

05454
1984
FL-PP-05454

Brasil

ISSN 0100-9729

março, 1984

Número 22

DEMANDA DE ÁGUA NA CULTURA DA BANANEIRA

Demanda de agua na cultura ...
1984 FL-PP-05454



CPATSA-7836-1



EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA)
CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA
DO TRÓPICO SEMI-ÁRIDO (CPATSA)

FOL
05454

DOCUMENTOS

Número 22

ISSN 0100-9729

março, 1984

DEMANDA DE ÁGUA NA CULTURA DA BANANEIRA

Edson Lustosa de Possídio, Eng^o Agr^o, M.Sc.



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)
Vinculada ao Ministério da Agricultura

Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA)
Petrolina, PE.

EMBRAPA-CPATSA, DOCUMENTOS, 22

**Centro de Pesquisa Agropecuária
do Trópico Semi-Árido (CPATSA)**

BR 428, km 152 (Petrolina/Lagoa Grande) Zona Rural

Caixa Postal 23

Fone : (081) 961-0122*

Telex: (081) 1878

56.300 - Petrolina, PE

Comitê de Publicações

Edson Lustosa de Possídio - Presidente

Eduardo Assis Menezes

Paulo César F. Lima

Luíz Maurício C. Salviano

Assessoria científica deste trabalho

João Antonio Silva de Albuquerque

Regina Ferro de Melo Nunes

Tiragem: 3.000 exemplares

Possídio, Edson Lustosa de
Demanda de água em bananeira. Petrolina, PE,
EMBRAPA-CPATSA, 1984.

36p. (EMBRAPA-CPATSA. Documentos, 22).

1. Bananeira-Água-Demanda. 2. Bananeira-Irrigação. I. Título. II. Série.

CDD-634.772

APRESENTAÇÃO

Muitos países da América Central têm na cultura da banana sua principal fonte de divisas. Como limitação para sua expansão, todavia, pesam os fatos de ser uma cultura bastante exigente em água e com alto índice de transpiração, ressentindo-se mesmo em déficits hídricos muito pequenos, além de ser igualmente prejudicada com excessos de umidade que afetem a aeração do solo.

É difícil encontrar, pois, condições naturais de distribuição de chuva que satisfaça as exigências da cultura, principalmente pelo fato da bananeira ser uma planta perene com condições fisiológicas de produzir o ano inteiro. Por isso, a prática da irrigação é muito importante para satisfazer as exigências da cultura.

No Nordeste do Brasil, devido às condições climáticas favoráveis, principalmente à pequena variação térmica (temperatura média entre 24 e 27°C), a cultura tem amplas perspectivas de expansão nas áreas irrigadas e irrigáveis.

Considerando a carência de informações existentes na área de irrigação, para definição de coeficientes em relação ao uso de água pela cultura, a presente publicação representa uma valiosa contribuição para pesquisadores e extensionistas especializados, principalmente aqueles que são iniciantes em trabalhos com a cultura da banana.

RENIVAL ALVES DE SOUZA
Chefe do Centro de Pesquisa Agropecuária
do Trópico Semi-Árido.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	3
RESUMO.....	7
ABSTRACT.....	7
INTRODUÇÃO.....	9
REVISÃO DE LITERATURA.....	10
DISCUSSÃO E CONCLUSÕES.....	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32

DEMANDA DE ÁGUA NA CULTURA DA BANANEIRA

Edson Lustosa de Possídio

RESUMO - O presente trabalho é o resultado de uma revisão de literatura sobre alguns conceitos básicos da irrigação na cultura da bananeira: mecanismo dos estômatos na transpiração, tensão de umidade no solo, efeito dos déficits ou excesso de umidade, profundidade efetiva de exploração do solo pelo sistema radicular, efeito do nível do lençol freático sobre as plantas, correlação entre a evapotranspiração e a evaporação do tanque, determinação do consumo de água pelas plantas, efeito da irrigação na produtividade de bananeira e outros assuntos correlatos.

Termos para indexação: consumo de água, bananeira, irrigação.

WATER CONSUMPTION ON BANANA CROP

ABSTRACT - This work is a review of the literature about the following basic concepts on banana irrigation: stomatic mechanism in transpiration, soil moisture tension, effect of soil moisture deficit or excess, effective exploitation depth of the root system, effect of the ground water table level on the plants, correlation between evapotranspiration and pan evaporation of water consumption by the plants, effect of irrigation on banana productivity.

Index terms: water consumption, banana, irrigation.

