.
  - 1.3. Faixas – a água é aplicada em faixas do terreno de 50 a 400m de comprimento e 4 a 20 m de largura, com declividade longitudinal de 2%.
2. Pressão – a água é pressionada por bombas ou por diferença de nível e conduzida por canos ou mangueiras apropriadas, contendo aspersores ou gotejadores ao longo das linhas.
  - 2.1. Aspersão – destaca-se pela possibilidade de aplicação em terrenos com declividade maior que os métodos superficiais. O vento pode afetar esse tipo de método por elevar a taxa de perda por evaporação, antes da água atingir a superfície do solo.
    - 2.1.1. Aspersão convencional móvel – o sistema é mudado de local após o uso. O investimento inicial é menor, mas demanda muita mão-de-obra. Exige movimentação do sistema a cada 20 a 60 minutos. Pode derivar para semi-móvel ou semi-fixo.
    - 2.1.2. Aspersão convencional fixa – o equipamento deve cobrir toda a área de cultivo e não é removido de local para local. O custo é elevado.
    - 2.1.3. Montagem direta – o conjunto é colocado sobre um trator e leva-se até a área a ser irrigada.
    - 2.1.4. Autopropelido – aspersores efetuam movimento de rotação e translação, deslocando-se ao longo do terreno para irrigar toda a extensão da área.
    - 2.1.5. Pivô Central – consiste em uma linha de aspersores montada sobre armações metálicas com rodas, tendo uma extremidade fixa em uma estrutura (pivô) por onde entra a vazão e a outra movendo-se continuamente em torno do pivô durante a aplicação da água. Os aspersores mantêm-se a uma altura entre 2,7 e 3,7 m da superfície do terreno.
  - 2.2. Gotejamento – é feito de forma localizada, constante, lenta e a baixa pressão.

Os custos de equipamentos, mão-de-obra e energia são menores nos sistemas de irrigação de superfície do que outros tipos, como por aspersão, com linhas de distribuição manuais ou motorizadas como o pivô central. Sistemas de sulcos são usados em culturas semeadas em fileiras, enquanto a irrigação de forrageiras e pastagens é, geralmente, por alagamento, quando as terras permitem. Nesse caso, os terrenos devem ser nivelados para permitir a distribuição de água através dos campos e permitir a infiltração. Nos sistemas por aspersão a água pode ser distribuída por linhas removidas manualmente, ou autopropelidas como as de linhas com rodas ou os pivôs centrais. Os sistemas autopropelidos podem ser usados em terrenos inclinados. Embora os sistemas com aspersão sejam de custo bem mais elevados (aumentando de linhas movidas manualmente para pivôs centrais) eles permitem o aumento da automação. Assim os custos adicionais devem ser analisados em relação à liberação de mão-de-obra.

### IRRIGAÇÃO DE GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS TROPICAIS

Gramíneas forrageiras tropicais (C4) são espécies fixadoras de carbono mais eficientes que as leguminosas e gramíneas temperadas (C3). Entretanto, seu potencial produtivo é geralmente limitado por nutrientes e água. Na estação das águas, nas regiões tropicais, o potencial produtivo é limitado basicamente por Nitrogênio.

Na tabela 2, PINHEIRO et al. (2002) resumem um estudo da viabilidade econômica da irrigação de pastagens realizado em várias regiões tropicais do Brasil, quando se estimou a produtividade do capim colômbio (*Panicum maximum* cultivar Tanzânia) com base na disponibilidade de unidades fototérmicas (UF). Foi considerado como variável da avaliação a recria de animais machos com entrada no sistema tendo peso médio de 210 kg de PV e saída com 340 kg de PV, cujo preço médio de compra do bezerro foi de R\$ 300,00. Não foi considerado o preço da terra em todas as simulações.

