EMBRAPA
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA
VINCULADA AO MINISTÉRIO DA AGRICULTURA

IRRIGAÇÃO: ALTERNATIVAS ATUAIS

Brasília
1982

EMBRAPA
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA
Vinculada ao Ministério da Agricultura
Assessoria Técnico-Administrativa

IRRIGAÇÃO: ALTERNATIVAS ATUAIS

Documento preparado com base em informações oferecidas pelos Técnicos do CPATSA e CPAC

Departamento de Informação e Documentação
Brasília
1982

EMBRAPA-DID. Documentos, 23

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Assessoria Técnico-Administrativa, Brasília, DF.
Irrigação: alternativas atuais. Brasília, EMBRAPA-DID, 1982.
40 p. (EMBRAPA-DID. Documentos, 23).

1. Irrigação-Aspersão. 2. Irrigação-Corrugação. 3. Irrigação-Gotejamento. 4. Irrigação-Potes de barro. 5. Irrigação-Superficial. I. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Departamento de Informação e Documentação, Brasília, DF. II. Título. III. Série.

CDD. 631.7

SUMÁRIO

Pag.

1. INTRODUÇÃO..... 5

2. SISTEMA SOLO-ÁGUA-PLANTA..... 6

3. MÉTODOS DE IRRIGAÇÃO..... 9
- Compatibilidade..... 9
- Considerações econômicas..... 9
- Limitações topográficas..... 10
- Características do solo..... 10
- Fonte de água..... 11
- Culturas..... 11

3.1. MÉTODOS..... 12
3.1.1. Método de irrigação superficial..... 12
3.1.1.1. Irrigação por inundação..... 12
3.1.1.2. Irrigação por sulcos..... 16
a) Irrigação por sulcos com declividade.. 16
b) Irrigação por sulcos em nível..... 17
c) Irrigação por corrugação..... 18
d) Irrigação por sulcos em ziguezague.... 19
3.1.2. Métodos subsuperficiais..... 19
3.1.3. Método de irrigação por aspersão..... 21
3.1.3.1. Sistemas móveis..... 21
a) Sistemas com movimentação manual..... 21
b) Sistemas com movimentação mecânica.... 22
3.1.3.2. Sistemas fixos..... 22
3.1.4. Método de irrigação por gotejo..... 26

4. NOVAS ALTERNATIVAS DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO..... 31

4.1. Sistema de aproveitamento do escoamento superficial..... 31

4.2. Sistema de sulcos e camalhões para a exploração de vazantes..... 32

4.3. Sistema de irrigação que utiliza potes de barro..... 33

4.4. Sistema simplificado de irrigação por gotejamento..... 34

5. CLASSIFICAÇÃO DE TERRAS PARA IRRIGAÇÃO..... 34

6. CUSTOS MÉDIOS ATUAIS DE ALGUNS SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO EM USO NO BRASIL..... 38

ANEXO I..... 39

1. INTRODUÇÃO

O termo "irrigação", em agricultura, refere-se à água que se aplicar, em certa quantidade, às culturas, com o objetivo de proporcionar-lhes um bom desenvolvimento.

A irrigação exige conhecimentos fenológicos da planta, climáticos e hidráulicos. Os dois primeiros dizem respeito à determinação das necessidades de água de uma cultura e o último refere-se a sistemas racionais de condução de água, para transportá-la de uma fonte hídrica até a área cultivada.

A água aplicada a uma cultura tem por finalidade, principalmente, atender à capacidade evaporativa do ar e à transpiração da planta, ou seja, à demanda por evapotranspiração. A irrigação conserva as plantas sob baixa temperatura, condição necessária a um normal metabolismo para a síntese e armazenamento da matéria orgânica, realizada através de suas funções fotossintéticas.

De toda a água que se movimenta em uma planta, apenas permanecem na mesma cerca de 3%, como parte de água de constituição, enquanto o restante é destinado ao equilíbrio térmico do vegetal, evitando seu murchamento permanente e, conseqüentemente, a queima das folhas e a morte das plantas.

A necessidade de instalação de um projeto de irrigação pode ter sua origem na economicidade da exploração agrícola, numa necessidade social, em estratégias governamentais ou, ainda, representar uma associação desses interesses. Assim, a análise de viabilidade de um sistema de irrigação deve estar de acordo com a meta a ser atingida, não considerando apenas os efeitos diretos, que muitas vezes não refletem os retornos sociais e econômicos para o País.

2. SISTEMA SOLO-ÁGUA-PLANTA

Pode-se ter, em laboratório ou em reservatório de água, um sistema difásico, água-planta, onde as plantas se desenvolvem satisfatoriamente; contudo, na forma usual de exploração agrícola, o solo representa o terceiro componente.

O manejo do complexo solo-água tem por finalidade suprir de forma conveniente a água, os nutrientes e o oxigênio para as plantas. A carência ou excesso de um destes componentes prejudica parcial ou totalmente a produtividade agrícola, pois as plantas necessitam de água para a sua transpiração e para síntese da matéria orgânica (uso consuntivo de água), de nutrientes para seu crescimento, e de oxigênio para sua respiração (vida).

