

Irrigação por Bacias em Nível na Cultura da Bananeira



“regando-lhe os sulcos, aplainando-lhe as leivas.”

(Sl. 65.10a).



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA
Irrigação por bacias em nível - Agricultura e Reforma Agrária - MARA
1992 FL-10165 a de Agricultura Irrigada + CNPAJ



37675-1

IRRIGAÇÃO POR BACIAS EM NÍVEL NA CULTURA DA BANANEIRA(1)

Aurelir Nobre Barreto
Luís Carlos Nogueira
Gerardo Magela Campos

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA — EMBRAPA
Centro Nacional de Pesquisa de Agricultura Irrigada — CNPAI
Parnaíba-PI

(1) Tecnologia adaptada com apoio dos convênios DNOCS/EMEPA e DNOCS/EMBRAPA/CNPAI nos perímetros irrigados de São Gonçalo-PB e Morada Nova-CE.

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:

EMBRAPA/CNPAl

Caixa Postal 341

64200-970 — Parnaíba-PI

Telefones: (086) 322.1422/322.3619/322.1235/322.3385

Telex: (086) 3247

Fax: (086) 322.3445

Tiragem: 2.000 exemplares

Comitê de Publicações:

Braz Henrique Nunes Rodrigues

Dalva Maria da Mota

Djalma Miranda Carvalho Teixeira

Édson Diogo Tavares

Eloizelena Pereira Duarte Fernandes

José de Arimatéia Duarte de Freitas

Luciano José de Oliveira Accioly

Patrícia Silva Ritschel

BARRETO, A. N.; NOGUEIRA, L. C. & CAMPOS, G. M. Irrigação por bacias em nível na cultura da bananeira. Parnaíba, PI: EMBRAPA-CNPAl, 1992. 33p. (EMBRAPA/CNPAl. Circular Técnica, 4).

1. Irrigação — Bacias em Nível. 2. Irrigação — Bananeira. I. BARRETO, A. N. II. NOGUEIRA, L. C. III. CAMPOS, G. M. IV. Título. V. Série.

CDD 631.7

SUMÁRIO

Lista de Tabelas	4
Lista de Figuras	5
Lista de Símbolos	6
1. INTRODUÇÃO	7
2. DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO	8
3. VANTAGENS, DESVANTAGENS E ADAPTABILIDADE	10
4. BASES PARA O DIMENSIONAMENTO	11
4.1. Tempo de Avanço da Água	11
4.2. Vazão Disponível	12
4.3. Características de Infiltração da Água no Solo	12
4.4. Relevo e Movimentação de Terra	12
4.5. Profundidade do Solo	13
4.6. Levantamento Topográfico	13
4.7. Estrutura Hidráulica	13
5. OPERAÇÃO E MANEJO DO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO	14
5.1. Necessidade Hídrica da Cultura	16
5.2. Captação e Derivação de Água.....	19
5.3. Condução e Entrega de Água	19
5.4. Tempo de Aplicação de Água	22
5.5. Jornada de Trabalho	23
5.6. Retificação dos Sulcos de Distribuição de Água	25
5.7. Drenagem	25
6. CONSIDERAÇÕES SOBRE A EXPLORAÇÃO COMERCIAL DA BANANEIRA IRRIGADA POR BACIAS EM NÍVEL	26
6.1. Cultivares	26
6.2. Espaçamentos	26
6.3. Preparo do Solo	28
6.4. Abertura dos Sulcos ou das Covas de Plantio	29
6.5. Adubação	30
6.6. Preparo dos Sulcos de Base Larga para Irrigação	31
6.7. Pré-Irrigação	31
6.8. Aplicação de Matéria Orgânica (via água)	32
7. LITERATURA CITADA	32

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	— Valores de vazão aproximados, em m^3/min , para tubos em posição horizontal, em função do diâmetro e da distância horizontal, fluindo completamente cheios. Relação $Y/D = 1.0$, constante (BARRETO & NOGUEIRA, 1989)	21
TABELA 2	— Vantagens, desvantagens e destino do fruto de seis cultivares de bananeira recomendadas para a região Nordeste	27
TABELA 3	— Espaçamento, área de influência por planta e densidade populacional para seis cultivares de bananeira recomendadas para o Nordeste	28

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 — Perfis teóricos de distribuição de água, em função da operação e do manejo de sistemas de irrigação por superfície. A e B com declividade; C em nível (adaptada de CLEMMENS & DEDRICK, 1980)	9
FIGURA 2 — Esquema da comporta tubular (BARRETO & NOGUEIRA, 1989)	14
FIGURA 3 — Esquema de dois modelos de dissipador hidráulico	15
FIGURA 4 — Esquema do processo de medição de vazão em tubos horizontais, através do método das coordenadas	20
FIGURA 5 — Perfil (a) e corte transversal (b) da calha simplificada de medição de vazão e critérios técnicos de construção (CLEMMENS & REPLOGLE, 1980) ...	22
FIGURA 6 — Calha simplificada operando no Centro Técnico do Perímetro Irrigado de São Gonçalo, em Sousa-PB	24
FIGURA 7 — Esquema do espaçamento em fileiras duplas, dos sulcos de plantio e dos sulcos de base larga para distribuição de água	29
FIGURA 8 — Esquema de uma bacia em nível, operando com a aplicação de água no centro lateral da área, com as linhas gêmeas de plantio dispostas no sentido leste-oeste, paralelas ao canal de irrigação	30
FIGURA 9 — Bananal plantado em fileiras duplas com emissão dos cachos para as entrelinhas	31

LISTA DE SÍMBOLOS

Tav	=	Tempo de avanço da água
Toi	=	Tempo de oportunidade de infiltração
Ta	=	Tempo de aplicação de água
ETr	=	Evapotranspiração real da cultura
Kc	=	Coeficiente de cultivo
Kp	=	Coeficiente do tanque classe "A"
ECA	=	Evaporação do tanque classe "A"
LI	=	Lâmina líquida de irrigação
Lb	=	Lâmina bruta de irrigação
CC	=	Capacidade de campo
PM	=	Ponto de murcha
Pe	=	Profundidade efetiva do sistema radicular
Ds	=	Densidade do solo
Fc	=	Fator de consumo de água da cultura
Ea	=	Eficiência de aplicação de água
Q	=	Vazão do tubo da comporta
Cd	=	Coeficiente de descarga do tubo da comporta
D	=	Diâmetro interno do tubo da comporta
X	=	Coordenada horizontal do trajeto da água
Y	=	Coordenada vertical do trajeto da água
Qd	=	Vazão disponível para aduzir à bacia
A	=	Área da bacia em nível
Jt	=	Jornada de trabalho por dia
Tr	=	Turno de rega

IRRIGAÇÃO POR BACIAS EM NÍVEL NA CULTURA DA BANANEIRA¹

Aurelir Nobre Barreto²
Luis Carlos Nogueira³
Gerardo Magela Campos⁴

1. INTRODUÇÃO

Considera-se a prática da irrigação uma forma segura para se obter melhor eficiência na exploração agrícola. O adequado fornecimento de água às plantas no semi-árido, região de abundante insolação, garante o sucesso econômico das culturas.

A cultura da bananeira irrigada deve ser incentivada pela sua rentabilidade e potencialidade.