**Tabela 2.** Custos variáveis por hectare de manejo de pastagem adubada irrigada em comparação a de sequeiro.

Descrição	Irigado (R\$)	Sequeiro (R\$)
- Adubação nitrogenada 600 kg N/ha.ano	208,17	208,17
- Adubação de potássio – 150 kg/ha.ano	77,21	77,21
- Energia elétrica (R\$/ano)	204,29	-
- Custeio dos animais (R\$/ha)	265,76	167,86
Total	753,43	453,24

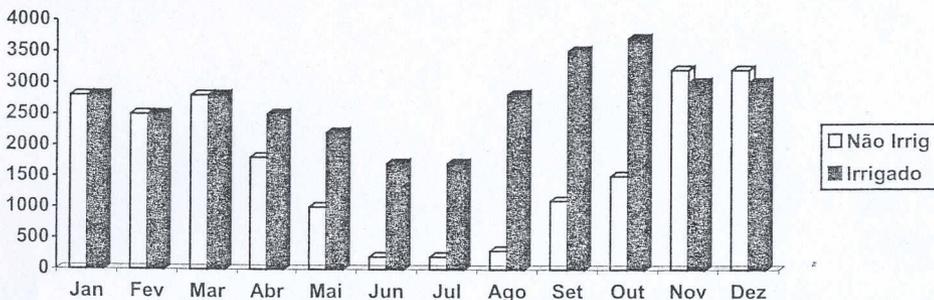
Adaptado de Pinheiro et al. (2002)

**Tabela 3.** Produção total anual (t MS/ha) do capim Tanzânia com três níveis de adubação.

Adubação em (kg N/ha.ano)	Piracicaba, SP	
	Irrigado (kg MS/ha.ano)	Sequeiro (kg MS/ha.ano)
300	15,9	11,3
600	17,4	12,3
900	18,6	13,1

Adaptado de Pinheiro et al. (2002)

Os mesmos autores explicam que, devido à temperatura do ar e ao fotoperíodo restritivo, diferente da região de Aragarças, GO (Figura 1), não houve aumento significativo na biomassa acumulada na região de Piracicaba, SP. O bom índice de precipitação, que supre, praticamente, a demanda do capim Tanzânia, também não permitiu a diferenciação entre a cultura irrigada e de sequeiro. A resposta foi mais influenciada pelas doses de N em Piracicaba. Entretanto, observa-se o incremento reduzido de biomassa total em doses acima de 300 kg N/ha.



**Figura 1.** Produção de matéria seca mensal (kg MS/ha) do capim colônião (*Panicum maximum*) cultivar Tanzânia para a região de Aragarças, GO, com adubação anual de 600 kg N/ha.

### RESPOSTA DE PLANTAS FORRAGEIRAS E PASTAGENS À IRRIGAÇÃO

Espécies nativas da Europa e norte da África como capim dos pomares (*Dactylis glomerata*) e festuca (*Festuca arundinacea*), que co-evoluíram com bovinos (*Bos taurus*) e ovinos (*Ovis aries*) são usadas nas áreas úmidas dos Estados Unidos. Além de tolerarem bem o pastejo, essas forrageiras têm valor nutritivo desejável. Forrageiras cultivadas têm potencial genético elevado. São produtivas em solos férteis e sem restrição de água, condição atendida na maioria dos anos. Já as espécies nativas como *Panicum virgatum* (switchgrass) com raízes de 2 a 3 m de profundidade são mais tolerantes a estresses hídricos. Entretanto, as espécies

