

DRENAGEM E IRRIGAÇÃO PARA MILHO E SORGO CULTIVADOS EM ROTAÇÃO COM ARROZ IRRIGADO

Claudio Alberto Souza da Silva¹
José Maria Barbat Parfitt¹

DRENAGEM

A característica dominante dos solos de várzea da Região Sul do Brasil é a deficiente drenagem natural, devido à topografia predominantemente plana e às características físicas e hidrodinâmicas do horizonte A, assentado sobre uma camada impermeável. Segundo Gomes et al., 1992, os principais problemas físicos dos solos de várzea do Sul do País estão relacionados ao dimensionamento de determinados atributos tais como: alta densidade, baixa porosidade, alta relação micro/macroporosidade (excessiva predominância de microporos sobre os macroporos e, em consequência, pouco espaço aéreo), baixa capacidade de armazenamento de água, condutividade hidráulica reduzida, baixa velocidade de infiltração, e consistência desfavorável. O cultivo de espécies sensíveis ao excesso hídrico, nestas condições, requer especial atenção visando a implantação de um sistema de drenagem eficiente.

As formas básicas de drenagem são a superficial e a subsuperficial. Entende-se por drenagem superficial aquela na qual a água atinge o dreno através da superfície, ou seja, aquela parte da chuva ou irrigação que não infiltrou no solo; com pouca influência sobre o lençol freático ou zonas saturadas. A drenagem subsuperficial, a que drena o perfil do solo, é ineficiente nos planossolos, devido à baixa condutividade hidráulica dos mesmos. A drenagem superficial é o único caminho viável para a retirada do excesso hídrico, sendo que o objetivo principal da mesma é não permitir a formação de lâmina de água sobre o terreno.

As áreas de várzeas normalmente já possuem a infraestrutura do arroz irrigado (drenos principais, canais de irrigação, etc.). Entretanto, deve-se observar que a exigência do milho e do sorgo, em drenagem, é superior a do arroz irrigado tendo-se, portanto, que adequá-la à cultura.

¹ Pesquisador da Embrapa de Clima Temperado. Pelotas, RS. Cx. Postal 403, CEP: 96001-970, Pelotas, RS. E-mail: claudio@cpact.embrapa.br

A sensibilidade ao excesso de água no solo é maior na cultura do milho do que na do sorgo. O milho é altamente suscetível nas fases iniciais de desenvolvimento e, um pouco menos, na floração, não sendo afetado no estágio de enchimento de grãos. Os danos causados às plantas são proporcionais à intensidade do estresse, ou seja, tempo de alagamento ou encharcamento do solo, e são irreversíveis (Figura 1). Deve-se evitar esta condição por períodos superiores a dois dias até a fase de pleno pendoamento do milho. A cultura do sorgo é mais tolerante às condições de alta umidade. A planta do sorgo granífero possui características de resistência ao excesso de água no solo, a partir da fase em que atinge 20 a 30 cm de altura, tolerando baixas tensões de O_2 .

Práticas que visam melhorar a drenagem superficial.

Aplainamento do solo

O aplainamento deve ser realizado com plainas que tenham capacidade de corrigir o micro-relevo, de forma a diminuir ao máximo as depressões e elevações do terreno (Figura 2). Esta operação é a mesma que se faz normalmente no preparo do solo para o cultivo do arroz, porém deve ser executada de forma a mais criteriosa possível, de modo a não permitir futuros pontos de alagamento. Quando o sistema de cultivo passa a ser o plantio direto, esta operação inicial reveste-se ainda de maior importância, uma vez que o terreno não mais será preparado por vários anos.

Rebaixamento das bordas altas nas periferias da lavoura.

Com os trabalhos periódicos da limpeza de valetas e de preparo do solo (lavrações e gradagens), em muitos casos, as bordas dos quadros tendem a ficar em plano mais elevado que a área interna da lavoura, impedindo a remoção do excesso de água do interior da mesma. O trabalho de rebaixamento destas bordas, normalmente, é realizado com equipamentos mais eficientes para grandes cortes, como moto-niveladoras e "scrapers".

