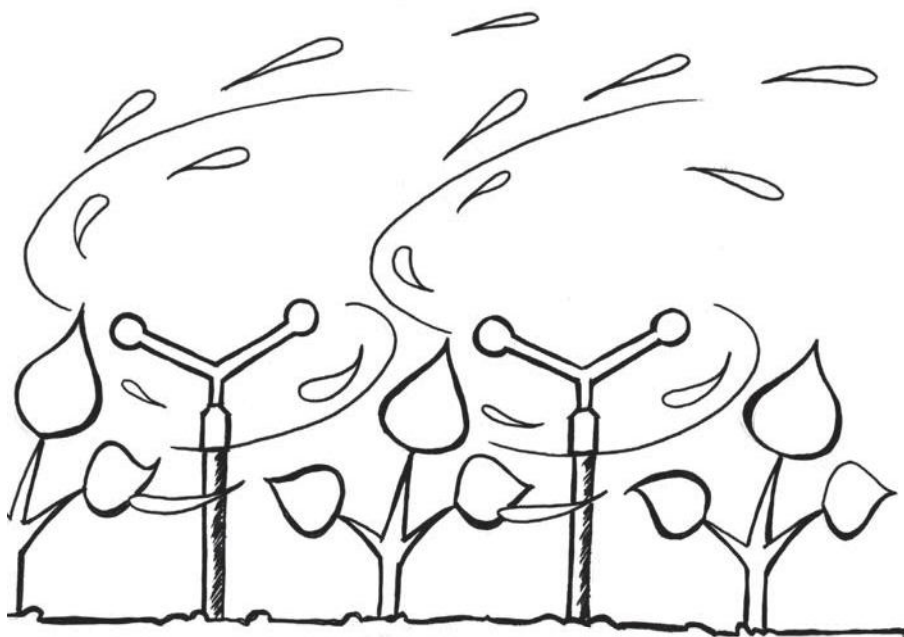


# 8 Irrigação



Luís Fernando Stone  
Pedro Marques da Silveira  
José Aloísio Alves Moreira

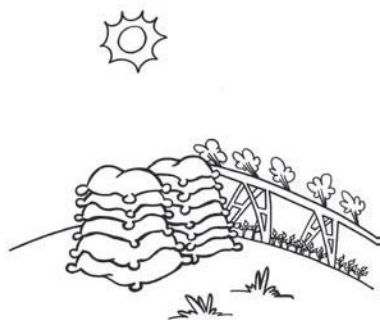
**173 O que deve ser considerado no cultivo irrigado do feijoeiro?**

Para se ter êxito no cultivo irrigado do feijoeiro, é necessário conhecer precisamente o momento adequado para se fazer irrigações, bem como a quantidade de água necessária em cada fase da cultura.

Há pouco tempo, os usuários de irrigação não se mostravam sensíveis a melhorar o seu manejo, possivelmente devido ao baixo custo da água em relação ao custo das práticas que melhorariam a eficiência da irrigação.

A elevação do custo da energia (que, atualmente, representa cerca de 10% do custo total de produção) e a redução da produtividade de lavouras de feijão (causada pela ocorrência de doenças, manejo inadequado do solo, entre outros fatores), acrescidas do manejo inadequado da irrigação, têm alertado os agricultores sobre a importância de controlar adequadamente a irrigação.

**174 Quais são as vantagens da irrigação no cultivo do feijoeiro?**



A irrigação propicia produtividades muito maiores que as obtidas em condições de sequeiro. Além disso, possibilita a colocação do produto no mercado em épocas não convencionais e a produção de sementes de melhor qualidade.

**175 Quais são os principais estados brasileiros produtores de feijão irrigado?**

Os principais estados produtores de feijão irrigado são Goiás, Minas Gerais, Distrito Federal, São Paulo e Bahia. Em uma escala mais reduzida, também se cultiva o feijoeiro irrigado no Mato Grosso e no Espírito Santo.