anuais cultivadas que são introduzidas têm raízes com 0,3 a 0,75m de profundidade, as quais respondem a períodos de estresses paralisando o crescimento, sacrificando área foliar e conservando somente as raízes apicais. Quanto mais limitado for o sistema radical das plantas, mais rapidamente tornam-se estressadas pela seca. Entretanto, a maioria das espécies forrageiras comumente usadas para feno e pastagem se recuperam rapidamente após estresses a menos que seja severo ou de longa duração. Estresse moderado em alfafa, embora reduziu o rendimento de feno, aumentou o valor nutritivo pela menor alongação dos talos relativos as folhas. Festuca em Missouri, Estados Unidos, com déficit hídrico durante o verão recuperou a área foliar rapidamente no outono, mais que as plantas irrigadas no verão (HORST & NELSON, 1979). Exemplo marcante de aumento do potencial produtivo de forragem devido a irrigação é relatado por MacADAM & BARTA (2007), onde no oeste dos Estados Unidos o rendimento anual de forragem em pastagem nativa é 1,5 t MS/ha, enquanto em pastagem consorciada de gramíneas e leguminosas introduzidas sob irrigação ultrapassa 10,0 t MS/ha.

### **IRRIGAÇÃO PARA AUMENTAR A PRODUÇÃO DE FORRAGEM E MELHORAR A DISTRIBUIÇÃO ESTACIONAL DA MESMA**

As forrageiras de clima tropical e subtropical apresentam potencial superior de produção de matéria seca em relação às de clima temperado, devido a maior eficiência fotossintética, maior fixação de carbono e maior incidência de radiação solar. A conversão do total de energia incidente nas regiões tropicais e sub-tropicais em produção de biomassa é maior (5 a 6%) do que as obtidas nas regiões temperadas (2 a 3%), conseqüentemente a produção animal nos trópicos também é elevada (CORSI, 1973). Entretanto, a elevada energia incidente nos trópicos provoca, geralmente, significativo aumento da evapotranspiração que pode causar escassez temporária de água às plantas. DECKER (1968), trabalhando com milho na região central do Missouri, observou que de 70 a 80% a radiação líquida eram utilizadas na evapotranspiração. Água é o fator mais limitante ao crescimento das plantas nos trópicos. Assim, o manejo de plantas forrageiras nestas regiões deve procurar uma maior eficiência no uso da água, que é expressa pela quantidade de biomassa seca produzida por volume de água evapotranspirada. Práticas culturais que promovam o crescimento das plantas e o uso mais eficiente da luz na fotossíntese estarão melhorando a eficiência do uso da água. Exemplificando, ajuste de data de semeadura/plantio, densidade de sementes/plantas e arranjo de plantas têm por finalidade promover uma formação rápida de área foliar, aproveitando de forma mais eficiente os recursos disponíveis. No campo, um aumento de duas vezes o rendimento de biomassa por área pode ser obtida com o uso da mesma quantidade de água ou com uma quantidade pouco maior daquela fornecida pela precipitação pluvial.

## RESPOSTA DA ALFAFA À DISPONIBILIDADE DE ÁGUA

A exploração do potencial máximo de produção e valor nutritivo da alfafa (*Medicago sativa* L. cultivar Crioula) só é possível mediante a irrigação na capacidade de campo do solo com distribuição irregular de forragem ao longo do ano, apesar da irrigação elevar a produção e melhorar a composição química da forragem nas diferentes estações de crescimento. A alfafa irrigada aumenta a concentração de proteína bruta (PB) e diminui a de fibra em detergente neutro (FDN) em relação a não irrigada independente da estação do ano (COSTA et al., 2003).

CUNHA et al. (1998) avaliaram na região da Depressão Central o efeito de doses de P (uma, duas e quatro vezes a recomendada segundo análise de solo) e seis lâminas de água (chuva + irrigação por aspersão em linha) na biomassa acumulada na estação de crescimento. Em quatro cortes na primavera-verão obteve aumento de 125% de feno na maior espessura de lâmina de água de 720mm em relação a menor de 520mm.

A evapotranspiração máxima (ET<sub>m</sub>) da alfafa na Depressão Central varia de 1,7 a 7,1 mm/dia, em sete cortes de outubro a setembro (CUNHA et al., 1994). Segundo esses autores a eficiência de uso de água definida como a razão entre a massa seca (MS) produzida acima do solo e a ET<sub>m</sub> total no período de dois cortes sucessivos, variou de 3,7 a 9,6 kg de MS/ha/mm, entre os diferentes cortes.