No Brasil, a bananicultura se faz presente em todos os estados, colocando-se no 2º lugar em volume de produção entre as fruteiras tropicais e ocupando a 14ª posição entre os produtos agrícolas em área colhida. Destaca-se, ainda, como a 1ª fruta de maior popularidade, contribuindo na dieta alimentar em todas as faixas etárias.

O uso de modernas técnicas agrícolas hoje disponíveis é indispensável para se atingir um patamar que expresse o potencial econômico da bananicultura, refletido pelo aumento da produtividade.

¹ Tecnologia adaptada com o apoio dos convênios DNOCS/EMEPA e DNOCS/EMBRAPA-CNPAl nos perímetros irrigados de São Gonçalo-PB e Morada Nova-CE.

² Engenheiro Agrônomo, M. Sc., Pesq. do CNPA/EMBRAPA, Caixa Postal 174, 58100-970, Campina Grande-PB.

³ Engenheiro Agrônomo, M. Sc., Pesq. do CNPA/EMBRAPA, Caixa Postal 341, 64200-970, Parnaíba-PI.

⁴ Engenheiro Agrônomo, M. Sc., Pesq. do DNOCS, Av. Duque de Caxias, 1.700, 60035-111, Fortaleza-CE.

A falta de habilidade do irrigante e o desconhecimento da dinâmica da água no solo constituem as maiores causas das baixas eficiências no uso da água (SIMÕES, 1974, citado por BARRETO & FORMIGA, 1986), o que torna, muitas vezes, a prática da irrigação antieconômica.

Atualmente, estão sendo empregadas técnicas capazes de tornar a irrigação por superfície mais eficiente, a partir de uma distribuição de água mais uniforme e com menores perdas.

Esta publicação apresenta e exemplifica o uso de IRRIGAÇÃO POR BACIAS EM NÍVEL na cultura da bananeira, destacando-se aspectos da operação e do manejo do sistema.

2. DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO

A irrigação por bacias em nível é um sistema do método por superfície, em área sistematizada, de forma que a distribuição de água seja feita da maneira mais uniforme possível, com riscos mínimos de erosão do solo.

Em comparação com outros sistemas de irrigação por superfície, quando bem operado e manejado, esse sistema permite reduzir os volumes de água gastos, diminuindo os custos com energia elétrica no bombeamento e com aquisição e construção de estruturas hidráulicas.

Segundo SCALOPPI (1986), nos sistemas de irrigação por superfície, é possível reduzir em até 62% o consumo de energia elétrica em função do aumento da eficiência de aplicação de água.

Na prática, a água é aplicada numa das extremidades da bacia em nível e flui, por efeito do gradiente hidráulico, através dos sulcos de base larga que distribuem a água por toda a área. Esses sulcos são interligados nas extremidades para melhor distribuição da água de irrigação. O perfil de distribuição da água será tanto melhor, quanto menor for o tempo de avanço da água desde o início até o final da parcela. A partir desse tempo, passa a ser contado o tempo de oportunidade de infiltração, que dependerá da lâmina real de água requerida pela cultura e da taxa de infiltração do solo.

Assim, deve-se manejar com o tempo de aplicação de tal maneira que seja pequena a diferença de tempo de oportunidade de infiltração entre as partes da bacia, o que concorre para uma melhor distribuição de umidade na profundidade efetiva do sistema radicular, além de redução das perdas de água por percolação profunda.

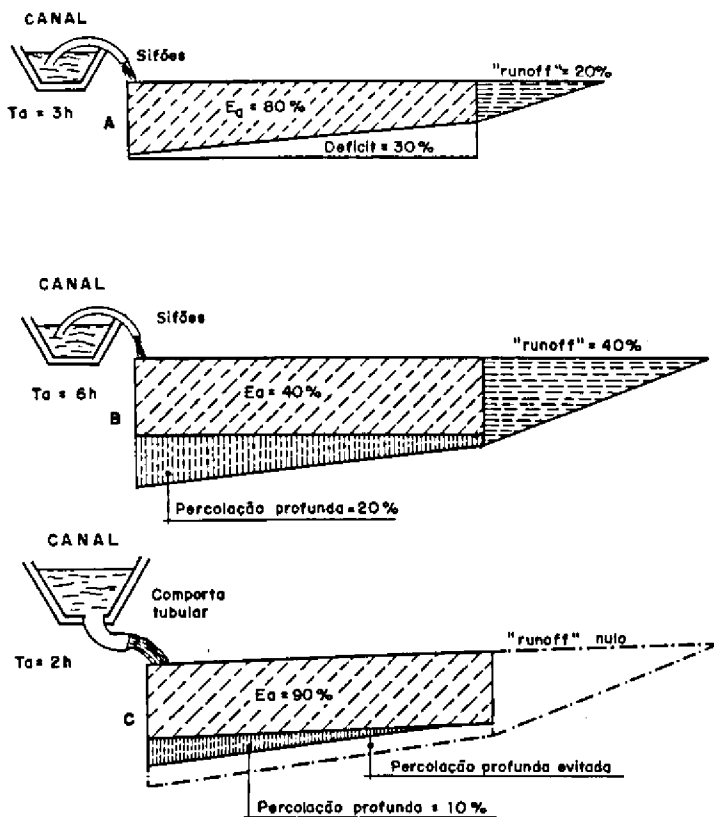


FIGURA 1 - Perfis teóricos de distribuição de água, em função da operação e do manejo de sistemas de irrigação por superfície. A e B com declividade; C em nível (adaptada de CLEMMENS & DEDRICK, 1980).

A FIGURA 1 ilustra três perfis teóricos de distribuição de água, possível de ocorrer em função do dimensionamento, da operação e do manejo de sistemas de irrigação por superfície.

No perfil A, o tempo de aplicação (T_a) de três horas não foi suficiente para suprir adequadamente de água a zona radicular, havendo deficiência de 30%. Além disso, devido ao desnível da área, houve perda de 20% de água por escoamento superficial para fora da parcela ("runoff"). A vazão aplicada não pode ser grande para não

causar erosão, já que a parcela está em declive e não pode ser muito pequena, pois o tempo de avanço da água seria grande, o que causaria maior diferença de lâminas infiltradas entre o início e o final da parcela.

No perfil B, ainda considerando a parcela em declive, o tempo de aplicação de seis horas permitiu o completo umedecimento da zona radicular, gerando, entretanto, 20% de perda de água por percolação profunda. As perdas por escoamento superficial para fora da parcela foram maiores (40%). A eficiência de aplicação (40%) é baixa, devendo ser melhorada.

No perfil C, a parcela está em nível, o que permite aplicar maior vazão sem causar erosão. Isso reduz o tempo de aplicação, diminuindo as perdas por percolação profunda e a diferença de lâminas infiltradas entre o início e o final dos sulcos. Não ocorrem perdas por escoamento superficial para fora da parcela devido estar em nível e haver diques de proteção. A eficiência de aplicação pode atingir valores superiores a 90%, sendo considerada excelente (ERIE & DE-DRICK, 1979).

3. VANTAGENS, DESVANTAGENS E ADAPTABILIDADE

Não existe, de modo absoluto, um método ou sistema de irrigação melhor que outro. Na realidade, a recomendação dos métodos ou sistemas de irrigação obedece a critérios que avaliam vantagens e desvantagens relativas à sua adaptabilidade em determinadas situações.