As trocas gasosas da planta com a atmosfera são

usualmente processadas através dos estômatos. A atividade estomatal de uma planta está estritamente relacionada com sua menor ou maior necessidade de água. No primeiro caso estão a maioria das cactáceas, que possuem uma reduzida atividade estomatal, necessitando, conseqüentemente, de pequena quantidade de água para sua sobrevivência e crescimento e tornando-se, portanto, plantas altamente tolerantes à seca. De outro lado está a alfafa, planta com notável demanda de água e que, como conseqüência de sua expressiva atividade estomatal, no decorrer do dia desenvolve um ativo processo fotossintético, repercutindo no seu acelerado crescimento vegetativo, que induz a níveis de alongamento de ramos, ao redor de 3,1 cm/dia.

Assim, quanto maior for a percentagem de cobertura da superfície do solo pelas folhas, tanto maior será o uso de água do cultivo. Considerando-se condições ótimas de umidade do solo e culturas em plena atividade fisiológica com a vegetação cobrindo totalmente o terreno, distintas culturas, como as de cana-de-açúcar e alfafa, apresentam similar uso de água, ou seja, um hectare de cada necessita, praticamente, da mesma quantidade de água para satisfazer a evapotranspiração, pois se verifica a mesma interceptação de energia solar incidente, a qual é responsável praticamente por 80% do uso de água pelas plantas. Esta energia é utilizada na transformação em vapor, através dos estômatos, da água extraída do solo pelas raízes. O solo exerce a função de reservatório hídrico, e a técnica de irrigação consiste em

abastecê-lo levando em conta as necessidades das plantas, relativas aos demais componentes do sistema: ar e nutrientes. O abastecimento pode ser efetuado de forma constante, através de um sistema de gotejamento, que supre a água de acordo com a necessidade diária da planta, ou de maneira intermitente, através de freqüência de aplicação de água ao solo, em função da extração da água disponível no solo, pela planta. Após o solo ser esgotado, antes porém de atingir um nível crítico de umidade prejudicial ao cultivo, uma nova irrigação deve ser processada, repondo-se a água extraída pela planta. Neste último caso, os métodos de aplicação de água de irrigação usualmente utilizados são: por aspersão, por sulcos, por gravidade, por bacias (border irrigation) etc.

No período do ano em que a radiação solar diminui de intensidade, a necessidade de aplicação de irrigação é menos freqüente, enquanto que, em épocas sob alta radiação, é mais freqüente. Por outro lado, a freqüência de irrigação é função da capacidade de armazenamento de água no solo. Um solo arenoso armazena menos água do que um solo argiloso. Isto porque o argiloso, para o mesmo volume do solo, possui maior quantidade de partículas e, conseqüentemente, maior soma de superfícies e de poros capilares responsáveis pela retenção de água.

3. MÉTODOS DE IRRIGAÇÃO

Compatibilidade

O método de irrigação deve ser compatível com outras operações existentes na propriedade agrícola, tais como preparação do solo, cultivo e colheita. Por exemplo, o uso mais eficiente de máquinas agrícolas de grande porte requer áreas contínuas maiores, ou seja, menor número possível de canais e drenos que constituam obstáculos à movimentação das máquinas.

Considerações econômicas

O tipo de irrigação selecionado é também uma decisão econômica. Alguns sistemas de irrigação por aspersão e gotejamento exigem grandes investimentos por unidade de área, limitando-se, assim, a culturas de alta rentabilidade. A introdução de outros sistemas custa menos, mas exige custos operacionais mais elevados. A vida útil do sistema usado, os custos fixos e os custos de operação anual (energia, água, depreciação, preparo de solo, manutenção, mão-de-obra etc.) devem ser considerados, na análise econômica, para orientar a decisão sobre a escolha do sistema de irrigação.

Limitações topográficas

Restrições na seleção do método de irrigação em face da topografia incluem o nível de lençol freático, a localização e diferença de nível da fonte de água em relação à área a ser irrigada, os limites e a forma da área. A declividade da área é muito importante. Alguns tipos de sistemas de irrigação por aspersão podem operar em declives de até 20%; contudo, a irrigação por sulcos está, usualmente, limitada a declives em torno de 2 a 6%. Já o gotejamento pode ser usado em declives de até 60%.

Características do solo

O tipo de solo, a capacidade de retenção de água, a velocidade de infiltração e sua profundidade efetiva são fatores que devem ser considerados na relação do método de irrigação. Por exemplo, um solo arenoso, com alta velocidade de infiltração, requer métodos de irrigação que possuam como características o controle da taxa de aplicação de água ao solo, como é o caso dos métodos de irrigação por aspersão e gotejamento. À capacidade de retenção de água no solo devem adequar-se o tamanho dos conjuntos de irrigação e a freqüência de irrigação. Em solos de baixa capacidade de infiltração, os métodos de irrigação mais adequados são aqueles que podem aplicar pequenas lâminas de água.

Fonte de água

Os pontos que mais se destacam em relação à fonte de água são: quantidade total de água disponível durante o ciclo da cultura, como é o caso da água armazenada em reservatórios de acumulação; vazão disponível na época mais seca do ano e que possa ser aproveitada continuamente; qualidade da água, que inclui os tipos de sais dissolvidos na água de irrigação e o tempo em que a água está disponível, nos casos em que cada usuário possa dispor da água para irrigação em apenas parte do dia.

Culturas

Os fatores mais importantes relacionados com a cultura, e que devem ser analisados para seleção de um sistema de irrigação, são os seguintes:

- tolerância a sais, tanto no que diz respeito à concentração total como aos tipos de íons tóxicos existentes na água de irrigação;
- tolerância ao encharcamento;
- hábitos de crescimento - pois o tipo de desenvolvimento vegetativo da cultura geralmente condiciona o método de irrigação.