## 176 O que é gestão da irrigação?

A gestão da irrigação compreende estabelecer práticas que aumentem a eficiência da irrigação, como:

- Revisão periódica do equipamento de irrigação, pois a sua qualidade, avaliada pela uniformidade de aplicação de água, contribui para aumentar a quantidade produzida por volume de água aplicado.
- Definição da época de semeadura mais apropriada, à medida que a semeadura do feijoeiro irrigado é realizada mais tardiamente. A partir de abril, há um aumento na necessidade de água, determinada pela maior evapotranspiração da cultura.
- Escolha do sistema de preparo do solo (no sistema de plantio direto, pode haver economia de até 30% no requerimento de água do feijoeiro em comparação com o que é requerido no sistema convencional).
- Uso de métodos de controle da irrigação (métodos adequados de estabelecimento do momento de irrigar e da quantidade de água a ser aplicada reduzem o desperdício de água e minimizam as perdas de produtividade devido à deficiência de irrigação).

## 177 Cada cultura tem a sua exigência de água? Qual é a exigência do feijoeiro?

Sim. A exigência de água é variável de acordo com a cultura e até mesmo de acordo com a cultivar dentro da cultura. Além disso, diversos outros fatores (climáticos, de solo e de manejo) afetam o requerimento de água do feijoeiro. De maneira geral, o requerimento de água do feijoeiro ao longo do ciclo situa-se na faixa de 250 mm a 400 mm.

178

**A utilização dos dados de requerimento de água durante o ciclo é uma estratégia eficiente para o manejo da irrigação do feijoeiro?**

Não, porque o requerimento de água pelo feijoeiro varia com o estágio de desenvolvimento, a cultivar, o local, as condições de solo e a época de semeadura. Por isso, as informações sobre o requerimento de água, obtidas em um dado local, basicamente só devem ser utilizadas para aquele local e para a época de semeadura considerada.

179

**Já existem informações suficientes para o manejo adequado da irrigação do feijoeiro?**

Os parâmetros necessários à irrigação do feijoeiro, como coeficiente de cultura ( $K_c$ ), fração da água disponível no solo e tensão da água do solo, já estão determinados e à disposição dos agricultores na literatura, tanto para o sistema convencional de preparo do solo (aração e gradagem), como para o sistema de plantio direto.

180

**Com que frequência a cultura do feijoeiro deve ser irrigada?**

A frequência vai depender do solo, da demanda evaporativa da atmosfera, da fase do ciclo da cultura, da cultivar e das práticas culturais adotadas. Entretanto, o momento da irrigação pode ser determinado por equipamentos como o irrigômetro, tensiômetro e tanque USWB Classe A.

181

**Quais são os métodos de controle da irrigação na cultura do feijoeiro?**

Para o manejo da irrigação do feijoeiro, podem ser utilizados o irrigômetro ou os métodos que combinam o uso de tensiômetro com

a curva de retenção da água do solo ou o tanque USWB Classe A com a curva de retenção da água do solo. Todos esses métodos, se bem manejados, são igualmente eficientes no controle da irrigação do feijoeiro.

### **182 O que é o irrigâmetro?**

O irrigâmetro é um aparelho evapotranspluviométrico dotado de um tubo transparente interconectado a um evaporatório com nível de água constante, sendo que a posição do nível de água no tubo transparente em relação às réguas apropriadas indica o momento de irrigar a cultura e o tempo de funcionamento ou a velocidade de deslocamento do equipamento de irrigação. O uso de evaporatórios com diferentes superfícies líquidas expostas à atmosfera possibilita introduzir os efeitos do coeficiente do tanque, do coeficiente da cultura e do coeficiente de localização, fornecendo valores de evaporação, de evapotranspiração de referência e de evapotranspiração da cultura. O aparelho também permite medir a chuva e computar a sua efetividade no manejo da água de irrigação.