3.1. Vantagens

- Melhoria na eficiência de aplicação de água (podendo superar 90%), devido ao escoamento superficial nulo e à redução das perdas por percolação;
- Economia de energia elétrica em caso de bombeamento;
- Redução da mão-de-obra para aplicação de água, pois permite semi-automatização do sistema;
- Redução da necessidade de infra-estrutura de drenagem, por aplicar menor quantidade de água;
- Facilidade de cálculo para quantificar e aplicar a água de irrigação;
- Facilidade de elaboração da jornada de trabalho;

- Desafogamento da rede hidráulica devido à economia de água;
- Redução da construção de canais;
- Redução dos riscos de erosão devido a área ser em nível.

3.2. Desvantagens

- Exigência de maior precisão na sistematização;
- Exigência de vazões mais elevadas para reduzir o tempo de avanço da água do início ao final da parcela;
- Exigência de maiores cuidados com a drenagem de emergência (na época de chuvas);
- Exigência de estruturas hidráulicas específicas para cada parcela, como dissipadores, comportas, etc.

3.3. Adaptabilidade

- Praticamente todas as culturas podem ser irrigadas por esse sistema;
- Pode ser utilizada em solos de textura média e argilosa;
- O relevo da área deve ser plano a suavemente ondulado para reduzir a sistematização.

4. BASES PARA O DIMENSIONAMENTO

4.1. Tempo de Avanço da Água

Para que o sistema de bacias em nível seja projetado dentro de critérios que proporcionem alta eficiência de aplicação de água, as dimensões de uma bacia devem ser tais que o tempo de avanço (T_{av}) seja igual ou menor que um quarto do tempo de oportunidade de infiltração (T_{oi}).

Observando-se esse critério geral de projeto, a eficiência de aplicação pode-se elevar acima de 90%, quando a operação e o manejo são condizentes com os cálculos pré-estabelecidos.

4.2. Vazão Disponível

Numa superfície horizontal, como uma bacia em nível, o avanço da água ocorre por efeito do gradiente hidráulico. Esse avanço é diretamente proporcional à vazão de entrada e quanto mais rápido for o avanço da frente líquida, menores perdas por percolação profunda ocorrem ao longo da bacia.

Portanto, vazões mais elevadas permitem a implantação de bacias maiores. Em termos práticos e com base no princípio do gradiente hidráulico, pode-se considerar uma vazão unitária de 70 l/s/ha para fins de dimensionamento do projeto.

4.3. Características de Infiltração da Água no Solo

A irrigação por bacias em nível é indicada para solos de textura média e argilosa. Áreas que apresentam grandes variações na sua capacidade de infiltração devem ser separadas individualmente pela sua classe textural. Os dados necessários de infiltração para projeto ou avaliação técnica do sistema devem ser obtidos através do uso de infiltrômetro de anel.

4.4. Relevo e Movimentação de Terra

Em se tratando da implantação de sistemas de irrigação por superfície, a classificação do relevo diz respeito à viabilidade econômica na movimentação de terra.

Do ponto de vista da mecanização, uma parcela agrícola de grandes dimensões traz vantagens para as diversas operações com máquinas. Mas, em se tratando de sistematização, deve haver uma relação entre o volume de solo movimentado e a distância de transporte, pois os custos são significativamente acrescidos em função desses dois fatores, que determinam o tamanho da bacia. O volume de 600 m³/ha tem sido usado, na prática, como limite máximo de movimentação de solo na sistematização para bacias em nível.

4.5. Profundidade do Solo

O horizonte superficial deve ser preservado na sistematização de uma bacia em nível e a alternativa para isso é reduzir o tamanho da parcela.

4.6. Levantamento Topográfico

Para uma maior precisão na sistematização, deve-se proceder ao levantamento topográfico em cada parcela numa malha de 12 x 12m, tendo, cada estaca, uma área de influência de 144 m². A precisão dos trabalhos influirá direta e grandemente na eficiência e na uniformidade de distribuição da água de irrigação.

4.7. Estrutura Hidráulica

Todos os canais devem ser revestidos, para que o funcionamento esteja dentro do padrão ideal de manejo.

Para evitar problemas de rachaduras, recomenda-se, durante a construção, deixar juntas de dilatação a cada 10 m, vedando-as, posteriormente, com material compressível (asfalto, piche, etc.).

A aplicação de água nas bacias em nível é feita diretamente do canal, através de uma ou duas comportas, dispensando o uso dos sifões. Esse processo simplifica a aplicação da água à parcela, evitando toda a mão-de-obra usada para ligar e desligar os sifões no sistema convencional.

A comporta tubular (em PVC) tem-se destacado das convencionais (em ferro e em madeira) até então empregadas em canais de irrigação. Esse tipo de comporta garante uma perfeita vedação, evitando vazamentos indesejáveis na área de cultivo, e permite quantificar, de modo fácil, a aplicação do volume de água necessário à cultura (FIGURA 2). A comporta tubular foi descrita em detalhes por BARRETO & NOGUEIRA (1989).

A aplicação da quantidade de água necessária à cultura é feita em um curto espaço de tempo e, por isso, faz-se necessária a construção de dissipadores para evitar a erosão no local de descarga.

O dissipador é construído junto à comporta tubular, entre o canal e a área a ser cultivada, e consiste em uma obra de alvenaria, ao nível do terreno, revestido e com tijolos encravados, dispostos em filas

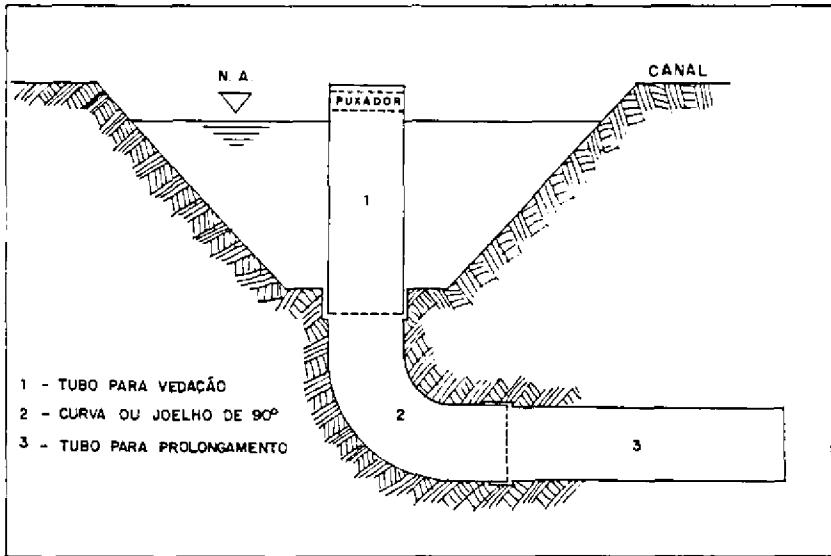


FIGURA 2 - Esquema da comporta tubular (BARRETO & NOGUEIRA, 1989).

alternadas para diminuir a velocidade e a turbulência da água. As dimensões e o modelo do dissipador hidráulico dependem da situação do canal e do terreno. A FIGURA 3 mostra dois modelos de dissipador hidráulico de comum ocorrência no campo.

5. OPERAÇÃO E MANEJO DO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO

Deve-se proceder à operação e ao manejo apropriados de modo que forneça quantidades adequadas de água às plantas, nos momentos oportunos, e ainda assegurar uma boa drenagem, possibilitando a remoção de sais e a aeração no sistema radicular.