DEMANDA DE ÁGUA NA CULTURA DA BANANEIRA

Edson Lustosa de Possídio¹

INTRODUÇÃO

A produção de banana no Brasil atingiu 354.044.000 cachos em 1975, com uma área plantada de 298.150 ha e um rendimento de 1.187 cachos/ha, segundo dados de Brasil (1977), com o valor da produção correspondendo a Cr\$ 2.711.240.000,00. Dados da mesma fonte informam que em 1972 a produção foi de 562.682.000 cachos, em uma área cultivada de 272.259 ha e um rendimento médio de 2.067 cachos/ha.

Observando-se os dados de Brasil (1977), nota-se que existe uma variação muito grande na produção e produtividade de banana no período de 1960 a 1975, com queda substancial de rendimento nos últimos quatro anos.

Tratando-se de uma cultura bastante sensível ao déficit hídrico, condicionando para seu potencial produtivo uma apreciável taxa de transpiração, bem como uma boa distribuição de umidade durante todo o ano, pode-se imaginar que não é fácil encontrar condições ecológicas naturais que satisfaçam as exigências da bananeira. A irrigação é pois uma prática de vital importância para a necessidade hídrica exigida pela cultura, a exemplo do que se faz em muitos países da América Central, que tem neste produto sua principal fonte de divisas e em outros países, como Costa do Marfim, Austrália, Guiné, Ilhas Canárias, Israel, que usam sistematicamente a irrigação para a produção de bananas.

A Baixada Santista, principal região exportadora de bananas do Brasil, não apresenta, de maneira geral, déficit de água em nenhum período do ano, segundo Manica

¹Engº Agrº, M.Sc., Chefe Adjunto Técnico do CPATSA/EMBRAPA

(1973). Contudo, a ocorrência de temperaturas baixas, algumas vezes inferiores a 12°C , provoca o aparecimento da friagem ("Chilling"), que torna os frutos sem condições de exportação, principalmente para o mercado europeu. Em decorrência de menores precipitações no período de inverno, há uma tendência para maior produção de cachos entre fevereiro e julho, e menor produção entre agosto e dezembro.

Em outras regiões do Brasil, produtoras de banana, registram-se índices pluviométricos superiores a 1200 mm por ano, o que seria suficiente em termos globais. Porém, devido a esta precipitação estar concentrada entre seis e oito meses, existe um déficit em seis ou quatro meses do ano, bastante prejudicial à cultura.

No Nordeste brasileiro, devido às condições climáticas, principalmente à temperatura média (24° a 27°C), esta cultura começa a despontar com amplas perspectivas nas áreas irrigadas, onde o fornecimento de água às plantas é feito através de irrigações controladas, de modo que a umidade no solo é sempre mantida em níveis adequados à cultura.

Contudo, a expansão da bananicultura no Nordeste Semi-Árido carece ainda de informações na área de irrigação para definição e aprimoramento de coeficientes técnicos em relação ao uso de água pela cultura da bananeira.

REVISÃO DE LITERATURA

O fenômeno da transpiração não é exclusivamente físico, uma vez que é parcialmente controlado pela planta, dependendo da disponibilidade de água encontrada no solo.

Shmueli (1953), em experimento em Israel, concluiu que a taxa de evapotranspiração foi grandemente condicionada à percentagem de água disponível na zona radicular. Foram observadas taxas de evapotranspiração de 6 a 7 mm/dia, quando a tensão de água disponível no solo era alta. Quando a tensão de água disponível estava abaixo de $1/3$ atm, a taxa de evapotranspiração na cultura da bananeira era

de 2 a 3 mm/dia.

Analísando-se os dados de evapotranspiração encontra-se por Manica (1973), para os quatro níveis de umidade do solo por ele empregado, em três períodos do ano, observou-se que quanto maior foi o déficit de umidade no solo, menor foi o consumo de água pela bananeira. A evapotranspiração real diária, para os tratamentos 0, 25, 50 e 75% de água disponível no solo, foi, respectivamente, de: 3,51; 3,75; 3,88 e 4,44 mm, no período de 10 de setembro a 7 de dezembro de 1972. Para o período de 8 de dezembro de 1972 a 15 de março de 1973 a evapotranspiração diária foi de 3,91; 5,09; 5,13 e 5,27 mm, respectivamente. Para o período de 16 de março a 30 de setembro do ano de 1973 o consumo médio diário foi de 2,53; 2,73; 3,09 e 3,60, para os respectivos tratamentos.