### **183 Como funciona o irrigâmetro?**

O aparelho é de fácil utilização, pois o momento de irrigar é visualizado diretamente em uma régua colorida (régua de manejo), que indica se está ou não no momento de irrigar, enquanto o tempo de irrigação (no caso da aspersão convencional) ou a velocidade de deslocamento do pivô central ou sistema linear são lidos diretamente numa régua graduada (régua temporal ou régua percentual).

A operação do irrigâmetro é também muito simples, consistindo na abertura e no fechamento de válvulas existentes no aparelho, de acordo com uma sequência definida. Para que o irrigâmetro funcione de maneira adequada, ele deve ser previamente ajustado para os solos e para as características do equipamento de irrigação existentes na propriedade agrícola.

#### **184 Como o irrigâmetro é instalado?**

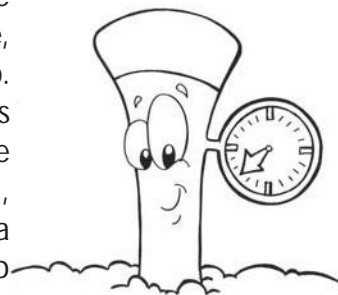
Para facilitar o acompanhamento diário do irrigâmetro pelo operador do equipamento e responsável pelo manejo da irrigação, deve-se escolher um local de acesso próximo à área irrigada que seja livre de obstáculos e sombreamentos. É comum a instalação do irrigâmetro junto à base do pivô, que é uma área seca. A experiência tem mostrado que o local de instalação do irrigâmetro é um fator determinante no êxito do manejo da irrigação. É desejável que o operador do sistema de irrigação inspecione diariamente o irrigâmetro. Para isto, um local estratégico para instalação do aparelho é nas proximidades da casa do operador, mesmo que esteja relativamente distante da área irrigada. É preferível garantir o acompanhamento diário do aparelho, com efetiva funcionalidade do manejo da irrigação, mesmo que isso implique perda de rigor na medição de chuva desuniforme que ocasionalmente possa ocorrer. Entretanto, esse problema pode ser resolvido instalando-se um pluviômetro adicional nas proximidades da área irrigada.

#### **185 Quais são as vantagens de utilizar o irrigâmetro?**

O irrigâmetro é um aparelho simples, de custo relativamente baixo e de fácil instalação e utilização, que mede a lâmina de água evaporada e permite incluir facilmente a chuva no manejo da irrigação. O aparelho pode fornecer o valor da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>), incluindo o coeficiente do tanque (K<sub>t</sub>). Fornece diretamente a estimativa da evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>) incluindo o coeficiente K<sub>t</sub>, além do coeficiente da cultura (K<sub>c</sub>). Indica diretamente quando se deve irrigar a cultura e o tempo de funcionamento do equipamento de irrigação ou a sua velocidade de deslocamento em termos percentuais, sem a necessidade de efetuar cálculos, usar gráficos ou programas computacionais.

**186 De que são constituídos os tensiômetros?**

Os tensiômetros são aparelhos que medem diretamente a tensão da água e, indiretamente, o conteúdo de água do solo. Valores baixos indicam solo úmido, e valores altos indicam solo seco. São constituídos de um tubo plástico de comprimento variável, em cuja extremidade inferior há uma cápsula de porcelana porosa. Os tensiômetros são fechados hermeticamente na extremidade superior, onde se encontra um manômetro de mercúrio ou um vacuômetro metálico tipo Bourdon como elemento indicador do vácuo existente dentro do aparelho, quando em operação.



Atualmente, existem, no mercado, aparelhos digitais chamados tensímetros, que podem substituir os vacuômetros na leitura da tensão da água do solo.

**187 Como os tensiômetros devem ser instalados nos cultivos irrigados de feijão?**

Os tensiômetros devem ser instalados na entrelinha da cultura, em duas profundidades no solo (15 cm e 30 cm), em pelo menos três locais da área de cultivo, quando se trata de irrigação com pivô central. Esses pontos devem corresponder a 4/10, 7/10 e 9/10 do raio do pivô, em linha reta a partir da base.