As práticas de manejo de irrigação são imprescindíveis para minimizar os custos de bombeamento.

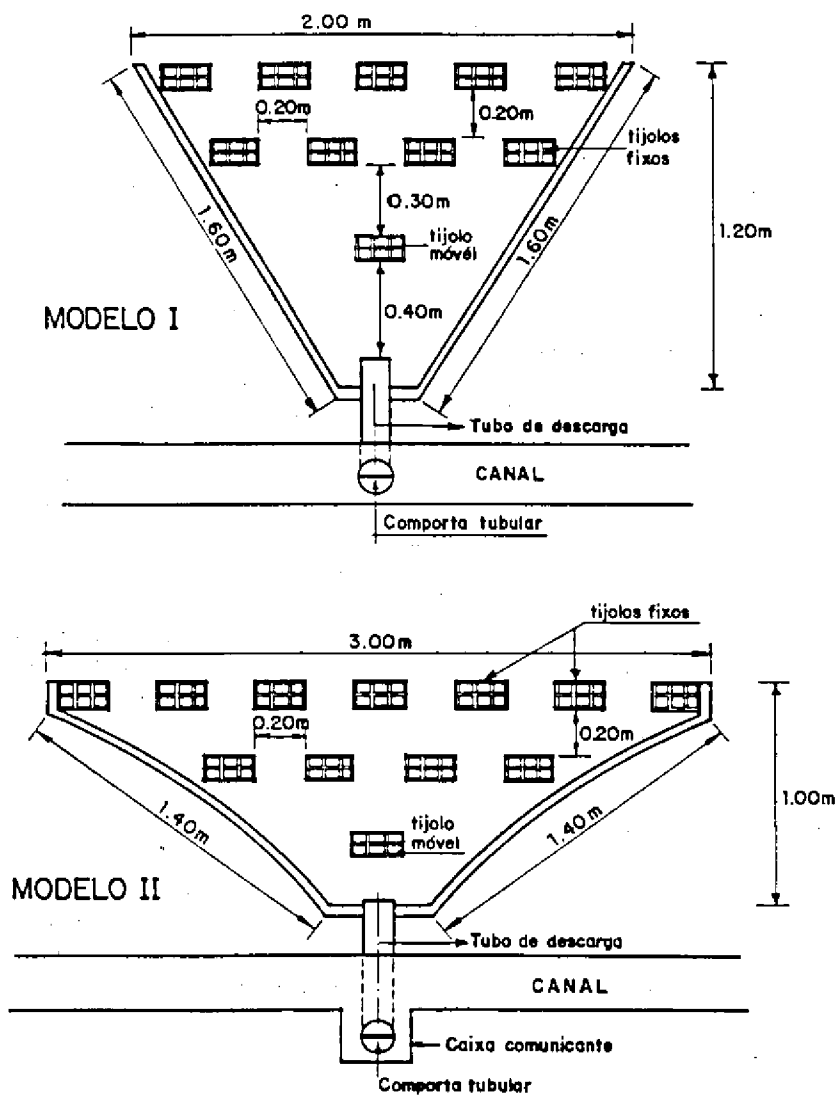


FIGURA 3 - Esquema de dois modelos de dissipador hidráulico.

5.1. Necessidade Hídrica da Cultura

Uma das características inerentes à bananeira é a sua grande exigência de água para crescer e produzir satisfatoriamente. Portanto, raramente se encontram condições naturais de precipitação com frequência suficiente para atender plenamente às suas necessidades hídricas.

Considerando as irregularidades pluviométricas como fator limitante da produção, a prática da irrigação é evidenciada como a solução tecnicamente racional para garantir bons rendimentos da cultura e boa qualidade do produto para o mercado consumidor.

Na prática, a quantidade de água aplicada à cultura depende do clima, do solo, do desenvolvimento da planta e do sistema de irrigação, além da cultivar empregada.

De modo geral, atribui-se um consumo anual variável, desde 1.000 até 3.000 mm, para satisfazer a demanda de água da bananeira. Para o Brasil, citam-se como bons os valores de 1.200 a 1.800 mm/ano. Assume-se o valor médio anual de 1.800 mm (ou 18.000 m³/ha) como sendo ideal (MARINATO, 1980).

Dois maneiras práticas com as quais se pode estimar a quantidade de água para as culturas, inclusive para a bananeira, com boa precisão, são o "uso do tanque classe A" e a "determinação da umidade do solo".

5.1.1. Uso do Tanque Classe "A"

Esse instrumento (evaporímetro) tem sido bastante recomendado internacionalmente para o cálculo de lâminas de irrigação para as culturas. A partir dos dados de evaporação do tanque (ECA), determina-se a evapotranspiração real, calculada pela expressão:

$$E_{Tr} = K_c \cdot K_p \cdot ECA \quad (1)$$

onde: E_{Tr} = evapotranspiração real, em mm/dia;

K_c = coeficiente de cultivo, adimensional;

K_p = coeficiente do tanque, adimensional;

ECA = evaporação do tanque classe "A", em mm/dia.

Na ausência de informações climáticas locais para encontrar o valor tabelado de K_p , recomenda-se, para regiões semi-áridas, o valor

médio de 0,75 (SOARES & AMORIM NETO, 1986). Da mesma forma, os valores de Kc podem ser tomados de DOORENBOS & KASSAN (1988).

Para a região Nordeste, nas condições de solos aluviais, têm-se alcançado ótimas produtividades na cultura da bananeira quando se usam dados do tanque classe "A" para turnos de rega (Tr) de cinco dias, considerando-se, evidentemente, satisfatórios os demais fatores de produção inerentes à cultura.

Exemplo:

Considerem-se o turno de rega de 5 dias, o Kc = 0,7; o Kp = 0,75 e os seguintes valores de ECA:

DIA	ECA
01	8,3 mm
02	8,9 mm
03	8,5 mm
04	9,8 mm
05	9,5 mm
Soma	45,0 mm

Substituindo-se os valores na equação (1) tem-se:

$$E_{Tr} = 0,7 \times 0,75 \times 45 \text{ mm} = 23,6 \text{ mm/turno de rega}$$

Nesse caso, 23,6 mm é a lâmina de água para atender à demanda evapotranspiratória da cultura (lâmina líquida, LI) no turno de rega de cinco dias. Entretanto, deve-se considerar a eficiência de aplicação do sistema, a fim de determinar a lâmina bruta (Lb) de água a aplicar. A lâmina bruta pode ser calculada pela equação:

$$L_b = \frac{LI}{E_a} \quad (2)$$

Para o sistema de irrigação por bacias em nível, pode-se considerar uma eficiência de aplicação (E_a) de 90%. Assim, considerando-se o exemplo acima e a equação (2), tem-se:

$$L_b = \frac{23,6 \text{ mm}}{0,90} = 26,2 \text{ mm/turno de rega}$$

5.1.2. Determinação da Umidade do Solo

Para se obter a lâmina líquida de irrigação (LI) através de parâmetros físico-hídricos do solo, devem ser determinados: capacidade de campo (CC), ponto de murcha (PM) e densidade do solo (D_s), além da profundidade efetiva das raízes (P_e) e do fator de consumo de água da cultura (F_c). Esse método tem melhor aplicabilidade quando a cultura já está desenvolvida, pois nessa fase há máxima exploração possível pelo sistema radicular.