Valeteamento

O valeteamento é o componente principal do sistema de drenagem interna da lavoura. É através de pequenos drenos que se consegue encaminhar os excessos de água até os drenos coletores externos que compõem a macrodrenagem.

A construção destes drenos é feita entre as operações de semeadura e aplicação de herbicidas, quando o sistema envolve o preparo do solo. No caso do plantio direto ou mínimo, os drenos devem ser abertos por ocasião da semeadura da cultura de inverno, que objetiva a cobertura morta do solo, e refeitos quando necessário.

A locação dos drenos deve ser feita com base em um estudo prévio das condições do terreno. Quando se tem bem claro a localização das depressões e as declividades da área, ou seja, o encaminhamento natural das águas, os drenos devem ser locados segundo estas condições. Caso contrário, recomenda-se a abertura de valetas equidistantes, espaçadas de 20 a 40 m entre si, de acordo com a maior ou menor dificuldade de drenagem do solo (solos mais pesados ou mais leves e mais planos ou menos planos). Em certos casos, a demarcação dos drenos pode ser de difícil execução, podendo-se então traçar uma espécie de quadriculado, valeteando-se nos dois sentidos do terreno. Este traçado deve ser utilizado quando a lavoura é implantada em áreas sistematizadas sem declive (cota zero).



Figura 1. Dano severo provocado pelo encharcamento do solo em uma lavoura de milho. Rosário do Sul, 1999.



Figura 2. Operação de aplainamento do solo. Embrapa Clima Temperado, 1999.

O tipo de dreno utilizado difere com o de sistema de cultivo, com e sem preparo do solo. No sistema convencional, devido à instabilidade do solo, tendo o risco do dreno obstruir-se, estes devem ter abertura em torno de 30 cm (Figura 3). No sistema plantio direto ou mínimo, utiliza-se valetadeira que proporciona menor largura de dreno (12 cm), resultando em eficiente drenagem e possibilitando a passagem de máquinas sem transtornos (Figura 4).

Desaguador

Depois de implantada a lavoura e após a primeira chuva ou irrigação, um operário, munido de pá ou enxada, deve encaminhar as águas acumuladas em depressões que por ventura persistirem, para os drenos mais próximos e também verificar se os mesmos estão sendo eficientes, observando se a água flui com facilidade para os drenos coletores.

IRRIGAÇÃO

As culturas produtoras de grãos, alternativas ao arroz irrigado, ao serem implantadas nas várzeas do RS, encontram restrições por fatores climáticos (chuvas irregulares) e de solos (baixa capacidade de armazenamento de água) na maioria das regiões. Segundo Buriol et al., (1980), a intensidade e frequência das deficiências hídricas no Estado, considerando cada estação, aumentam no fim da primavera, são máximas no verão, diminuem no outono e são mínimas no inverno e início da primavera. Esta condição torna-se cada vez mais intensa do centro para o extremo sul do Estado.

Quanto às disponibilidades térmicas, a cultura do milho pode ser implantada praticamente em todas as regiões climáticas do RS, a exceção da Serra do Nordeste que apresenta estação de crescimento demasiadamente curta, com insuficiência térmica para o milho. Já, com relação às disponibilidades hídricas o mesmo não ocorre devido à má distribuição ou à deficiência de chuvas, como é o caso das regiões com solos hidromórficos. No entanto, estas regiões podem passar da classificação de marginais e toleradas ao cultivo do milho, para preferenciais, por meio da irrigação suplementar.

A maioria dos solos de várzea, principalmente o planossolo típico, que por apresentar o horizonte superficial pouco profundo e assentado sobre um horizonte B argiloso e impermeável, possui baixa capacidade de armazenamento de água. Essa característica, aliada a problemas decorrentes do manejo e preparo destes solos, como a presença quase generalizada de uma camada compactada aos 15 cm de profundidade, determina frequentes períodos de estresse por déficit hídrico aos cultivos.

Por outro lado, tendo em vista a deficiente drenagem natural da maioria destes solos e a sensibilidade das culturas alternativas ao excesso hídrico, é interessante, sempre que possível, observar as previsões climatológicas de longo prazo para o planejamento da lavoura. Previsões que indicam anos muito chuvosos, como é o caso da quando ocorrência do fenômeno chamado "El Niño", podem auxiliar na tomada de decisão da cultura a ser plantada e da área a ser cultivada. Previsões de anos muito secos, alertam para que as lavouras sejam estruturadas para serem irrigadas.