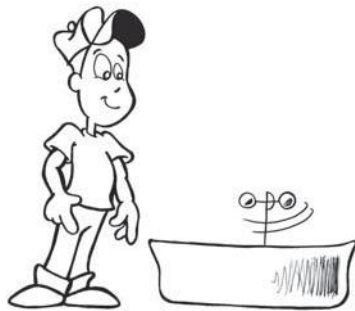
**188 Que tensão da água do solo é recomendada para o controle da irrigação do feijoeiro no sistema de plantio direto?**

Da mesma maneira que no plantio convencional, a irrigação do feijoeiro no sistema de plantio direto deve ser conduzida de modo que a tensão da água do solo, medida a 15 cm de profundidade, não ultrapasse a faixa de 30 kPa - 40 kPa.

**189 O manejo da irrigação para o feijoeiro no sistema de plantio direto difere daquele adotado no sistema convencional?**

Não quando se usa a tensão da água do solo como critério para o momento de irrigar. Os dados de pesquisa têm mostrado que os valores de tensão para o reinício da irrigação para o feijoeiro são semelhantes, tanto no sistema de plantio direto quanto no sistema convencional.

**190 O que é tanque USWB Classe A e qual é a finalidade de seu uso em cultivos irrigados de feijoeiro?**



O tanque USWB Classe A é um tanque evaporimétrico, isto é, ele mede a evaporação da água. Como existe relação entre a evaporação da água medida no tanque e a evapotranspiração máxima da cultura do feijoeiro, o tanque pode ser utilizado para estimar a lâmina de irrigação a ser aplicada e o momento adequado para fazer a irrigação. A lâmina líquida de irrigação é igual à evaporação da água no tanque, corrigida pelo coeficiente do tanque e pelo coeficiente da cultura.

**191 O que é coeficiente da cultura (Kc)?**

O coeficiente da cultura é um índice obtido da relação entre a evapotranspiração máxima de uma determinada cultura ( $ET_m$ ) e a evapotranspiração potencial de um cultivo de referência ( $ET_o$ ), no caso, a grama-batatais (*Paspalum notatum* Flüggé).

A utilização prática do  $K_c$  baseia-se no fato de existir uma estreita correlação entre a água evaporada de um tanque e a evaporação em uma cultura. Portanto, os dados médios de evaporação de um tanque USWB Classe A, que pode ser instalado ao lado da área de



cultivo, multiplicados pelo coeficiente de cultura, podem estimar a demanda de água para a cultura do feijoeiro.

**192 O valor do coeficiente de cultura do feijoeiro utilizado para o cálculo da água de irrigação é o mesmo para todo o ciclo?**

Não. O coeficiente de cultura do feijoeiro aumenta do valor mínimo, na germinação, até o valor máximo, quando as culturas atingem o seu pleno desenvolvimento, decrescendo a partir da maturação.

A fase de máximo desenvolvimento vegetativo, que normalmente ocorre ao redor da floração, é a de maior perda de água por transpiração das plantas. Portanto, esta é a fase em que a cultura mais utiliza água.

**193 Como devem ser utilizados os valores do coeficiente de cultura para calcular a lâmina de irrigação a ser aplicada em cultivos de feijoeiro?**

Quando o controle da irrigação é feito com o auxílio do tanque USWB Classe A, a evaporação do tanque deve ser corrigida pelo coeficiente do tanque e pelo coeficiente de cultura para resultar na lâmina líquida de irrigação a ser aplicada. Os coeficientes de cultura variam com os diferentes estádios da cultura do feijoeiro de modo que, para cada estágio, deve se considerar o coeficiente de cultura correspondente.

**194 Quando se usa o coeficiente de cultura como critério, o manejo da irrigação para o feijoeiro, no sistema de plantio direto, deve diferir daquele adotado no sistema convencional?**

Sim. Os dados de pesquisa têm mostrado que o manejo da irrigação do feijoeiro no sistema de plantio direto deve ser diferente do manejo no sistema de preparo convencional do solo, devido principalmente à cobertura do solo pela palhada (que é adotada no sistema de plantio direto).