As raízes da bananeira são pouco ramificadas, podendo-se considerar duas classes: raízes de sustentação, que crescem verticalmente, atingindo 1,5 m ou mais de profundidade, e raízes de alimentação ou superficiais, que crescem nos primeiros 30 a 40 cm do solo. Porém, cerca de 70% das raízes são encontradas nos primeiros 20 cm de profundidade (MARINATO, 1980).

Calcula-se a lâmina líquida (LI) pela expressão:

$$LI = \frac{CC - PM}{100} \times P_e \times D_s \times F_c \quad (3)$$

Exemplo:

$$LI = ?$$

$$CC = 24\%$$

$$PM = 12\%$$

$$P_e = 400 \text{ mm}$$

$$D_s = 1,3 \text{ g/cm}^3$$

$$F_c = 0,35 \text{ (representa o consumo de 35\% da água disponível do solo e, portanto, a reposição necessária).}$$

Substituindo-se os valores na equação (3), tem-se:

$$Ll = \frac{24 - 12}{100} \times 400 \times 1,3 \times 0,35 = 21,8 \text{ mm}$$

Valendo-se da equação (2), a lâmina bruta será:

$$Lb = \frac{21,8 \text{ mm}}{0,90} = 24,2 \text{ mm}$$

5.2. Captação e Derivação de Água

No caso de bombeamento, os cuidados operacionais são simples, sendo importante a instalação adequada da eletrobomba e sua manutenção, no sentido de manter seu rendimento de acordo com as especificações técnicas. Para isso, fazem-se necessárias averiguações rotineiras para substituição de gaxetas e vedação na tubulação de sucção, além de lubrificação.

Em se tratando de perímetro irrigado em que o setor é operado apenas por meio de derivação de água, os cuidados operacionais se resumem apenas na manutenção das estruturas de adução para os canais principais.

5.3. Condução e Entrega de Água

As necessidades para cada área (necessidade da cultura e perdas) definem a operação do sistema de condução e entrega de água, no que se refere à quantidade de água a ser aplicada e o tempo de distribuição em toda a rede de condução. Para uma operação bem sucedida no transporte de água, são necessárias estruturas e meios adequados de medidas de fluxo, pois cada bacia terá uma necessidade diferente, em função do seu tamanho e da fase de desenvolvimento da cultura.

Apresentam-se, a seguir, dois métodos práticos de determinação de vazões no campo:

5.3.1. Método das Coordenadas

Quando se tem um tubo na posição horizontal, como uma bomba ou uma comporta tubular, operando em regime de descarga livre, a vazão pode ser determinada, conhecendo-se a distância horizontal (X) e a vertical (Y) da trajetória do jato de água e o diâmetro (D) do tubo, utilizando-se a equação:

$$Q = 0,0174.Cd.D^2 \frac{X}{Y^{0,5}} \quad (4)$$

Onde:

- Q = Vazão do tubo, em l/s;
- Cd = Coeficiente de descarga do tubo (adimensional);
- D = Diâmetro interno do tubo, em cm;
- X = Coordenada horizontal do trajeto da água, em cm;
- Y = Coordenada vertical do trajeto da água, em cm.

A FIGURA 4 mostra o processo de medição da coordenada horizontal (X), através de um esquadro graduado em cm, com a coordenada vertical (Y) igual ao diâmetro (D) do tubo. Esse processo foi descrito em detalhes por BARRETO & NOGUEIRA (1989). A TABELA 1 fornece valores de vazão em função de valores de X e D de ocorrência mais comum no campo.

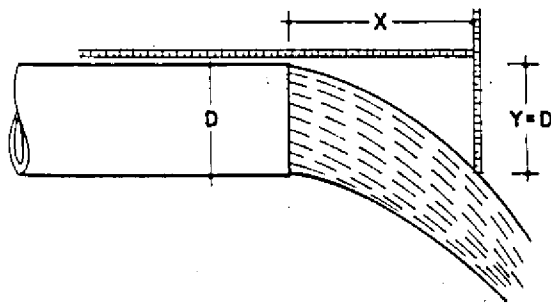


FIGURA 4 - Esquema do processo de medição de vazão em tubos horizontais, através do método das coordenadas.

TABELA 1 — Valores de vazão aproximados, em m^3/min , para tubos em posição horizontal, em função do diâmetro e da distância horizontal, fluindo completamente cheios. Relação $Y/D = 1.0$, constante (BARRETO & NOGUEIRA, 1989)

Distância Horizontal (cm)	Vazão (m^3/min)						
	D = 50mm	D = 75mm	D = 100mm	D = 150mm	D = 200mm	D = 250mm	D = 300mm
20	0.25	0.48	0.77	1.56	2.56	2.61	3.43
22	0.27	0.52	0.84	1.67	2.76	2.87	3.77
24	0.29	0.56	0.90	1.78	2.95	3.13	4.12
26	0.31	0.60	0.96	1.90	3.14	4.61	4.46
28	0.33	0.64	1.02	2.02	3.31	4.69	4.80
30	0.36	0.68	1.08	2.13	3.47	5.16	7.05
32	0.38	0.72	1.15	2.24	3.66	5.42	7.43
34	0.40	0.76	1.21	2.36	3.85	5.66	7.79
36	0.42	0.80	1.27	2.47	4.03	5.90	8.14
38	0.45	0.84	1.34	2.58	4.20	6.14	8.48
40	0.47	0.88	1.40	2.69	4.37	6.40	8.81
42	0.49	0.92	1.46	2.81	4.55	6.66	9.12
44	0.51	0.96	1.52	2.92	4.72	6.91	9.43
46	0.54	1.00	1.58	3.04	4.90	7.16	9.75
48	0.56	1.05	1.64	3.16	5.06	7.40	10.10
50	0.58	1.09	1.70	3.28	5.23	7.63	10.44
52	0.61	1.13	1.76	3.39	5.41	7.89	10.77
54	0.63	1.17	1.83	3.51	5.59	8.13	11.10
56	0.65	1.21	1.89	3.63	5.76	8.37	11.42
58	0.68	1.25	1.96	3.74	5.94	8.61	11.73
60	0.70	1.29	2.02	3.86	6.11	8.85	12.04
62	0.72	1.33	2.08	3.97	6.29	9.08	12.37
64	0.75	1.37	2.15	4.08	6.48	9.32	12.70
66	0.77	1.42	2.21	4.20	6.66	9.57	13.02
68	0.79	1.46	2.27	4.31	6.84	9.82	13.34
70	0.82	1.50	2.33	4.42	7.03	10.07	13.65
72	0.84	1.54	2.40	4.52	7.21	10.31	13.96
74	0.86	1.59	2.46	4.63	7.39	10.55	14.26
76	0.89	1.63	2.52	4.74	7.57	10.80	14.58
78	0.91	1.67	2.58	4.86	7.74	11.06	14.91
80	0.93	1.72	2.64	4.98	7.92	11.32	15.23
82	0.96	1.76	2.71	5.10	8.09	11.57	15.56
84	0.98	1.80	2.77	5.22	8.27	11.83	15.88
86	1.00	1.84	2.84	5.33	8.44	12.08	16.20
88	1.03	1.89	2.91	5.45	8.61	12.34	16.52
90	1.05	1.93	2.97	5.57	8.78	12.59	16.83
92	1.07	1.97	3.04	5.68	8.95	12.84	17.17
94	1.10	2.02	3.10	5.80	9.12	13.09	17.51
96	1.12	2.06	3.17	5.92	9.29	13.34	17.85
98	1.14	2.10	3.24	6.03	9.45	13.59	18.19
100	1.17	2.14	3.30	6.15	9.62	13.83	18.53

5.3.2. Método da Calha Simplificada

A calha simplificada para medição de vazão em canais de irrigação foi desenvolvida para contornar algumas falhas apresentadas por outros tipos de calhas e vertedores.