Figura 3: Dreno para drenagem interna da lavoura confeccionado com valetadeira para cultivo convencional. Embrapa Clima Temperado, 1999.



Figura 4. Dreno para drenagem interna da lavoura confeccionado com valetadeira para cultivo no sistema plantio direto. Jaguarão, 1998.

Necessidade hídrica das culturas

A planta de sorgo apresenta características de resistência ao déficit hídrico, após o pleno estabelecimento da lavoura. A partir do estágio 3 (7 a 10 folhas), quando ocorre a diferenciação da panícula, o sorgo passa a ter grande absorção de água e nutrientes. O período em que o déficit de água proporciona maior efeito sobre o rendimento de grãos da cultura está compreendido entre o perfilhamento e a emissão da panícula (entre 30 e 60 dias após a emergência). O consumo médio de água da cultura do sorgo, durante todo o seu ciclo, está em torno de 460 mm. Considerando um período prolongado de tempo e as variabilidades climáticas, a cultura do sorgo apresenta maior estabilidade de produção que a do milho.

Para o milho, segundo Magalhães & Paiva, citados por Embrapa, 1996, o efeito da falta de água associado à produção de grãos é particularmente importante em três estádios de desenvolvimento da planta:

- a) iniciação floral e desenvolvimento da inflorescência, quando o número potencial de grãos é determinado (estádios V11 e V12);
- b) período de fertilização, quando o potencial de produção é fixado, sendo a presença d'água importante para evitar a desidratação do grão de pólen e garantir o desenvolvimento e penetração do tubo polínico (estádio R1);
- c) enchimento de grãos, quando ocorre o aumento na deposição de matéria seca (estádios R2 e R4).

Parfitt & Silva, 1995, conduziram experimento visando determinar o efeito da deficiência hídrica no milho em planossolo, na safra 1994/95, chegando às seguintes conclusões: O período mais sensível à deficiência hídrica, em relação ao rendimento de grãos, foi o da floração; a deficiência hídrica no período vegetativo diminuiu a estatura das plantas e, a ocorrência de deficiência hídrica no período da floração provocou uma redução no rendimento de grãos de 41,7%. As produtividades médias, nos tratamentos em que o milho foi irrigado, durante todo o ciclo, e no não irrigado, foram de 9.047 e 5.269 kg/ha, respectivamente. O consumo médio de água da cultura do milho varia de 540 a 570 mm.

Métodos de irrigação.

A irrigação possibilita que a cultura expresse seu potencial de produção, com o máximo aproveitamento dos insumos disponíveis. Vários métodos de irrigação para cultivos extensivos tais como aspersão, sulcos e inundação, podem ser utilizados em lavouras de milho e sorgo implantadas em áreas de várzeas.

Aspersão

A aspersão é um dos métodos de melhor distribuição e de menor gasto de água para culturas extensivas, porém depende de maiores investimentos iniciais, na compra de equipamentos e demanda maior potência energética instalada. Além disso, os equipamentos automatizados de aspersão, são muitas vezes incompatíveis com a estrutura implantada no sistema de produção das várzeas, onde a lavoura de arroz é a principal componente.

Sulcos

A irrigação por sulcos pode adaptar-se bem em grande parte dos solos de várzea. No entanto, a sua implantação, normalmente, requer a regularização do declive e do micro-relevo do terreno, através da sistematização.

Em áreas sistematizadas em nível (cota zero), a irrigação por sulcos pode ser realizada simplesmente elevando-se o nível da água até encher por completo os sulcos, permanecendo-se com os mesmos cheios por um determinado tempo, que é variável com o tipo de solo. Tanto em áreas sistematizadas em nível como em declive, a irrigação por sulcos pode ser combinada com o sistema de cultivo em camalhões, sendo eficiente para irrigar e melhorar substancialmente a drenagem. Por outro lado, este método é incompatível com o sistema de cultivo plantio direto, sistema este que traz inúmeras vantagens para o processo produtivo e se encontra em grande evolução no que se refere ao aumento da área plantada no Estado.