3.1. MÉTODOS

Normalmente, não se faz distinção entre os termos "métodos de irrigação" e "sistema de irrigação". Mas, na realidade, são expressões distintas.

"Método de irrigação" significa a modalidade de aplicação da água ao solo, e "sistema de irrigação" refere-se à maneira de condução de água, da fonte hídrica até a área agrícola.

Os métodos de irrigação convencionais são divididos em quatro grandes grupos: 1) superficial, 2) subsuperficial, 3) por aspersão, 4) por gotejamento.

3.1.1. Método de irrigação superficial

O método de irrigação superficial compreende dois grupos distintos, dependendo da maneira como a água é aplicada na superfície do solo:

3.1.1.1. Irrigação por inundação

O manejo de irrigação por inundação normalmente requer vazões maiores do que os demais métodos, porém não deve ser empregado quando a vazão disponível do sistema de irrigação é bastante reduzida. Requer solos pesados e culturas capazes de extrair, através das raízes, o oxigê

nio dissolvido na água. Quanto mais permeável o solo, maior é a dificuldade de manter uma lâmina de água permanente, o que implica a redução da área cultivada e o emprego do manejo intermitente de água.

Este método de irrigação é caso típico quando toda a área a ser irrigada é coberta totalmente por uma lâmina de água a ser incorporada ao solo. Normalmente, a inundação se efetua em forma artificial e intermitente, exceção para o caso do arroz, onde ela é feita de forma permanente.

Existem várias modalidades de irrigação por inundação.

1. Faixas retas em declive
2. Faixas retas sem declive ou tabuleiros.

Na irrigação por faixas retas em declive, o terreno é dividido por meio de pequenos diques, em parcelas estreitas e compridas. Estas parcelas são em nível, no sentido da largura, e seguem o declive do terreno no sentido do comprimento. Esta declividade não deve ser superior a 1%. Para pastagem em terrenos pouco sujeitos a erosão, pode, todavia, ser admitida a declividade de 4 a 5%. Terrenos com menor declividade são mais aconselháveis. As declividades ideais estão entre 0,2 e 0,4%.

As faixas retas sem declive são geralmente mais largas e mais curtas do que as retas em declive. As dimensões dependem da topografia do terreno e são limitadas pe

lo volume de terra a ser movimentado para colocação do tabuleiro em nível.

Este método de irrigação pode ser empregado em quase todos os tipos de solos. Geralmente não é recomendado para solos excessivamente permeáveis, como é o caso dos Latossolos Vermelho-Escuro e Amarelo dos cerrados e para solos de baixa capacidade de infiltração, que, muitas vezes, podem ser encontrados em várzeas.

No caso de faixas em declive, a irrigação em solos de muito baixa capacidade de infiltração pode resultar em perdas excessivas por escorrimento no seu final, uma vez que a baixa capacidade de infiltração implicará a aplicação de pequenas lâminas de água de cada vez, o que é difícil de se obter numa cobertura razoável do tabuleiro.

Praticamente, todas as culturas que não são prejudicadas por uma inundação temporária podem ser irrigadas por esses dois processos de inundação: faixas retas com declive, e tabuleiros. No caso do trigo, cuidados especiais devem ser tomados no sentido de efetuar a drenagem dos excessos de água o mais rápido possível, uma vez que a cultura é muito sujeita a injúria por excessos de água.

De maneira geral, o dimensionamento das faixas retas em declive envolve a determinação do comprimento, da largura e da vazão adequada para cobrir toda a largura da faixa com uma lâmina d'água. Da mesma forma que nos sul

cos, a irrigação deve ser feita com o objetivo de repor a água usada pela planta na profundidade de seu sistema radicular, com o mínimo de perdas, por percolação e escorrimento no final da faixa.

Os mesmos princípios básicos de hidráulica aplicados a canais abertos podem ser adaptados para o estudo das faixas retas. Normalmente, a máxima eficiência de irrigação é atingida em faixas retas sem declive, também denominadas bacias. Para que isto seja possível, as bacias têm que ser curtas, de forma que o avanço da água sobre o solo previamente seco seja o mais rápido possível. Como regra geral, quanto maior o tempo de avanço de água sobre o solo, menos eficiente será a irrigação. As faixas retas requerem maior habilidade de manejo de água e têm o inconveniente de apresentar perdas por escorrimento no final da faixa se esta for aberta.

No caso de tabuleiros, o procedimento básico consiste em colocar dentro da área limitada pelos camalhões ou taipas, a quantidade de água necessária para suprir aquela requerida pelas plantas. O tempo gasto para aplicar tal quantidade dependerá da vazão disponível e da taxa de infiltração básica do solo. Como norma geral, para evitar perdas por percolação profunda, aconselha-se aplicar uma vazão de modo que a lâmina de água cubra a área da bacia o mais rápido possível e, assim, distribuir mais uniformemente a água dentro do sistema radicular da cultura.

3.1.1.2. Irrigação por sulcos

Este método consiste na aplicação de água no solo através de pequenos canais ou sulcos, e se caracteriza pela inundação parcial e temporária da superfície do solo.