## COEFICIENTE DE CULTURA

O coeficiente de cultura (K<sub>c</sub>) é a razão da ET máxima (ET<sub>m</sub>) em um determinado estágio de desenvolvimento em relação à superfície de referência (HANKS, 1985), ou a evapotranspiração estimada para uma superfície de referência (ET<sub>o</sub>). O coeficiente de cultura para alfafa de meados de março a meados de outubro aumenta durante o rebrote devido ao aumento de área foliar. O mesmo torna-se constante assim que o dossel fecha e decresce quando a cultura é cortada. Em contraste, o coeficiente de cultura para gramíneas anuais como o milho aumenta com o aumento do índice de área foliar, alcança o valor máximo durante a fase reprodutiva e decresce com a senescência (MacADAM & BARTA, 2007). O coeficiente de cultura é um índice que permite estimar a quantidade de água a ser fornecida a uma cultura desde que se conheça a ET<sub>o</sub>.

## DISPONIBILIDADE HÍDRICA POR REGIÃO EDAFOCLIMÁTICA

Embora seja o Estado maior produtor de alfafa do Brasil, as suas condições climáticas limitam o desempenho da cultura, principalmente, devido ao déficit hídrico. O total anual de déficit hídrico, segundo BERGAMASCHI et al. (1997) é maior que 100mm em qualquer região. O Litoral Norte e Planalto Superior – Serra do Nordeste, evidenciaram menor déficit de água à cultura, em oposição ao Baixo Vale do Uruguai com maior déficit, chegando a 419 mm. Nas regiões de maior produção de alfafa, Encosta Inferior do Nordeste, Alto e Médio Vale do Uruguai e Missioneira a precipitação de final de primavera-verão deixa de atender, em média, 20 a 30% da demanda hídrica da cultura, enquanto há excessos hídricos no período de outono-inverno.

# IRRIGAÇÃO E FERTILIDADE DO SOLO

## FERTIRRIGAÇÃO

### NITROGÊNIO (N)

Nitrogênio como  $\text{NO}_3^-$  é lixiviado facilmente quando aplicado com água. Além disso, quando há umidade excessiva resulta em perda de  $\text{NO}_3^-$  para a atmosfera pela desnitrificação (MacAdam & Barta, 2007). A fertilização deve ser fracionada em gramíneas que rebrotam várias vezes na estação de crescimento para minimizar as perdas por lixiviação e desnitrificação e, para otimizar o retorno econômico. Por outro lado, leguminosas forrageiras podem suprir-se de N pela fixação simbiótica com bactérias. Em consorciações, a transferência de N para as gramíneas, ocorre principalmente pelo pastejo e deposição de fezes e urina, mas pode haver perdas para o ambiente pela elevada concentração em manchas.

A fertirrigação, ou seja a aplicação de fertilizantes pela água de irrigação, pode ser usada para aplicar N, a baixo custo pela utilização de equipamentos já existentes no mercado. As desvantagens da aplicação de N pela fertirrigação está na desuniformidade de aplicação e das perdas para a atmosfera, principalmente quando usado equipamentos aspersores, mesmo em dias pouco ventosos. Uréia e nitrato podem ser aplicados por fertirrigação, mas fontes amoniacais são muito voláteis (MacAdam & Barta, 2007).

### FÓSFORO (P)

O fósforo é pouco solúvel e para produção ótima sob irrigação deve ser aplicado quando pode ser incorporado ao solo. Como uma pequena quantidade de P orgânico está na solução do solo e vulnerável à lixiviação, a quantidade de P necessária para 2 a 3 anos pode ser aplicada numa única vez. O adubo orgânico quando incorporado ao solo é distribuído na zona radicular e reduz o escoamento do campo. Como a forma orgânica de P é mais lixiviável que a inorgânica, a aplicação de longo prazo seguida por irrigação pode levar o P para zonas fora do alcance das raízes (MacAdam & Barta, 2007).