Inundação intermitente

O método de irrigação por inundação intermitente, também chamado de banhos, dispensa investimentos iniciais pois utiliza a estrutura já instalada para a irrigação do arroz, podendo ser realizada tanto em terrenos sistematizados como não sistematizados. Ao mesmo tempo conta com a longa experiência dos produtores, adquirida com a cultura do arroz. A adequação das estruturas de irrigação e de drenagem da lavoura do arroz para as de milho e sorgo encontra-se descrita no capítulo "Adequação da área para o plantio de milho e de sorgo irrigados por inundação", desta publicação. Esta adequação tem por finalidade permitir a aplicação da lâmina de água de forma rápida de modo que o solo não permaneça saturado por períodos prolongados.

Construção das taipas e semeadura

A irrigação por inundação tem como requerimento básico a construção de taipas, à exceção daquelas lavouras implantadas em áreas sistematizadas sem declive (cota zero). As taipas podem ser construídas antes ou após a semeadura do milho ou do sorgo. A implantação das taipas após a semeadura só é viável em lavouras relativamente planas, com um número pequeno das mesmas, pois caso contrário a perda de área de cultivo é muito grande.

Taipas antecipadas à semeadura possibilitam a irrigação por inundação em milho e sorgo em áreas mais declivosas, onde outros métodos de irrigação por superfície não são exequíveis e não proporcionam perda de áreas de cultivo (Figura 5).

Para a semeadura sobre taipas é necessária a utilização de semeadeiras articuladas como as utilizadas em plantio direto. No caso de lavouras em módulo familiar, a semeadura sobre as taipas poderá ser feita manualmente.

O sistema de plantio sobre taipas, se por um lado evita perdas na área de cultivo, por outro dificulta as práticas de manejo mecanizadas da lavoura devendo, inclusive, aumentar as perdas na colheita do milho. As perdas na colheita sobre taipas podem ser variáveis de acordo com o número e a distância entre elas e o sentido com que a colheitadeira as ultrapassa (transversal, longitudinal ou diagonal). Em colheita para silagem, observou-se um aumento adicional de perda na ordem de 4%. Na colheita de grãos de milho, ainda não se dispõe de informações da quantificação destas perdas. Em função disto, é importante que as taipas sejam as mais baixas possíveis, sem prejuízos para a irrigação por inundação, sendo interessante que a nivelção da lavoura seja efetuada com equidistância semelhante à realizada no arroz ou menor, se possível.



Figura 5. Milho semeado sobre taipas em área declivosa. Bagé, 1999.

Manejo da água de irrigação.

Monitoramento da umidade do solo

O controle da irrigação, no que se refere ao momento de irrigar, pode ser realizado através de diferentes métodos, entre eles o acompanhamento do potencial matricial do solo com o uso de tensiômetros; leitura da evaporação em Tanque "Classe A" combinada com os coeficientes de culturas; estimativas da evapotranspiração de referência, obtidas em postos meteorológicos automatizados; etc..

Tendo em vista a dificuldade de obtenção de dados com os outros métodos, o uso de tensiômetros torna-se a maneira mais prática e econômica para se monitorar o momento de irrigar.

Tensiômetro

O tensiômetro é um aparelho destinado a medir o potencial matricial ou tensão da água no solo. Cada leitura de tensão corresponde a um percentual de umidade que é variável conforme o tipo de solo.

O instrumento é composto de uma cápsula porosa, um tubo de PVC rígido, uma tampa com vedação eficiente e um sistema de leitura de pressão negativa, podendo ser através de um vacuômetro ou coluna de mercúrio. Um desenho esquemático de tensiômetro é apresentado na Figura 6.

Após saturada a cápsula porosa (24 horas imersa em água), instala-se o aparelho à profundidade desejada (15 cm para solos rasos). A água do tensiômetro entra em conta-

to com a água do solo, através dos poros da cápsula, e o equilíbrio tende a estabelecer-se. Ocorre uma sucção sobre o instrumento e dele é retirada certa quantidade de água causando uma queda na pressão hidrostática. Estabelecido o equilíbrio, o potencial da água dentro do tensiômetro é igual ao potencial da água no solo e o fluxo cessa. A diferença de pressão é indicada pelo vacuômetro ou por uma coluna de mercúrio.