195

**É verdade que, com a utilização de palhada sobre o solo, é possível diminuir o número de irrigações do feijoeiro?**

Sim. Com a presença da palhada sobre o solo, torna-se possível a diminuição do número de irrigações e da quantidade total de água aplicada, mas a intensidade da redução depende, entre outros fatores, da quantidade de palha sobre a superfície do solo (a redução é mais significativa a partir de 50% de cobertura da superfície do solo) e da cultivar (resultados experimentais têm mostrado que a economia de água é da ordem de 14% em cultivares de plantas prostradas e de 30% em cultivares de plantas eretas).

196

**Quais são os valores de coeficiente de cultura do feijoeiro determinados para o sistema de plantio direto?**

Os coeficientes de cultura do feijoeiro foram determinados para o SPD e foram agrupados levando-se em conta o percentual de cobertura do solo conforme Tabela 1.

**Tabela 1.** Os coeficientes de cultura do feijoeiro determinados para o SPD.

Dias após a emergência	Percentual de cobertura (%)				
	0	25	50	75	100
Coeficiente de cultura (Kc)					
20	0,63	0,66	0,53	0,53	0,36
27	0,79	0,85	0,68	0,69	0,57
34	1,07	0,99	0,87	0,92	0,92
41	1,25	1,25	1,16	1,1	1,01
48	1,24	1,23	1,14	1,09	0,98
55	1,2	1,21	1,05	0,97	0,93
62	0,97	0,93	0,96	0,77	0,59

Continua...

**Tabela 1.** Continuação.

Dias após a emergência	Percentual de cobertura (%)				
	0	25	50	75	100
	Coeficiente de cultura (Kc)				
69	0,8	0,83	0,58	0,67	0,45
76	0,66	0,63	0,22	0,15	0,31

197

**Quais são os valores de coeficiente de cultura do feijoeiro determinados para o sistema de preparo convencional do solo?**

Os valores do coeficiente de cultura são: 0,69, da germinação ao início do florescimento; 1,28, para a fase de pleno florescimento; e 1,04, para a fase do desenvolvimento das vagens à maturação.

198

**Qual é o método mais prático de controle da irrigação na cultura do feijoeiro?**

O irrigâmetro é prático, mas deve ser ajustado a cada equipamento de irrigação. O método do tensiômetro é mais apropriado para o manejo da irrigação de um ou dois pivôs centrais em uma mesma propriedade agrícola. Com a curva de retenção, pode-se construir uma tabela que indique a lâmina líquida de irrigação a ser aplicada a cada leitura do tensiômetro. Assim, toda vez que a leitura do tensiômetro indicar a tensão recomendada para irrigação ou valor próximo dela, basta consultar a tabela e regular o equipamento de irrigação para aplicar a quantidade indicada.

No caso da existência de mais de dois equipamentos, o método do tanque USWB Classe A é mais prático. Esse método, utilizado na determinação da evapotranspiração de referência, serve também para indicar o quanto irrigar. A evapotranspiração de referência também pode ser determinada por meio de equações, sendo uma das mais usadas a de Penman-Monteith. Os dados climáticos necessários para o cálculo da evapotranspiração de referência podem ser obtidos em estações agrometeorológicas automáticas instaladas na área a ser irrigada ou em estações agrometeorológicas convencionais situadas próximas dela.

199

**Existe outra maneira de calcular a quantidade de água a ser aplicada numa irrigação?**

A maneira alternativa de calcular a quantidade de água a ser aplicada é utilizando-se a curva de retenção da água do solo. Ao quantificar a diferença entre o conteúdo de água na “capacidade de campo” e a tensão recomendada para a irrigação do feijoeiro observada na curva e multiplicar o valor obtido pela profundidade da camada de solo que se pretende irrigar, obter-se-á a lâmina de água líquida a ser aplicada.