### POTÁSSIO (K)

Em terras áridas e semi-áridas, o nível de potássio é naturalmente elevado. Assim a análise de solo deveria ser feita rotineiramente em solos sob irrigação. A água usada para irrigação nessas regiões contém alta concentração de K. Esse elemento existe como cátion na solução do solo e é adsorvido ao solo e na matéria orgânica. A lixiviação não é o principal problema (MacAdam & Barta, 2007).

## EXCESSO DE UMIDADE

O uso eficiente da água é importante para obtenção de rendimento desejável nas exploração agrícola ou animal, baseado em pastagens. A irrigação excessiva pode levar à deficiência de oxigênio e reduzir a eficiência de uso de água. Falta de oxigênio reduz a respiração, impede processos fisiológicos associados com crescimento vigoroso e diminui a resistência a patógenos e outros estresses. A alfafa e outras plantas são mais injuriadas por patógenos, diminuindo o rendimento e a longevidade, quando estão em condição de excesso de umidade no solo. Podridões causadas por fungos dos gêneros *Fusarium* e *Phytophthora* são exemplos de aumento de infecção em áreas com excesso de umidade. Em geral, leguminosas e gramíneas tropicais com sistema radical profundo possuem maior tolerância à seca, enquanto leguminosas e gramíneas com sistema radical raso são mais tolerantes a umidade excessiva.

O cornichão é mais tolerante ao encharcamento e foi capaz de manter maior taxa de fermentação em raízes e maior troca de energia que alfafa durante quatro dias de alagamento (tabela 4). Assim, o cornichão usa as raízes mais fibrosas e superficiais para evitar o estresse por alagamento. Também, o cornichão pode ter melhor adaptação à deficiência de oxigênio que a alfafa. Entretanto nenhum gene, enzima ou rota metabólica foi identificada como fator crítico que governa a tolerância das plantas ao encharcamento (MacADAM & BARTA, 2007).

**Tabela 4.** Taxa de fermentação (desenvolvimento de  $\text{CO}_2$ ) e troca de energia (ATP/ADP) em raízes de alfafa e cornichão sob deficiência de  $\text{O}_2$

Duração da enchente (dias)	Produção de $\text{CO}_2/1$		Razão ATP/ADP	
	Alfafa	Cornichão	Alfafa	Cornichão
0	100	100	2,67	2,37
1	57	71	1,42	1,62
2	64	86	1,22	1,46
4	66	73	1,17	1,52
Média	62	77	1,27	1,53

Fonte: Barta (1986) 1/Dados expresso como percentagem do dia inicial (0)

## PRODUÇÃO DE SEMENTES DE FORRAGEIRAS

Em geral, a irrigação prolonga o período de desenvolvimento reprodutivo, atrasa a colheita, mas aumenta o rendimento de sementes (ROLSTON et al., 1998). Entretanto, a irrigação irá variar de ano para ano a menos que ao déficit de umidade no solo é conhecido e consistente. Esses autores reportam que déficit hídrico no estágio vegetativo, antes da elongação dos colmos, em azevém perene na Inglaterra, reduz o número de afilhos férteis e o rendimento de sementes, mas o déficit de água no solo inferior a 100mm após a elongação dos colmos tem pequeno efeito no rendimento de sementes e pode superar a 2.000 kg/ha. Estresse hídrico na antese decresce o rendimento de sementes possivelmente pela redução no suprimento de fotoassimilados que são vitais ao desenvolvimento do óvulo. Nesse estágio também é afetado o peso de mil sementes, pela redução da área foliar e capacidade fotossintética. Por outro lado, excesso de umidade, segundo GRIFFITH (1992) pode aumentar o número de afilhos que são drenos de fotoassimilados mais fortes que os afilhos reprodutivos, resultando em decréscimo no rendimento de sementes de azevém italiano (*Lolium multiflorum*). A irrigação não afetou a produção de sementes de milho (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke] na Depressão Central, nem os componentes de rendimento número de panículas com sementes por m<sup>2</sup>, peso de panícula e número de sementes por panícula. O comprimento de panícula também não foi afetado. A produção de sementes de maior eficiência técnica foi 770 kg/ha de sementes obtida com 120 kg N/ha (JORNADA et al., 2005).