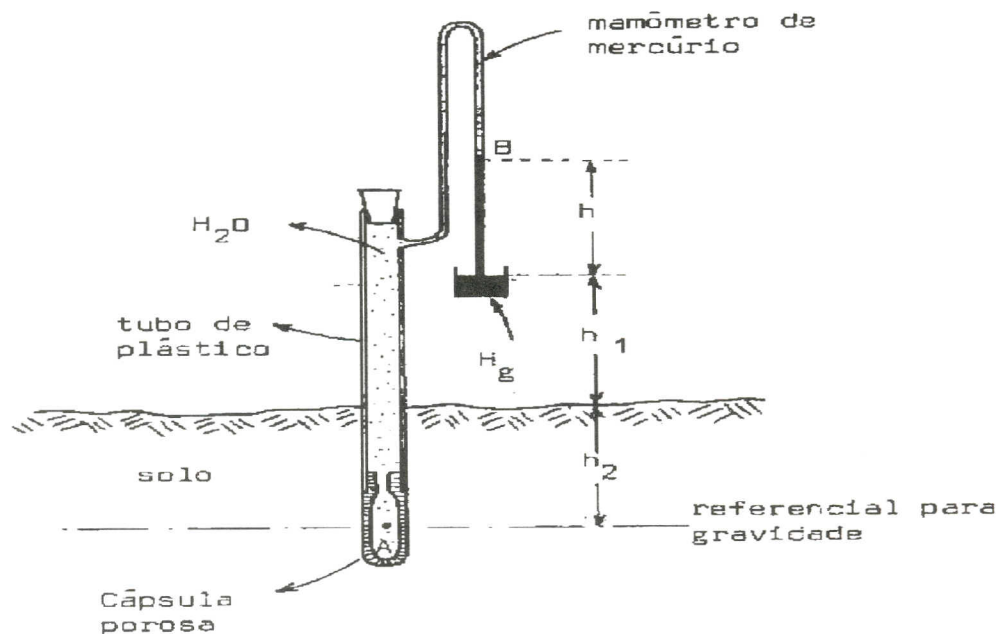


Figura 6. Desenho esquemático de um tensiômetro de mercúrio.

Para a cultura do milho, recomenda-se irrigar quando o potencial da água no solo atingir até 0,80 atm, na fase vegetativa, e 0,50 atm, após o pendoamento. A cultura do sorgo deverá ser irrigada quando a leitura do tensiômetro indicar 0,60 atm na fase vegetativa (aproximadamente 30 dias após a emergência até a emissão da panícula) e até 0,80 atm, no restante do ciclo. Uma atm corresponde a 76 cm de hg e a 10,33 m.c.a.

Os tensiômetros devem ser instalados, preferencialmente, no ponto de aplicação da lâmina média do quadro da lavoura, logo após o estabelecimento da cultura, a, aproximadamente, 10 cm de distancia de uma fileira de plantas (Figura 7). Utiliza-se um tensiômetro por unidade de área de irrigação. As leituras e manutenção dos equipamentos são realizadas de 24 a 48 horas, inicialmente, podendo ser com menor frequência à *posteriori*.

IMPORTANTE: Na fase vegetativa do milho (emergência ao pendoamento), as plantas, quando irrigadas pelo método de inundação, após terem sofrido estresse por deficit hídrico prolongado, apresentam um distúrbio fisiológico com sintomas e conseqüências semelhantes aos apresentados pelo encharcamento (Figura 1). Em vista disso, **deve-se** sempre monitorar a umidade do solo, irrigando-se no momento correto, não permitindo a

ocorrência de estresse. Se por um motivo ou outro o estresse ocorreu, durante a fase vegetativa do milho, não se deve irrigar e sim aguardar a próxima chuva para disponibilizar a água para a cultura.