200

**Depois de quanto tempo deve-se fazer outra curva de retenção de água do solo para o controle da irrigação do feijoeiro no sistema de plantio direto? E no sistema convencional?**

A curva deve ser feita sempre que houver alteração na capacidade de retenção de água do solo, o que é difícil de precisar. Entretanto, pode-se estabelecer que ela deverá ser feita mais frequentemente no sistema de plantio direto, pois o não revolvimento do solo e o tráfego de máquinas e implementos tendem a alterar as relações físico-hídricas do solo, enquanto o preparo do solo tende a manter estas relações mais estáveis. Assim, no sistema de plantio direto, esta curva poderia ser feita a cada dois anos e, no sistema convencional, a cada três anos.

201

**Quais são os métodos de irrigação mais utilizados na cultura do feijoeiro?**

Atualmente, a irrigação por aspersão com o sistema pivô central tem sido a mais utilizada no cultivo do feijoeiro. Em áreas de várzea ou baixada e em projetos de irrigação com terrenos sistematizados, tem sido utilizada a irrigação por sulcos e a subirrigação.

**202** Que método de irrigação propicia maior produtividade do feijoeiro?

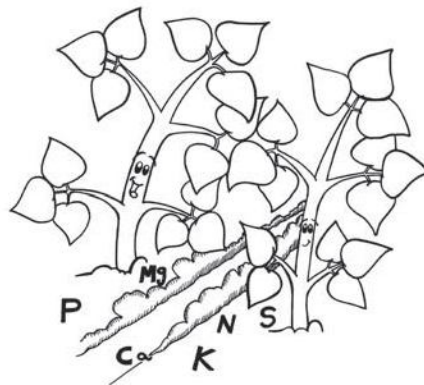
Não existe um método de irrigação superior a outro quanto ao rendimento das culturas. O que existe são métodos que se adaptam melhor às condições locais de solo, à topografia e à cultura a ser irrigada. Para as condições das terras altas da região do Cerrado, a irrigação por aspersão tem sido o método mais adequado e utilizado.

**203** Em que condições a irrigação por sulcos é recomendada para o cultivo do feijoeiro?

A irrigação por sulcos tem sido usada na cultura do feijoeiro tanto em terras altas como em várzeas sistematizadas e drenadas. Todavia, por causa de sua acentuada dependência das condições topográficas, que geralmente requerem sistematização, e por ser inadequada para solos excessivamente permeáveis, pouco profundos e desprovidos de estrutura no horizonte superficial, a irrigação por sulcos tem sido mais utilizada em áreas de várzeas.

**204** Como é conduzida a irrigação por sulcos em lavouras de feijão?

A irrigação por sulcos deve ser conduzida de maneira que a movimentação lateral da água entre os sulcos adjacentes umedeça toda a zona radicular do feijoeiro, sem que haja perdas de água abaixo das raízes. Para que isso ocorra, deve-se estabelecer espaçamento entre sulcos adequado às características do solo a ser irrigado.



De modo geral, têm-se empregado sulcos espaçados de 0,90 m a 1,00 m, com duas fileiras de plantas entre eles. Em áreas de várzeas, sistematizadas e drenadas, em que o tabuleiro apresenta desnível, os sulcos são feitos no sentido da declividade do tabuleiro, com o canal regador aberto junto à taipa superior e o dreno parcelar junto à taipa inferior, sendo os sulcos abertos com espaçamento de 0,90 m a 1,80 m, dependendo da menor ou maior movimentação lateral da água.

**205 Em que condições a subirrigação é recomendada para o cultivo do feijoeiro?**

A subirrigação é mais apropriada para terras baixas ou solos de várzeas e, por isso mesmo, funciona como uma drenagem controlada. Em inúmeras condições, os sistemas de drenagem subterrânea podem ser dimensionados tanto para a remoção do excesso de água existente no solo como para o fornecimento de água para satisfazer às exigências de evapotranspiração das culturas. São sistemas conjugados de irrigação e drenagem. Na subirrigação, a água atinge as raízes das plantas por meio da ascensão capilar.