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARTA, A.L. Metabolic response of *Medicago sativa* L. and *Lotus corniculatus* L. roots to anoxia. **Plant Cell Environ.** 9:127-131, 1986.
- BERGAMASCHI, H.; ARAGONÉS, R.S.; SANTOS, A.O. Disponibilidade hídrica para a cultura da alfafa nas diferentes regiões ecoclimáticas do estado do Rio Grande do Sul. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.3, n.2., p. 99-107, 1997.
- BERLATO, M.A.; CORDEIRO, A.P.A. Variabilidade climática e agricultura do Rio Grande do Sul. In: FEDERACITE XIII 2005. As estiagens e as perdas na agricultura: fenômeno natural ou imprevidência? Porto Alegre: Ideograf, 2005. p.43-69.
- BURKART, A. Evolution of grasses and grasslands in South America. **Taxon**, v.24, n.1., p.53-66, 1975.
- CASTRO, N. Apostila de Irrigação (IPH 02 207). Porto Alegre: UFRGS, 2003. 56p.
- CORSI, M. O clima e a produção de forragem. In: FEALQ. Anais do Simpósio sobre Manejo da Pastagem, 1. Piracicaba: FEALQ, 1973. p.181-204.
- COSTA, C.; VIEIRA, M.P.; VENÉAS, F.; SAAD, J.C.C.; CRUZ, R.L. Produção e composição química da forragem de alfafa (*Medicago sativa* L. cv. Crioula) em função do teor de umidade do solo. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v.25, n.1, p.215-222, 2002.

- CHRISOFIDIS, D. Situação das áreas irrigadas: métodos e equipamentos de irrigação. Brasília, 1999.
- CUNHA, G. R. da; BERGAMASCHI, H.; de PAULA, J.R.F.; SAIBRO, J.C. de. Resposta da alfafa a diversas disponibilidades de água. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.33, n.7, p.1113-1119, 1998.
- CUNHA, G. R. da; de PAULA, J.R.F.; BERGAMASCHI, H.; SAIBRO, J.C. de; BERLATO, M.A. Evapotranspiração e eficiência no uso da água em alfafa. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.2, p.23-27, 1994.
- FAO Year Book Production 1998.
- GRIFFITH, S.M. Changes in post-anthesis assimilates in stem and spike componentes of Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) I. Water soluble carbohydrates. **Annals of Botany**, 69, 243-248, 1993.
- HANKS, R.J. Crop coefficients for transpiration. In: Advances in evapotranspiração. ASAE Publ. ASAE: Saint Joseph, MI, 1985. p.431-438
- HORST, G.L.; NELSON, C.J. Compensatory growth of tall fescue following drought. **Agron. J.** 71:559-563, 1979.
- MacADAM, J.W.; BARTA, A.L. Irrigation and water management. In: BARNES, R.F.; NELSON, C.J.; MOORE, K.J.; COLLINS, M. FORAGES. The Science of Grassland Agriculture. 6<sup>th</sup> Edition. V.2. Ames, Iowa: Blackwell Publishing Ltd, 2007. p.379-394.
- JORNADA, J.B.J. da; MEDEIROS, R.B. de; PEDROSO, C.E.S.; SAIBRO, J.C. de; SILVA, M.A. da. Efeito da irrigação, épocas de corte da forragem e doses de nitrogênio sobre o rendimento de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.27, n.2, 2005.
- MATZENAUER, R.; BERGAMASCHI, H.; BERLATO, M.A. et al. Consumo de água e disponibilidade hídrica para milho e soja no Rio Grande do Sul. Porto Alegre:FEPAGRO, 2002. 105p.
- MULLEN, R.E. Soil water. In: MULLEN, R.E. Crop Science. Principles and Practice. Ames, Iowa: Iowa State University, 1996. p.133-147.
- ORLOFF, S.; HANSON, B.; PUTNAM, D. Soil-moisture monitoring. A simple method to improve alfalfa and pasture irrigation management. Yreca, CA: UC Cooperative Extension, 2007.
- PINHEIRO, V.D.; COELHO, R.D.; LOURENÇO, L.F. Vaabilidade econômica da irrigação de pastagem de capim tanzânia em diferentes regiões do Brasil. In PEIXOTO, A.M. et al. (eds) SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM 19. Inovações tecnológicas no manejo de pastagens. Piracicaba:FEALQ, 2002. P.189-216.
- ROLSTON, M.P.; ROWARTH, J.S.; YOUNG III, W.C.; MUELLER-WARRANT, G.W. Grass seed crop management. In FAIRAY, D.T.; HAMPTON, J.G. Forages seed production. Temperate species vol. 1. Cambridge, UK: CAB International, 1998. p. 105-126
- SANGOI, I.; SILVA, P.R.F. da; ARGENTA, G.; RAMBO, L. Desenvolvimento e exigências climáticas da planta de milho para altos rendimentos. Lages, SC: Graphel, 2007. 96p.
- USDA. U.S. Agricultural atlas map. <http://www.nass.usda.gov/research/atlas02/2002>.