O método de irrigação por sulcos destaca-se como o mais conhecido e mais usado em todo o mundo, prestando-se para a irrigação de quase todas as culturas, especialmente para plantios em linhas, e adapta-se a diferentes tipos de solo. Apresenta boa capacidade de infiltração e baixa erodibilidade. A irrigação por sulcos em contorno pode ser usada com êxito em quase todos os solos irrigáveis. Contudo, em solos arenosos, que são instáveis, pode ocorrer a ruptura do talude dos sulcos provocando o transbordamento de água de um sulco para outro, o que pode resultar em transbordamento em cadeia com graves riscos de erosão. Mesmo em solos argilosos, danos similares podem ocorrer, quando a água dos sulcos escorre no sentido da maior declividade através de rachaduras porventura existentes no solo. Está subdividido nas seguintes formas:

a) irrigação por sulcos com declividade

O método tradicional de irrigação por sulcos consiste em aplicar uma vazao pré-determinada no início do sulco, esperar o tempo para a água atingir o final do sul

co, e continuar a aplicação de água até que se obtenha, no final do sulco, a lâmina de água necessária para umedecer o sistema radicular, quando então a irrigação é interrompida.

O manejo clássico da irrigação por sulcos utiliza uma vazão constante durante todo o tempo de irrigação. Entretanto, com a finalidade de minimizar as perdas de água por escoamento superficial no final dos sulcos, podem ser adotadas vazões diferentes durante a irrigação. A redução da vazão inicial pode ser feita manualmente em sulcos individuais, ou mesmo automática ou semi-automaticamente por meio de "spiles". A água que se perde no final do sulco por escoamento superficial pode ser reutilizada na irrigação.

Em geral, quanto maior a velocidade de infiltração do solo e a declividade natural do terreno, maior deverá ser a declividade dos sulcos. Em solos com baixa velocidade de infiltração, a declividade dos sulcos pode variar de 0,2 a 0,5%, recomendando-se as declividades de 0,5 a 1,5% para os sulcos em contorno, em solos com elevada infiltração.

b) Irrigação por sulcos em nível

Trata-se de uma modalidade do método de irrigação por sulcos, em que a declividade dos sulcos é nula ou em alguns casos muito reduzida, com a característica de se

rem fechados nas duas extremidades. O manejo da irrigação é praticamente semelhante ao de sulcos com declividade. Normalmente, estes sulcos são de pequeno comprimento, podendo variar de 30 a 90 m.

c) Irrigação por corrugação

Esta modalidade de irrigação utiliza sulcos rasos, denominados "corrugações", que são normalmente orientados no sentido da maior declividade do terreno e são de pequeno comprimento. São utilizados em culturas de cereais e pastagens com alta densidade de plantio.

O controle de vazão aplicada a cada corrugação deve ser feito especialmente durante as primeiras irrigações, quando o solo ainda está descoberto, solto, portanto, e muito sujeito a erosão. O perigo de erosão é acentuado à medida que se usam terrenos de textura grossa e inclinados.

Apresenta as vantagens de reduzir ao mínimo a sistematização do terreno e pode ser utilizado em terrenos com declividade de até 10%, quando em solos argilosos de baixa capacidade de infiltração, e até 4% quando se tratar de solos com elevada infiltração.

d) Irrigação por sulcos em ziguezague

Em terrenos com declividade muito acentuada, algumas vezes são utilizados sulcos em ziguezague, para aumentar o seu comprimento, o que concorre para a redução da declividade média, bem como da velocidade da água nos sulcos. Normalmente, são utilizados em árvores frutíferas.

Os custos iniciais de implantação e de operação, normalmente, são mais elevados.

3.1.2. Métodos subsuperficiais

Este tipo de irrigação se refere aos casos em que o umedecimento do solo se produz de baixo para cima, em virtude da alimentação do lençol freático. Normalmente, o lençol freático deve ser mantido na profundidade de 30 a 60 cm, o que pode ser feito através de drenos profundos, com comportas reguladoras ou tabulações perfuradas colocadas dentro do campo e espaçadas a certa distância. Este método de irrigação normalmente é denominado subirrigação.

Os principais fatores que favorecem a prática de subirrigação são mencionados a seguir:

- O solo deve ser uniforme texturalmente, razoavelmente profundo e altamente permeável.
- Existência de lençol freático natural e raso ou uma camada de subsolo impermeável sobre o qual podem ser criadas condições de lençol freático raso.

- A superfície do solo deve ser relativamente uniforme e em nível, ou com pequena declividade em uma direção.
- As áreas adjacentes, em geral, devem estar no mesmo plano.
- A camada impermeável do perfil do solo deve ser razoavelmente paralela à superfície do solo. Um sistema de drenagem efetivo, natural ou artificial, é necessário para permitir rápido abaixamento do lençol freático e lixiviação dos sais. Estruturas de controle de descarga nos drenos são necessárias para permitir o controle do lençol freático.
- O solo e a água usados para subirrigação devem ser relativamente livres de sais, particularmente se o movimento lateral da água no solo for limitado e se o excesso de água não for disponível para ocasionais propósitos de lixiviação.
- Durante estágios de desenvolvimento da cultura, a profundidade do lençol freático deve ser controlada dentro dos limites determinados pelo ciclo da cultura. Poucas culturas tolerariam grandes flutuações do lençol freático, especialmente durante o período de máximo desenvolvimento.

3.1.3. Método de irrigação por aspersão

Este método de irrigação se caracteriza pela aplicação de água ao solo em forma de chuva, produzida mediante a passagem de água, sob pressão, por pequenos orifícios ou bocais. A pressão necessária é obtida por meio de bomba centrífuga ou do aproveitamento da pressão produzida pela diferença de nível existente entre a fonte de água e a área a ser irrigada.