**206 Como é conduzida a subirrigação em lavouras de feijão?**

Na subirrigação em várzeas, o lençol freático deve ser mantido a uma profundidade tal que permita obter a melhor combinação entre água e ar na zona radicular. A profundidade do lençol restringe a produtividade do feijoeiro, pois, abaixo da linha de saturação, não há aeração, e, sem aeração, as raízes não se desenvolvem. Dependendo da característica do solo, a profundidade ótima pode variar de 30 cm a 150 cm. É com base nessa informação que são estabelecidos a profundidade e o espaçamento entre os drenos.

**207 Em que condições o método de aspersão é recomendado para o cultivo do feijoeiro?**

A irrigação por aspersão é indicada para solos de alta permeabilidade e de baixa disponibilidade de água, como a maioria dos solos da região do Cerrado. Esses solos requerem irrigações frequentes, com menor quantidade de água por aplicação, o que é mais fácil de conseguir com irrigação por aspersão.

**208 Em que condições o sistema de pivô central é recomendado para o cultivo do feijoeiro?**

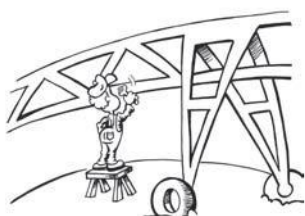
A irrigação por aspersão pelo sistema de pivô central tem como principal vantagem a economia em mão de obra. É indicada para solos que requerem irrigações frequentes, com menor quantidade de água por aplicação. Com esse sistema, quando bem dimensionado, pode-se obter maior uniformidade de aplicação de água em relação ao sistema convencional de aspersão.

**209 Como é conduzida a irrigação pelo sistema de pivô central em lavouras de feijão?**

Como o feijoeiro irrigado é semeado em uma época em que o solo está com baixo teor de umidade, recomenda-se fazer uma irrigação antes da semeadura para facilitar o preparo do solo (no sistema convencional) e para repor a umidade na camada superficial do solo e garantir a germinação uniforme (tanto no sistema convencional como no sistema de plantio direto).

No início do desenvolvimento do feijoeiro, as irrigações devem ser frequentes e com lâminas pequenas, pois o sistema radicular das plantas tem capacidade de explorar apenas a porção mais superficial do solo. Após 10 a 15 dias, as irrigações devem ser feitas seguindo algum método de controle, como os baseados na determinação da evapotranspiração de referência (tanques evaporimétricos, estações agroclimatológicas, irrigâmetro) ou na tensiometria.

**210 Como avaliar a distribuição de água no pivô central?**



Primeiramente, antes do início da de irrigação, é conveniente que seja avaliada a uniformidade de aplicação de água do pivô. Tanto o coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) como o coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) podem ser usados para avaliar a uniformidade. Uma vez corrigidos os problemas detectados, o passo seguinte é escolher um dos métodos disponíveis de controle da irrigação e usá-lo adequadamente ao longo do ciclo da cultura.

**211 Deve-se trabalhar preferencialmente com o CUD ou CUC?**

O CUD é um índice mais rigoroso de uniformidade, que utiliza a quarta parte da área irrigada total, que recebe menos água por ser unidade de análise. Expressa o quanto a precipitação média da área menos irrigada se aproxima da precipitação média total. O CUC expressa o quanto as precipitações coletadas em toda a área se aproximam da precipitação média. O CUD, por ser mais rigoroso, tem sido usado como estimativa da eficiência de aplicação de água no cálculo da lâmina bruta de irrigação.

**212 No cálculo do CUC, é considerada a distância entre os coletores da precipitação do pivô central?**

Indiretamente, sim. No caso de pivô central, a média ponderada das precipitações coletadas entra no cálculo do CUC. Essa média é calculada considerando-se como peso a fração de área representada por cada coletor. Assim, dependendo da distância entre os coletores, a fração de área será maior ou menor. Quando o espaçamento entre coletores é uniforme, pode-se substituir a fração de área pelo número de ordem do coletor.