Esse instrumento hidrométrico (CLEMMENS & REPLOGLE, 1980) é de fácil construção e fornece as leituras de vazão diretamente numa escala graduada (limnómetro), confeccionada através de modelo matemático e afixada ao talude do canal.

A FIGURA 5 mostra as dimensões e critérios técnicos de construção de uma calha simplificada.

A FIGURA 6 mostra um canal de seção trapezoidal com a calha construída e em pleno funcionamento.

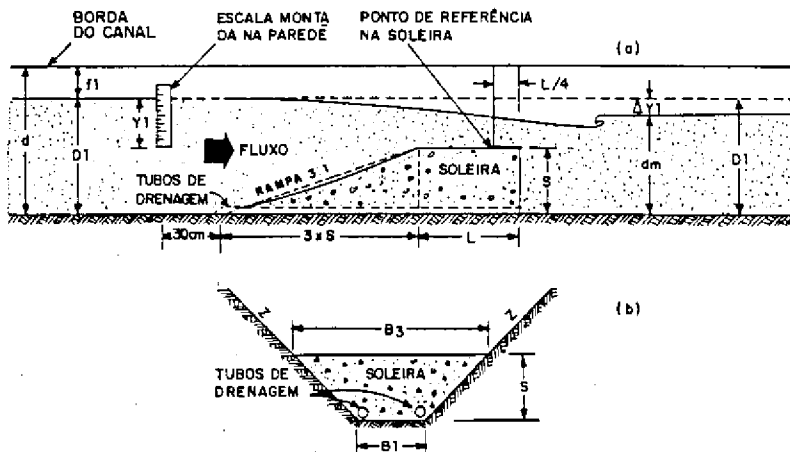


FIGURA 5 - Perfil (a) e corte transversal (b) da calha simplificada de medição de vazão e critérios técnicos de construção (CLEMMENS & REPLOGLE, 1980).

5.4. Tempo de Aplicação de Água

No sistema de irrigação por bacias em nível, o tempo de aplicação (T_a) representa uma importante operação de manejo de água. Ele pode ser definido como sendo o intervalo necessário para se aplicar

à bacia o volume estimado para atender à cultura durante os dias correspondentes ao turno de rega (T_r).

O tempo de aplicação está diretamente relacionado à entrega e à quantificação da água e é inversamente proporcional à vazão disponível (Q_d), podendo ser calculado para cada parcela através da equação:

$$T_a = \frac{A \times L_b}{Q_d} \quad (5)$$

Onde:

T_a = Tempo de aplicação (min);

A = Área da bacia (m^2);

L_b = Lâmina bruta (m);

Q_d = Vazão disponível para aduzir à bacia (m^3/min).

Exemplo:

$T_a = ?$

$A = 1 \text{ ha} = 10.000 \text{ m}^2$

$L_b = 40 \text{ mm} = 0,04 \text{ m}$

$Q_d = 80 \text{ l/s} = 4,8 \text{ m}^3/\text{min}$

Substituindo-se os valores na equação (5), tem-se:

$$T_a = \frac{10.000 \text{ m}^2 \times 0,04 \text{ m}}{4,8 \text{ m}^3/\text{min}} = 83,33 \text{ min} = 1\text{h}23\text{min}$$

5.5. Jornada de Trabalho

A jornada de trabalho diária (J_t) representa o número de horas que o sistema deve operar diariamente, visando atender à irrigação adequada das várias áreas do projeto.

A jornada dependerá da soma dos tempos de aplicação do projeto e do turno de rega. A seguinte equação permite calcular o número de horas de operação do sistema.

$$Jt = \frac{STa}{Tr} \quad (6)$$

Onde:

Jt = Jornada de trabalho diária (h);

STa = Somatório dos tempos de aplicação das várias bacias do projeto (h);

Tr = Turno de rega (dias).

Exemplo:

Jt = ?

Área do projeto = 40 ha

STa = 55,5 h

Tr = 5 dias

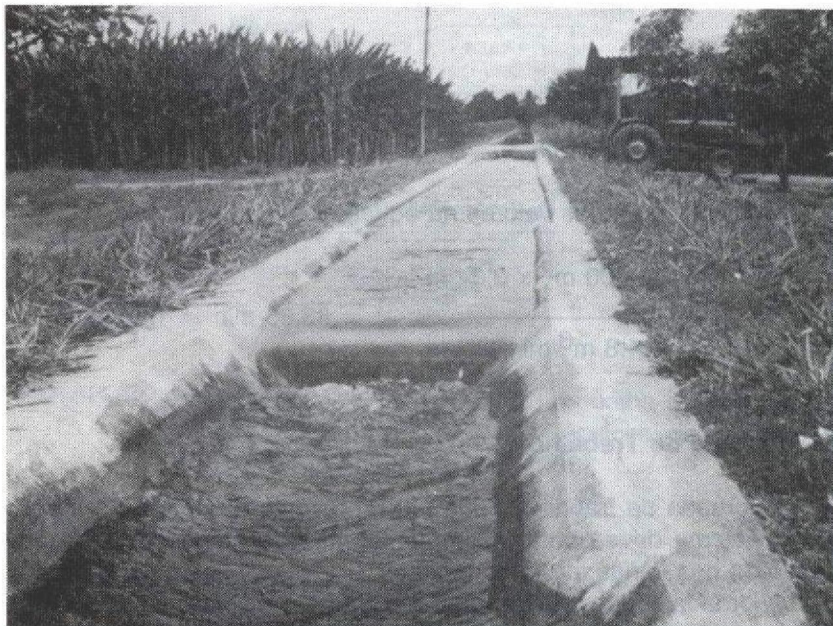


FIGURA 6 - Calha simplificada operando no Centro Técnico do Perímetro Irrigado de São Gonçalo, em Sousa-PB.

Substituindo-se os valores na equação (6), tem-se:

$$J_t = \frac{55,5 \text{ h}}{5 \text{ dias}} = 11,10 \text{ h} = 11\text{h}6\text{min}$$

5.6. Retificação dos Sulcos de Distribuição de Água

Durante o período chuvoso, os sulcos ficam sujeitos a deformações, diminuindo a sua eficiência de distribuição da água de irrigação, havendo necessidade de reparos.

A operação de retificação consiste numa raspagem de solo entre as fileiras simples, repondo-o nas laterais dos sulcos com uso de enxadas manuais.

5.7. Drenagem

A drenagem do solo é a remoção, por meios artificiais, do excesso de água acumulado no perfil ou na superfície. O excesso de água no solo reduz as trocas gasosas entre o solo, a atmosfera e a planta. Assim, más condições de drenagem estão geralmente acompanhadas de deficiências de oxigênio, o que causa diminuição no volume total das raízes, aumentando a resistência ao transporte da água e nutrientes na planta e a formação de compostos tóxicos no solo e na planta, podendo causar a morte de células e o apodrecimento de raízes. A bananeira é classificada como uma planta pouco tolerante à saturação na zona radicular, necessitando, portanto, de remoção de umidade em tempo oportuno. Assim, é importante que se providencie, de modo preventivo, um sistema de drenagem, principalmente onde são possíveis períodos prolongados de chuva.