# A IRRIGAÇÃO E SEUS FATORES TÉCNICOS E ECONÔMICOS

José Enoir de Stefani Daniel <sup>1</sup>

## APRESENTAÇÃO

A irrigação no Brasil, nos últimos 8 anos, cresceu 23% passando de 3 milhões para 3,7 milhões de ha. Entre os tipos de sistemas de irrigação o que menos cresceu foi a irrigação por superfície, pouco mais de 1,5%, enquanto que a irrigação localizada cresceu 83% passando de 212 mil para 390 mil ha.

Mesmo assim a irrigação por superfície representa 50% da área irrigada, enquanto que a irrigação localizada, num ritmo crescente, representa ainda 21% da área irrigada brasileira.

Os 3,7 milhões de hectares irrigados correspondem apenas 6% da área plantada, mas em contra partida, a produção advinda da irrigação é responsável por mais de 16% da produção e por 35% do valor econômico gerado pelo setor agrícola (ANA).

A busca por sistemas de irrigação mais eficientes quanto ao uso da água é fundamental para a sustentabilidade da atividade, já que vivenciamos escassez hídricas constantes nas diversas regiões do país.

Nada diferente se observa no Estado do Rio Grande do Sul. Dos 429.958 estabelecimentos agrícolas do Estado 26.814 declararam que usam algum tipo de irrigação, sendo que o sistema de irrigação por superfície (inundação) é usado em 16.001 estabelecimentos conforme CENSO AGROPECUÁRIO 1995 – 1996.

Observa-se que apenas 16% dos estabelecimentos agrícolas usam parcialmente a irrigação como tecnologia de produção.

A irrigação por superfície ( inundação) com um pouco mais de 1 milhão de ha está voltada basicamente para o cultivo do arroz irrigado.

As áreas irrigadas com outros cultivos não chegam a 10% do total de 1.088.000 há, ou seja o estado irriga com pivot central mais de 45.000 há, aspersão convencional mais de 30.000 há e irrigação localizada um pouco mais de 5.000 ha.

---

<sup>1</sup> Engº Agrº Assistente técnico estadual da EMATER-RS em, Irrigação, Mecanização agrícola e arroz irrigado