O método de irrigação por aspersão é empregado numa grande variedade de culturas e é adaptável a quase todos os tipos de solos. Existem sistemas de aspersores que se distinguem pela diversidade de vazões, que, combinadas em diferentes espaçamentos, permitem regular a intensidade de aplicação de água, tornando o sistema altamente versátil e adaptável a solos de diferentes velocidades de infiltração.

Dentro do método de irrigação por aspersão existe uma série de sistemas, que são classificados como segue:

3.1.3.1. Sistemas móveis

Os sistemas móveis são divididos em duas modalidades:

a) Sistemas com movimentação manual

- Sistema portátil
- Sistema semiportátil

- Canhão hidráulico
- Sistema com mangueiras e aspersores terminais
- Sistema com tubulação perfurada.

b) Sistemas com movimentação mecânica

- Sistema sobre rodas com movimentação longitudinal.
- Sistema sobre rodas com movimentação lateral.
- Pivô central
- Autopropulsor com movimentação lateral.
- Autopropulsor com canhão hidráulico.
- Máquinas irrigadoras.

3.1.3.2. Sistemas fixos

- Sistema fixo portátil para culturas temporárias
- Sistema fixo permanente para culturas permanentes.

Os sistemas com movimentação manual são as modalidades mais comuns no Brasil. Nesses sistemas, as linhas com aspersores, ou toda a tubulação, são móveis dentro da área cultivada. Por isso, apresentam um menor custo inicial de investimento e um maior custo de operação e manutenção.

Alguns dos sistemas com movimentação mecânica já são bastante comuns no Brasil, com utilização em pomares, pastagens, cana-de-açúcar etc. Os sistemas do tipo pivô

central e autopropulsor com canhão hidráulico ainda encontram-se numa fase inicial de introdução no País, porém com um rápido desenvolvimento. Esses sistemas deslocam-se automaticamente durante o processo da irrigação. Portanto, apresentam um menor custo de investimento inicial e menores custos de operação e de manutenção.

São adaptados principalmente a áreas maiores que as normalmente usadas pelos dois tipos de aspersão descritas anteriormente. Por exemplo, um pivô central pode cobrir área de até 117 ha. E os autopropelidos, de maior tamanho, cobrem áreas de até 75 ha.

Alguns desses sistemas podem ser empregados desde áreas pequenas até áreas relativamente grandes. Os sistemas com mangueiras e com tubulação perfuradas são utilizados na irrigação de pequenas áreas, como, por exemplo, em culturas de flores e de hortaliças.

Os sistemas fixos de aspersão apresentam como característica o não-deslocamento de seus componentes. Nos sistemas fixos permanentes, as tubulações são enterradas a uma determinada profundidade, para não prejudicar as práticas culturais. Isto requer um custo inicial de investimento muito alto, e, conseqüentemente menores custos de operação e manutenção. São, geralmente, usados em pomares e nas regiões com alto risco de geada.

O método de irrigação por aspersão, especialmente comparado com o método de irrigação por sulcos, apresenta

as seguintes vantagens e desvantagens:

Vantagens:

- Elevada eficiência de aplicação de água e uniformidade de distribuição de água no solo.
- Pode ser utilizado praticamente em solos com qualquer declividade, sem quase nenhum perigo de erosão.
- Dispensa a sistematização do solo, o que é muito importante, principalmente quando se trata de solo pouco profundo, onde a movimentação da parte superior do terreno pode comprometer sua fertilidade.
- Pode ser usado praticamente em todo tipo de solo, mesmo naqueles com alta velocidade de infiltração, onde não se recomenda a irrigação por métodos superficiais.
- Melhor adaptação à aplicação de pequenas lâminas de água, as quais são necessárias, durante a germinação das sementes e estágios iniciais do desenvolvimento de cultura.
- É possível a aplicação de fertilizantes e substâncias de uso fitossanitário através da água de irrigação, com boa distribuição. A aplicação de pesticidas e herbicidas pode ser feita somente quando as substâncias não apresentarem características corrosivas.
- Permite a aplicação noturna de água, aumentando-se o tempo disponível para irrigação.

Desvantagens:

- A limitação mais importante da irrigação por aspersão é o seu alto custo inicial. O equipamento em funcionamento está sujeito a um elevado grau de desgaste e reparo, exigindo pessoal habilitado para manejá-lo convenientemente.

- Exige motobombas mais possantes para fornecer a pressão necessária de funcionamento dos aspersores, o que resultará em maior consumo de combustível.

- O vento pode distorcer completamente a distribuição da água no solo e igualmente reduzir a quantidade de água que chega ao solo.

- Algumas vezes, a irrigação por aspersão pode criar condições favoráveis para o desenvolvimento de doenças e reduzir, pelo lavamento por ela praticados, a efetividade da aplicação de herbicidas e inseticidas.

- Pode haver perdas apreciáveis de água, por evaporação, quando usada em regiões muito quentes, secas e sujeitas a ventos fortes.

3.1.4. Método de irrigação por gotejo

O grande interesse atual pelo método de irrigação por gotejo foi despertado principalmente pelos resultados de economia de água, e por um substancial aumento na produção das culturas. Deve-se salientar que este sistema de irrigação não é novo, sendo mesmo um velho processo de irrigar plantas. Desde 1800 usava-se este processo na Inglaterra para irrigar plantas ornamentais em estufas. Pode ser comparado ao velho costume chinês de aplicar água com recipientes furados de modo a gotejar ao pé da planta.