A remoção do excesso de água de chuvas é feita mediante a construção de um dreno de emergência, localizado em um ponto da bacia onde a descarga seja naturalmente mais fácil. A necessidade de drenagem subsuperficial é substancialmente minimizada, devido à alta eficiência de aplicação de água inerente ao sistema.

6. CONSIDERAÇÕES SOBRE A EXPLORAÇÃO COMERCIAL DA BANANEIRA IRRIGADA POR BACIAS EM NÍVEL

6.1. Cultivares

A escolha da cultivar deve basear-se em informações sobre a preferência do mercado consumidor, vantagens e desvantagens inerentes. Sob essa visão e enfocando mais o Nordeste brasileiro, apresentam-se na TABELA 2 algumas vantagens e desvantagens e o destino do fruto de seis cultivares de bananeira que podem ser recomendadas para a Região.

6.2. Espaçamentos

Espaçamento e densidade populacional de plantas devem estar relacionados com a cultivar e com a fertilidade do solo, além das condições de mecanização e de irrigação. As cultivares de porte alto devem ser arrançadas em espaçamentos maiores e as de porte médio e baixo permitem maiores produtividades com uso de espaçamento menores. O efeito dos ventos e a infestação de plantas daninhas são reduzidos com o uso de menores espaçamentos nos pomares (TABELA 3).

No sistema de irrigação por BACIAS EM NÍVEL, a adoção dos espaçamentos em fileiras duplas ou linhas gêmeas (FIGURA 7) traz uma série de vantagens, destacando-se:

- o sulco de distribuição da água de irrigação fica limitado ao espaço entre as duas fileiras simples, permitindo uma ótima condição de umedecimento do sistema radicular, através da infiltração lateral e vertical;
- os espaços entre as fileiras duplas (ruas) permitem melhor luminosidade, o que induz a emissão dos cachos para o lado das ruas, facilitando a colheita, mesmo durante as irrigações;
- impede, quase completamente, o surgimento de plantas daninhas nos espaços não irrigados, diminuindo os gastos com o seu controle.

TABELA 2 — Vantagens, desvantagens e destino do fruto de seis cultivares de bananeira recomendadas para a região Nordeste

Cultivar	Vantagens	Desvantagens	Destino
Pacovan	Boa produtividade Fácil comercialização Frutos grandes	Tomba com ventos Porte alto Suscetível ao Mal-de-Sigatoka	Consumo "in natura"
Prata Anã	Bom aspecto do fruto Tolerante ao Mal-de-Sigatoka Porte médio Pseudocaule robusto Boa produtividade	Cacho pequeno Fruto pequeno	Consumo "in natura"
Maçã Zulu (ou Prata Zulu)	Boa produtividade Bom aspecto do fruto Pseudocaule robusto	Porte alto Polpa ligeiramente rígida	Consumo "in natura"
Mysore	Bom aspecto do fruto Porte médio Resistente ao Mal-do-Panamá	Pseudocaule frágil Sabor ligeiramente ácido	Consumo "in natura"
Nanica	Ótima produtividade Porte baixo	Pequeno consumo "in natura" Necessita tutoramento	Indústria de doces
Grande Naine	Excelente produtividade Porte médio	Pequeno consumo "in natura" Sensível à deficiência hídrica	Indústria de doces

TABELA 3 — Espaçamento, área de influência por planta e densidade populacional para seis cultivares de bananeira recomendadas para o Nordeste

Cultivar	Espaçamento (m)			Área/Planta (m ²) Ap	Dens. Populac. (plantas/ha) Dp		
	Ed	Es	Ep				
Pacovan	4,0	x	2,0	x	2,0	6,00	1.666
	3,5	x	2,0	x	2,0	5,50	1.818
	3,5	x	1,5	x	2,0	5,00	2.000
Prata Anã	3,5	x	1,5	x	2,0	5,00	2.000
	3,0	x	1,5	x	2,0	4,50	2.222
	3,0	x	1,5	x	1,6	3,60	2.777
Maçã Zulu	4,0	x	2,0	x	2,0	6,00	1.666
	3,5	x	2,0	x	2,0	5,50	1.818
	3,5	x	1,5	x	2,0	5,00	2.000
Mysore	4,0	x	2,0	x	2,0	6,00	1.666
	3,5	x	2,0	x	2,0	5,50	1.818
	3,5	x	1,5	x	2,0	5,00	2.000
Nanica	3,5	x	1,5	x	1,6	4,00	2.500
	3,5	x	1,5	x	1,5	3,75	2.666
	3,0	x	1,0	x	1,6	3,20	3.125
Grande Naine	3,5	x	1,5	x	2,0	5,00	2.000
	3,0	x	1,5	x	2,0	4,50	2.222
	3,0	x	1,5	x	1,6	3,60	2.777

Ed = Espaçamento entre as fileiras duplas (ruas);

Es = Espaçamento entre as fileiras simples;

Ep = Espaçamento entre as plantas na fileira;

Ap = (Ed + Es)/2 x Ep, área de influência por planta;

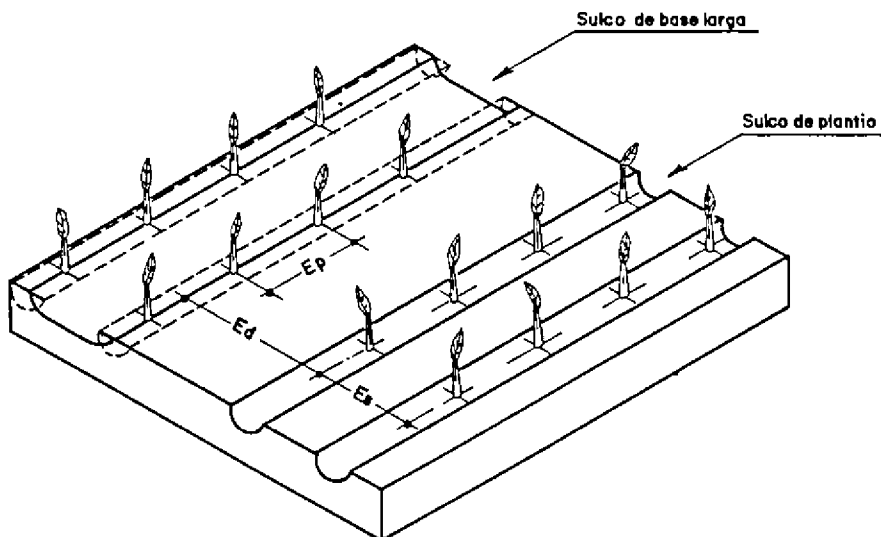
Dp = 10.000/Ap, densidade populacional.

6.3. Preparo do Solo

Após a sistematização do terreno, seguem-se as etapas de operações necessárias a um plantio considerado de bom nível técnico.

A aração deve ser feita com um arado reversível bem regulado, na maior profundidade possível, e devidamente operado, para não descaracterizar o nivelamento da área.

A gradagem deve ser feita com a finalidade de destorroamento e regularização da superfície do solo.