Segundo Morello (1953), a abertura e fechamento dos estômatos é determinado pelas condições de luminosidade (fotorreação) e pelo estado de saturação da folha (hidrorreação). Com estômatos abertos, uma planta pode transpirar uma quantidade correspondente a 70% ou mais da evaporação da superfície livre das águas (vide Stalfelt, 43 e Rawitscher e Ferri, 36), enquanto que com os estômatos fechados, as perdas de água se reduzem a 1% da evaporação do tanque.

Em média a bananeira demora de 50 a 60 minutos, desde o início da queda de valores de transpiração até o fechamento completo dos estômatos. Comparando o tempo gasto pela hidrorreação com o da fotorreação, vê-se que ambos os movimentos consomem aproximadamente uma hora. A transpiração varia em função da idade das folhas; assim, em folhas novas a curva transpirométrica cai imediatamente depois de serem cortadas e nas folhas velhas seis a sete minutos mais tarde. A queda da curva é muito mais rápida na folha jovem que na adulta. Assim, aos três minutos de transpiração na folha jovem é 1/4 da inicial. Para folhas velhas, entretanto, necessitam-se 20 minutos, para se obter esta relação. Em geral pode-se afirmar que as folhas adultas regulam sua perda de água, porém a hidrorreação se atrasa, mais ou menos, de seis a sete minutos com relação a uma

folha jovem.

A posição das duas metades do limbo da folha da banana está estreitamente relacionada com o índice de saturação de água nas folhas das plantas. Morello (1953), in forma que o movimento das metades das folhas pode ser considerado como indicador de trocas do teor de água das mesmas, sendo interessante conhecer o déficit de saturação quando as duas metades se colocam completamente planas no espaço e quando se juntam o mais possível formando um ângulo menor possível pelas duas metades do limbo. Considerando as médias das leituras angulares, pode-se estabelecer que o ângulo decresce a partir das oito horas, momento em que alcança o seu valor máximo de 140° a 150° , até as treze ou catorze horas, quando se verifica o menor ângulo formado pelas duas metades do limbo o qual, medido nas condições de São Paulo, foi de 45° às 13:30 horas de um dia quente com temperatura de 32°C e umidade relativa de 45%.

No ambiente da caatinga, com água subterrânea de 6 a 8 metros de profundidade ou com irrigação, se cultiva banana. Em observações feitas em plantas no município de Paulo Afonso (BA), foram encontrados ângulos vizinhos a 0° , das catorze até as 17 horas, notando-se que as duas metades do limbo ficaram praticamente encostadas uma à outra pelas faces inferiores.

Uma experiência feita em São Paulo no dia 16.12.51 mostrou o seguinte resultado: às 11:30 horas, com temperatura de 32°C , umidade relativa de 45%, o ângulo era de 45° e o déficit de saturação das folhas se manteve entre 6,3 e 5%; às doze horas começou a chover e às 13:50 horas o valor angular era de 120° , a temperatura de $25,8^{\circ}\text{C}$ e a umidade relativa de 70%, o déficit de saturação das folhas variava entre 3,5 e 4%. Às 16:45 horas do mesmo dia, tendo um ângulo de 150° , o déficit de saturação foi de 2,3%.

De uma maneira geral, em função dos dados apresentados, pode-se informar que:

- a) Aberturas angulares de 50° coincidem com déficit de

de saturação de 6 a 7%, e os estômatos ainda não regulam sensivelmente a perda de água.

- b) Aberturas vizinhas a 0° coincidem com estômatos fechados e os déficits de saturação devem oscilar ao redor de 20% (déficit observado quando os estômatos estão fechados hermeticamente).
- c) Aberturas de 130° a 150° coincidem com déficits de saturação não maiores de 1,5 a 3%.

Ao se estudar as necessidades de água de uma cultura é importante se conhecer o ponto em que o déficit hídrico no solo começa a prejudicar a cultura para uma determinada demanda evaporativa. Existem plantas que conseguem retirar água do solo com teores de água disponível bastante baixos, sem prejuízos para o seu desenvolvimento e produção, enquanto outras se ressentem a níveis relativamente altos de umidade no solo. Para o caso da bananeira, Manica (1973), trabalhando em um Latossolo, série "Luiz de Queiroz", em Piracicaba-SP., num trabalho de níveis de umidade, cujos tratamentos eram elevados à capacidade de campo todas as vezes que a água disponível baixava a 75, 50 e 25%, com mais um tratamento sem irrigação, chegou aos seguintes resultados:

- O número de dias do plantio ao florescimento, do plantio à colheita, bem como do florescimento à colheita do cacho diminuíram linearmente, com o aumento da água disponível no solo.

- O número de folhas na época do florescimento, peso do cacho, número de pencas e frutos por cachos e produção de frutos por hectare, aumentaram linearmente, com o aumento da água disponível no solo.