O gotejo como método de irrigação foi inicialmente desenvolvido em Israel. O advento de material plástico proporcionou flexibilidade ao sistema, impulsionou grandemente as pesquisas neste sentido, e fez surgir os primeiros gotejadores especialmente idealizados.

Atualmente, a irrigação por gotejo tem-se desenvolvido bastante, graças ao aperfeiçoamento do material utilizado e aos resultados das pesquisas acerca da eficiência dos diversos sistemas existentes.

Ainda que o desenvolvimento inicial da irrigação por gotejo tenha acontecido principalmente em Israel, é grande a sua utilização em outros países, como: Estados Unidos, Austrália, Inglaterra, França, Itália, Alemanha, África do Sul, México e Japão. Os Estados Unidos apresentam-se, atualmente, com a maior área irrigada por este mé

todo, equivalendo a toda a área irrigada nos outros países, ou seja, mais ou menos 36.000 hectares.

No Brasil, a irrigação por gotejo apresenta-se ainda no estágio inicial de introdução prevendo-se um significante desenvolvimento, para os próximos anos.

A maior concentração da área irrigada por gotejo no Brasil situa-se, atualmente, em São Paulo, cujas perspectivas de um melhor aproveitamento dos recursos hídricos disponíveis repousam neste método de irrigação. Calcula-se que existam aproximadamente 400 ha irrigados por gotejo nesse Estado, distribuídos em pequenas e médias empresas agrícolas, abrangendo principalmente árvores frutíferas, hortaliças e flores. Entretanto, existem áreas irrigadas por gotejo também no Sul e Nordeste brasileiros, sendo esta última região a que apresenta as melhores características para o sucesso do emprego deste método de irrigação.

Tecnicamente, é um sistema de irrigação que utiliza água filtrada, muitas vezes com fertilizantes, aplicando-a na superfície ou dentro do solo, por meio de gotas ou pequeno filete de água.

As peças de saída - gotejadores - têm a propriedade de dissiparem a pressão da água dentro da tubulação, através de pequenos ou longos percursos de fluxo, diminuindo, desta maneira, a pressão, de modo a permitir pequenas vazões.

A irrigação por gotejo exige um sofisticado sistema de filtragem da água e de aplicação de fertilizantes e outros produtos químicos, tendo sido idealizada para condições específicas de uma agricultura altamente intensiva. Alguns dos objetivos técnicos e agronômicos na escolha do método de irrigação para tais condições são os seguintes:

- Possibilitar a obtenção de altos conteúdos de umidade ou baixos valores de potencial da água no solo, sem problemas de aeração do solo.
- Estabelecer flutuações mínimas no conteúdo de umidade do solo, durante o ciclo de irrigação.
- Fornecer água somente para aquelas partes do solo onde sua absorção pelo sistema radicular das plantas é mais eficiente.
- Reduzir os problemas da salinidade nas plantas: a) translocando os sais para além do volume ocupado pelo sistema radicular; b) diminuindo a concentração dos sais por manter altos conteúdos de umidade no solo; c) evitando a queima-das-folhas, que é causada pela acumulação de sais em sua superfície, através do contacto com a água de irrigação.
- Suprir diretamente a parte mais eficiente do sistema radicular com nutrientes.

- Economizar água pela redução da evaporação, pelo escorrimento superficial e pela percolação profunda.

O sistema pode funcionar com pressão relativamente baixa e com tubos de pequeno diâmetro para as canalizações, operando até 24 horas por dia, com um mínimo de mão-de-obra.

Vantagens do Sistema

- Proporciona maior produção e melhor qualidade do produto.
- Permite a aplicação de adubos (principalmente nitrogenados) juntamente com a água de irrigação, condicionando maior eficiência de uso tanto da água, quanto do adubo pela planta.
- Graças às características de funcionamento, permite a irrigação com elevadas eficiências de aplicação (80 a 90%).
- Não exige sistematização de solo.
- A mão-de-obra requerida é mínima, pois o sistema é automatizado - um só homem pode responder pela irrigação de áreas de até 200 ha.
- Obtenção de elevados teores de umidade no solo sem afetar a sua aeração.

- Economia de água (40 a 60%) em relação a outros métodos.
- Redução das flutuações de umidade durante o ciclo de irrigação.
- Funciona à baixa pressão (1 atm) (nos gotejadores).

Desvantagens

- Custo inicial elevado, variável com o espaçamento da cultura (maior o espaçamento, menor o custo/ha), com a posição (longe ou perto), o tipo (bombeamento ou gravidade) e o grau (mais ou menos) de automatização do sistema. (Atualmente, o custo do sistema da Dangotas está em torno de 250 mil a 350 mil cruzeiros por hectare, incluindo a tubulação adutora).
- Recomendado somente para culturas de alto rendimento por pé, para culturas perenes, como fruteiras e café e/ou cultura de ciclo curto, tais como hortaliças, que proporcionam retornos mais rápidos, além de normalmente ocuparem áreas menores, portanto com implicações no custo.
- Facilidade de entupimento.
- Não permite a mobilidade do sistema (é sistema fixo).