Aplicação da água de irrigação

Uma vez tomados os cuidados descritos a seguir, tanto o milho como o sorgo podem ser irrigados, em áreas de várzea, em qualquer fase de seus ciclos.

Na época de se irrigar a lavoura, e sempre no sentido de se evitar qualquer encharcamento prolongado para as culturas, deve-se trabalhar com a previsão do tempo de curto prazo. Por exemplo, embora o monitoramento da umidade do solo indique a necessidade de se irrigar em um determinado dia, porém se as previsões climatológicas mostram a possibilidade de ocorrência de alta precipitação para os próximos dias, é interessante não irrigar, aguardando-se a confirmação das previsões. Isto evitaria de ocorrer uma chuva pesada em solo com alta umidade.

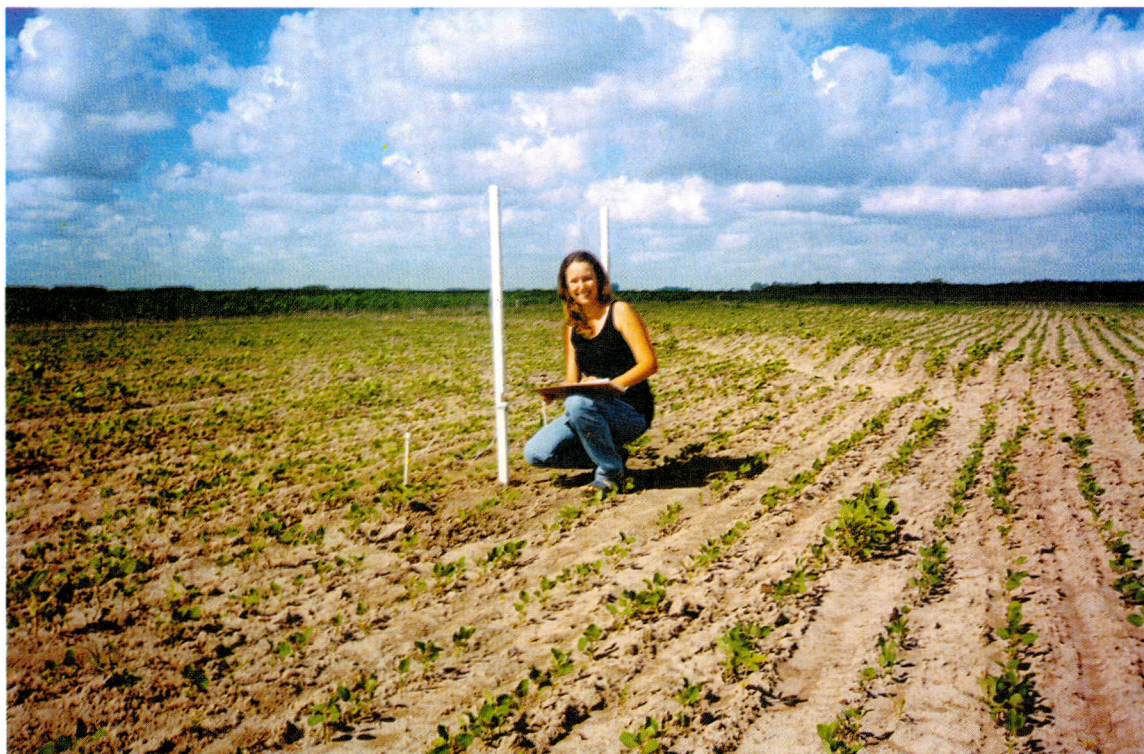
Quando a semeadura é realizada em solo com pouca umidade, pode-se realizar um banho rápido, visando a obtenção de uma boa emergência de plantas e conseqüentemente um bom estande na lavoura, ponto chave para o sucesso da mesma. Neste caso, a semeadeira deve ser regulada para enterrar a semente a pouca profundidade (3-4 cm). Este banho rápido deve ser realizado da mesma forma como indicado no item, a seguir. A irrigação por inundação intermitente aplicada no milho e no sorgo é semelhante à realizada na cultura do arroz, sendo que para esta última, ela é contínua, permanecendo a cultura com lâmina de água por longo tempo. A água é introduzida quadro a quadro da lavoura, aplicando-se a lâmina no primeiro, esgotando-o imediatamente e aproveita-se o excedente de água para o segundo quadro, seguindo-se assim até irrigar toda a lavoura (Figura 8).