E_d = Espaçamento entre fileiras duplas (m)
 E_s = Espaçamento entre fileiras simples (m)
 E_p = Espaçamento entre plantas (m)

FIGURA 7 - Esquema do espaçamento em fileiras duplas, dos sulcos de plantio e dos sulcos de base larga para distribuição de água.

6.4. Abertura dos Sulcos ou das Covas de Plantio

Uma das vantagens extras do sistema de irrigação por BACIAS EM NÍVEL na bananeira é a opção de se planejar o sentido das fileiras na direção LESTE-OESTE, independentemente da posição do canal de irrigação e do ponto de aplicação da água (FIGURA 8). Portanto, em qualquer situação de campo, as covas ou sulcos de plantio devem ser preparados na direção que proporcione maior incidência de luz solar entre as fileiras duplas, o que forçará a emissão dos cachos para as entrelinhas (FIGURA 9).

Para a abertura dos sulcos, de aproximadamente 50 cm de profundidade, devem-se empregar sulcadores grandes de asas reguláveis, de boa capacidade de penetração no solo, tracionado por trator com potência mínima de 110 hp.

No caso de coveamento manual, as covas devem ser de 40 x 40 x 50 cm.

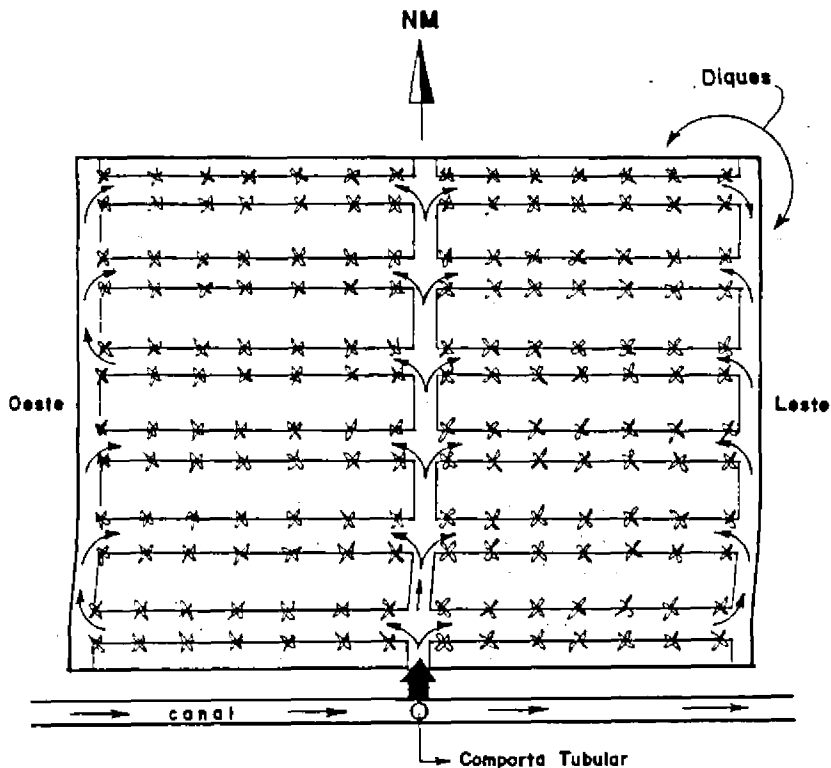


FIGURA 8 - Esquema de uma bacia em nível, operando com a aplicação de água no centro lateral da área, com as linhas gêmeas de plantio dispostas no sentido leste-oeste, paralelas ao canal de irrigação.

6.5. Adubação

Recomenda-se o uso de 15 a 30 litros de esterco curtido por cova. No caso de sulcos de plantio, aplicam-se 5 a 10 kg de esterco por metro. A definição da adubação química deve ser feita com base na análise do solo.



FIGURA 9 - Bananal plantado em fileiras duplas com emissão dos cachos para as entrelinhas.

6.6. Preparo dos Sulcos de Base Larga para Irrigação

Os sulcos de base larga devem ser preparados logo após as operações de sulcamento ou coveamento e de aplicação de matéria orgânica. O solo que restar das covas ou dos sulcos de plantio deve ser aproveitado para formar os bordos dos sulcos de irrigação. A largura deve ser igual ou um pouco inferior ao espaçamento entre as fileiras simples (Es), na direção que se deseja irrigar o pomar.

6.7. Pré-Irrigação

Essa etapa permite perceber e corrigir irregularidades localizadas, transportando-se solo das partes mais altas para as depressões existentes dentro dos sulcos de base larga.

6.8. Aplicação de matéria Orgânica (via água)

No sistema convencional de irrigação por superfície (com declividade), a aplicação de matéria orgânica na bananeira só pode ser feita individualmente em volta de cada planta. Mas no caso do sistema de irrigação por bacias em nível, surge uma situação inerente que permite aplicações de forma semi-automatizada via água de irrigação. Muitos materiais orgânicos, como esterco curtido, casca de arroz, cinzas, palha de carnaúba, etc., podem ser aplicados durante o tempo de aplicação (Ta), no dissipador, e serão conduzidos e distribuídos por toda a área, sem maiores despesas com mão-de-obra.

Com aplicações contínuas, o material vai formando uma camada orgânica que servirá de cobertura morta, impedindo em parte o surgimento de plantas daninhas e, posteriormente, pelo processo de decomposição e mineralização, contribuirá para a fertilização do solo.

7. LITERATURA CITADA

- BARRETO, A. N. & FORMIGA, L. A. Introdução e avaliação técnico-econômica do manejo de irrigação por bacias em nível. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGROPECUÁRIA INOVADORA PARA O NORDESTE. Fortaleza, 1986. **Anais...** Fortaleza: BNB, 1986. p.43-45.
- BARRETO, A. N. & NOGUEIRA, L. C. Uso da comporta tubular em canais de irrigação. **ITEM**, Brasília, n.39, p.28-31, 1989.
- CLEMMENS, A. J. & DEDRICK, A. R. Estimating distribution uniformity in level basins. **Transactions of the ASAE**, v.24, n.5, 1177-1180, 1980.
- CLEMMENS, A. J. & REPLOGLE, J. A. **Constructing simple measuring flumes for irrigation canals**. Washington: USDA, 1980, 13p. (USDA. Farmer's Bulletin, 2268).
- DOORENBOS, J. & KASSAN, A. H. **Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos**. Roma: FAO, 1988. 212p. (FAO. Estudio FAO Riego y Drenaje, 33).
- ERIE, L. J. & DEDRICK, A. R. **Level-basin irrigation**. Washington: USDA, 1979. 23p. (USDA. Farmer's Bulletin, 2261).
- MARINATO, R. Irrigação da bananeira. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v.6, n.63, p.42-45, 1980.
- SCALOPPI, J. E. Potencial para redução do consumo energético em irrigação. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRE-

NAGEM, 7. Brasília, 1986. **Anais...** Brasília: ABID, 1986, p.844-850.
SOARES, J. M. & AMORIM NETO, M. da S. **Necessidade de água de irrigação.** Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1986, n.p. (Curso básico de irrigação).



bnb BANCO DO NORDESTE
DO BRASIL S.A.

DIRETORIA DE RECURSOS HUMANOS
E PARTICIPAÇÕES - DAREP

Conselho de Apoio Legislativo - CIBAL
Área de Produção de Documentos
e Comunicação - APDOP

03/0108
12/2000



Publicação Editada com o Apoio do Banco do Nordeste do Brasil S.A.