Como é um método de irrigação mais ou menos recente no Brasil, os resultados, tanto de pesquisas quanto da experiência pioneira de agricultores, ainda não são disponíveis em larga escala.

4. NOVAS ALTERNATIVAS DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO

Visando a solução de problemas que ocorrem freqüentemente no Nordeste, a EMBRAPA vem desenvolvendo, nos últimos cinco anos, um intenso programa de pesquisa no sentido de gerar e/ou adaptar tecnologias compatíveis com as limitações e a potencialidade da região e que possam evitar ou minimizar os efeitos das secas e permitir um maior desenvolvimento da agricultura.

Faz parte desse programa uma série de alternativas de sistemas de irrigação convencional e não-convencional, "irrigação de salvação" e métodos não-convencionais, cujas definições encontram-se em anexo. Nestas alternativas, dirigidas especialmente aos pequenos e médios produtores, destacam-se os seguintes sistemas:

4.1. SISTEMA DE APROVEITAMENTO DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL

Esta técnica consiste em captar a água de chuva que escoa superficialmente, armazenando-a em barreiros, para ser utilizada de forma complementar, em "irrigações de salvação", evitando assim a frustração de safras em pe

quenas áreas, por ocasião das estiagens prolongadas que ocorrem freqüentemente.

A utilização desta tecnologia prende-se ao fato de o Nordeste perder, por escoamento superficial para os rios e destes para o mar, aproximadamente, 36 milhões de m^3 de água proveniente das precipitações pluviométricas. Assim, as pesquisas desenvolvidas pela EMBRAPA sugerem, como alternativa para compensar os efeitos da intermitência das chuvas na região, o aproveitamento deste recurso escasso, através da técnica da captação, armazenamento e distribuição da água de chuva.

O sistema é extremamente simples e destina-se principalmente aos pequenos e médios produtores. Permite dotar as propriedades rurais de uma infra-estrutura capaz de minimizar os efeitos das secas prolongadas e representa, efetivamente, entre as alternativas já existentes, uma nova fonte de suprimento de água.

4.2. SISTEMA DE SULCOS E CAMALHÕES PARA A EXPLORAÇÃO DE VAZANTES

Esta tecnologia é recomendada para o aproveitamento das áreas de vazantes e baseia-se na construção de sulcos e camalhões, em curvas de nível, para a execução de "irrigação de salvação" através de motobomba.

O sistema consiste na utilização dos terrenos potencialmente agricultáveis de açudes, rios e lagos que são cobertos pelas águas durante a época chuvosa e que vão sendo lentamente descobertos à medida que se desenvolve o período seco.

Considerando a existência, no Nordeste, de uma área potencial de vazantes superior a 150.000 hectares, provenientes de açudes, sem considerar os rios e lagos, a EMBRAPA tem estudado esta tecnologia. Ela permite explorar de maneira mais racional estas áreas, as quais têm sido utilizadas com culturas em covas abertas diretamente no solo, quando o teor de umidade está próximo da saturação.

4.3. SISTEMA DE IRRIGAÇÃO QUE UTILIZA POTES DE BARRO

Este sistema não-convencional de irrigação utiliza, como unidades porosas, potes de barro cozido semelhantes aos que os agricultores usam em casa como reservatório de água para beber.

Os potes, com capacidade média de 12 a 15 litros d'água, são enterrados no chão, ficando com o gargalo acima do solo e podem ser utilizados de forma individual, ou conectados através de tubos de polietileno. Quando se utilizam potes de maneira isolada, o abastecimento de água é feito individualmente, em cada pote. No caso de se uti

lizarem potes conectados entre si, há necessidade de ter uma fonte abastecedora central que deverá ser colocada a 0,5 m acima do nível do solo, e que pode ser uma caixa de cimento amianto, um tonel comum, um poço, um barreiro etc.

4.4. SISTEMA SIMPLIFICADO DE IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO

A EMBRAPA está iniciando um programa de pesquisa em sistemas de irrigação por gotejamento, visando à redução dos custos iniciais de investimentos, de modo a viabilizar o seu emprego na pequena irrigação. O sistema é composto de tubos plásticos de baixo custo (eletrodutos) e torçais plásticos, de reduzido diâmetro, que funcionam como gotejadores. Para funcionamento do sistema é necessária somente uma pressão de coluna d'água de 1,5 m.

5. CLASSIFICAÇÃO DE TERRAS PARA IRRIGAÇÃO

É uma avaliação sistemática da terra e suas designações por categoria, baseadas em características idênticas de aptidões. Esta é conduzida com o propósito de estabelecer a extensão e grau de adequabilidade de terras para irrigação. Adequabilidade significa uma razoável perspectiva de permanente a rentável capacidade de produção em terras irrigadas. É aquilatada em termos de estudo da capacidade de pagamento, considerando-se o potencial de

capacidade de produção, custos de produção e custos de desenvolvimento da terra.

A mais importante fase da classificação de terras é a separação daquelas consideradas satisfatórias para o desenvolvimento de irrigação, das não satisfatórias. O procedimento geral para esta separação e para classificar terras para propósitos específicos envolve uma análise de viabilidade e irrigabilidade dessas terras, começando com a consideração de uma área que é, ou tem possibilidade de ser, servida por água e terminando com a designação de terras irrigáveis.