Para maior rapidez na aplicação da lâmina de água, quando a irrigação é para as culturas de milho e sorgo, utiliza-se um maior número de entradas e saídas da água, com a utilização de canais auxiliares, como descrito no capítulo "Adequação da área para o plantio de milho e sorgo irrigados por inundação".

Tempo de permanência da água

Considerando a alta sensibilidade das chamadas culturas alternativas ao excesso de umidade no solo, principalmente o milho, o tempo de permanência da água de irrigação nos quadros da lavoura deve ser o menor possível.

Considerando também que o estágio vegetativo de desenvolvimento da planta de milho, da emergência ao pendoamento pleno, é o mais crítico em relação ao excesso de água, esta deve permanecer no quadro da lavoura somente o tempo suficiente para enchê-lo, esgotando-se o mesmo imediatamente.



1999.Figura 7. Tensiômetros de mercúrio instalados em lavoura. Embrapa Clima Temperado,



Figura 8. Irrigação por inundação intermitente em lavoura de milho. Embrapa Clima Temperado, 1999.

Nesta fase, o solo não pode permanecer saturado por mais de dois dias. Portanto, a irrigação não deve provocar o molhamento de todo o perfil do solo (não mais de 20 cm) para que, imediatamente após a retirada da lâmina de água, ocorra uma redistribuição da umidade da camada superficial saturada para as camadas inferiores. Nas fases posteriores do ciclo da cultura, principalmente a partir do início do enchimento de grãos, a saturação do solo por períodos mais prolongados, não é prejudicial.

A execução da irrigação para atender a estas condições depende do tipo de solo, da declividade do terreno, do tamanho dos quadros da lavoura, do número de entradas e saídas de água, da vazão utilizada, de um sistema de macro-drenagem bem dimensionado e da experiência do aguador.

Supressão da irrigação

Segundo Tacker, 1996, o teor de água armazenada no solo, durante o estágio R5 de desenvolvimento do milho (cera dura), pode ser usado como fator de decisão para determinar a supressão da irrigação. No caso do sorgo, cuja duração da fase reprodutiva é menor que a do milho, a irrigação poder ser suprimida entre 25 a 30 dias após a emissão da panícula. Se nestas fases destas culturas, o solo estiver com um bom conteúdo de umidade, a irrigação pode ser suprimida; caso contrário, ainda será necessária a aplicação de uma rega para que a cultura expresse a máxima produtividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BURIOL, G.A. ESTEFANEL, V.; SACCOL, A.V.; HELDWEIN, A.B.; SCHNEIDER, F.M. Disponibilidades hídricas do solo possíveis de ocorrência no estado do Rio Grande do Sul. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, v.10, p.1-141, março, 1980. Suplemento.
- GOMES, A. da S.; CUNHA, N.G. da; PAULETO, E.A.; SILVEIRA, R.J. da C.; TURATTI, A. Solos de várzea: uso e manejo. In: Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Porto Alegre, RS). **Solos e Irrigação**. Porto Alegre: Ed. Da Universidade UFRGS/ FEDERACITE, 1992.
- MAGALHÃES, P.C.; PAIVA, F. Fisiologia da produção de milho. EMBRAPA. Serviço de Produção de Informação (Brasília, DF). **Recomendação Técnica para o cultivo do milho**. 2.ed. Brasília, 1997. p.85-92.
- TACKER, P. Irrigation. In: **Arkansas Corn Production Handbook**. Cooperative Extension Service. University of Arkansas. U.S. Department of Agriculture, and county Governments Cooperating. Arkansas, 1996. p.2-7.
- PARFITT, J.M.B.; SILVA, C.A.S. da. Efeito da deficiência hídrica na cultura do milho em planossolo Pelotas. Safra 94/95. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 40.; REUNIÃO TÉCNICA DO SORGO, 23. 1995, Pelotas. **Anais**. Pelotas: EMBRAPA/IPAGRO/EMATER-RS, 1995. p.49-52.