Este trabalho se inicia com a comparação dos recursos da terra e experiências econômicas de uma área com características físicas e climáticas idênticas às da área a ser estudada, e continua com uma análise das prováveis influências de fatores físicos individuais na economia da produção da área em investigação. As considerações fundamentais são: capacidade de produção da terra e custos da produção, e desenvolvimento da terra associado aos fatores solo, topografia e drenagem. Por exemplo: níveis de salinidade e alcalinidade devem ser reconhecidos como prováveis restrições na produção, e devem ser escolhidos tipos de culturas bem adequados. Também devem ser feitas correções nos custos e nas práticas de manejo estimadas para terras em consideração, nas bases das comparações com terras já desenvolvidas.

A qualidade e quantidade da água disponível para irrigação devem ser consideradas com relação às características do solo e adaptabilidade das culturas. Os custos de desmatamento, nivelamento e irrigação são comparados com as características de topografia, tais como: declividade e microrrelevo. A próxima etapa na classificação é a divisão dos fatores físicos (solos, topografia e drenagem) em categorias, que têm aproximadamente, igual significação econômica. O resultado dessa etapa é o estabelecimento das especificações ou critérios para elaboração dos mapas. Os critérios são, em seguida, aplicados à área para determinar a arabilidade básica das terras. A classificação básica de arabilidade é, então, modificada de acordo com os dados físicos hidrológicos, econômicos e de engenharia, os quais influenciam projetos semelhantes em operação e se supõe afetarem definitivamente o projeto em investigação.

Com base nestes conceitos, são conhecidas, internacionalmente, seis classes de terra, isto é, quatro irrigáveis, uma temporariamente irrigável e uma não-irrigável, podendo ser identificadas numa completa classificação. Estas classes representam graus de adequabilidade para agricultura irrigada e são necessárias, primeiramente, para análises de uso da terra e de repagamento.

Classe I - Solos cultiváveis, com poucas limitações, aptos para irrigação, planos, muito produtivos com bom nível de manejo.

Classe II - Solos cultiváveis, com limitações não severas, aptos para irrigação, planos a suavemente ondulados. Produtivos, com alto nível de manejo.

Classe III - Solos cultiváveis, com limitações, aptos para irrigação no caso de cultivos rentáveis, planos a ondulados. Produtividade média, com alto nível de manejo.

Classe IV - Solos de cultivo ocasional, não aptos para irrigação, salvo casos especiais e cultivos muito rentáveis. Aptos para cultivos contínuos ou pastos. Podem ser planos ou em colinas. Têm limitações severas e sua produtividade é baixa ou média, com alto nível de manejo.

Classe V - Solos não cultiváveis, aptos para pastos. Têm fatores limitantes muito severos. Requerem práticas intensivas de manejo, para obter-se uma produtividade média, em pastos.

Classe VI - Solos não cultiváveis, salvo para bosque. Normalmente, existem limitações severas em topografia, profundidade e rochosidade. Requerem prática de conservação e manejo florestal.

A exploração de uma área irrigável, contudo, está em função de sua viabilidade de utilização, tendo em vis

ta as facilidades oferecidas pela infra-estrutura de apoio à produção agrícola existente na região, capaz de oferecer condições à equipe técnica responsável pelos trabalhos de introdução e exploração do projeto agrícola.

6. CUSTOS MÉDIOS ATUAIS DE ALGUNS SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO EM USO NO BRASIL

		MIL CRUZEIROS
Gotejo com espaçamento 6 x 6 m	-	Cr$ 180,00/ha
Gotejo com espaçamento 8 x 8 m	-	Cr$ 160,00/ha
Aspersão convencional	-	Cr$ 100,00/ha
Autopropelido pequeno (30 ha)	-	Cr$ 120,00/ha
Autopropelido grande (60)	-	Cr$ 130,00/ha
Pivô central - com 9 torres (46 ha)	-	Cr$ 270,00/ha
Pivô central - com 15 torres (118 ha)	-	Cr$ 210,00/ha

Observações

1) Nos custos descritos, não está incluída a parte de adução da fonte de abastecimento até o sistema, o que varia com as condições locais.

2) De modo geral, os sistemas de irrigação superficiais requerem menores investimentos, e o custo por hectare depende da situação de cada local.

A N E X O - 1

Pequena irrigação - Irrigação conduzida a nível de propriedade agrícola, através de qualquer método de aplicação de água em áreas ao redor de 5 ha.

Irrigação convencional - Irrigação em áreas pequenas ou grandes, através dos métodos tradicionais de aplicação de água, onde a disponibilidade de recursos hídricos permite uma aplicação controlada de água, para atender completamente, se necessário, aos requerimentos de uso consuntivo das culturas.

Irrigação não-convencional - Irrigação conduzida a nível de propriedade agrícola, através de qualquer método de aplicação de água, em áreas geralmente inferiores a 2 ha, com recursos hídricos escassos, visando estabelecer e/ou incrementar, principalmente, as produções das culturas alimentares comumente exploradas no Nordeste do Brasil.

"Irrigação de salvação" - Irrigação suplementar efetuada através da aplicação de pequenas lâminas d'água, normalmente ao redor de 30 mm, para atender o requerimento mínimo de água das culturas após as mesmas terem sofrido consideráveis déficits hídricos.

Métodos não-convencionais de irrigação - Métodos simples de aplicação de água, que utilizam material e mão-de-obra regional, de fácil manejo e alta eficiência de uso de água capazes de estabilizar e/ou incrementar, principalmente, a produção de culturas alimentares em pequenas áreas, de até cerca de 1 ha, com recursos hídricos escassos.