- O diâmetro do pseudo-caule na época do florescimento e da colheita foi maior nos tratamentos correspondentes a 75 e 50% em relação aos tratamentos 25 e 0%, e maior no tratamento 25% do que no 0%.

- Peso do cacho, número de pencas e produção de frutos por hectare foram maiores no tratamento correspondente a 75% de água disponível.

Silva et al. (s.n.t.), em um experimento com objetivo de determinar o efeito de evapotranspiração sobre a produtividade de bananeira, cultivar Nanicão, realizado no Centro Técnico de Experimentação do Perímetro Irrigado de São Gonçalo, Souza-PB, com quatro tratamentos:

$$L_1 = 1,00 \times Et;$$

$$L_2 = 0,85 \times Et;$$

$$L_3 = 0,70 \times Et;$$

$$L_4 = 0,55 \times Et \text{ (Et = Evaporação do tanque), concluíram que:}$$

- a) As diferenças de produtividade em t/ha, milheiros de bananas, número de bananas por cachos e peso em kg do cacho, registrados entre os tratamentos estudados, não foram estatisticamente significativas.
- b) O tratamento 0,55 x Et, ou seja, aquele que consumia 55% da água evaporada, apresentou-se como sendo o melhor, devido a economia de água de irrigação.
- c) A umidade do solo, em todos os tratamentos estudados apresentou-se com variação entre 50 e 60% de água disponível no solo nos meses de maior evaporação e acima de 70% de água disponível no solo, nos meses de maior pluviosidade e menor evaporação.

Trochoulias (1973), encontrou na Estação Experimental de "Alstonville Tropical Fruit" que quando a umidade do solo foi mantida acima de 90% de água disponível, o rendimento foi duas vezes aquele do controle, não irrigado. Isto apoia o laudo geral de outros lugares, mas sugere que em Alstonville o mínimo de 67% de água disponível recomendada por Arscott et al. (1965) e Shmueli (1953) deveria ser aumentado. Durante a realização deste experimento a umidade foi mantida acima de 90% de água disponível por irrigações leves e frequentes (7,7 mm cada três a cinco dias) e o total anual de irrigação foi somente 400 a 500 mm.

Na Tabela 1, verificam-se médias de rendimento e compo

mentos de rendimentos para os quatro tratamentos testados.

TABELA 1. Média de rendimento e componentes de rendimentos de três anos (1968 a 1970) em relação à percentagem de Água Disponível (AD): (Trochoulias 1973).

Componentes	% mínimo de AD				
	90	80	60	30	Controle
Média diária % AD	95,10	91,40	83,10	72,3	68,10
Peso de fruto kg/parcela	216,00	176,00	157,00	122,00	111,00
Pencas/cachos	10,60	10,30	9,70	9,00	8,40
Frutos/cachos	191,00	177,00	164,00	164,00	135,00
Comprimento de frutos (cm)	19,00	18,60	18,00	17,60	17,20
Cachos/parcela	8,25	7,50	7,38	6,13	5,75

A informação de Ghavami (1974), em Honduras, reforça os dados encontrados por Trochoulias (1973), quando observaram que as tensões mínimas em que permaneceu o solo (30 a 40 centíbares), na execução do seu trabalho. Aquele autor encontrou que aplicações de 25 a 44 mm de água/semana aumentou a média de peso de cachos significativamente, independente das frequências de irrigação de uma ou duas por semana. A tensão de umidade do solo em capacidade de campo foi ao redor de 10 a 15 centíbares e sob irrigação a 44 mm/semana foi entre 30 a 40 centíbares a uma profundidade de 15 cm antes da irrigação. Em taxas de irrigação de 64 e 83 mm/semana não houve incremento em peso de cachos. A média de peso de frutos colhidos foi equivalente a 54,8 t/ha com irrigação uma vez por semana e 56,1 t/ha com irrigação duas vezes por semana. Esta diferença, que foi

significativa somente ao nível de 10%, sugere que duas aplicações semanais de água possam contribuir para rendimentos mais altos que com irrigação apenas uma vez por semana, mesmo porque se conhece que mais da metade das raízes da planta de bananeira estão dentro dos primeiros 30 cm de solo e que a cultura pode portanto ser sensível a irrigações freqüentes durante a estação seca.

Silva & Campos (1974), em experimentos de densidade de plantio em bananeira, cultivar Nanica, no Nordeste brasileiro, conduzidos sob regime de irrigação, concluíram que houve marcada influência do espaçamento no comportamento do bananal. Esta influência se fez sentir notadamente sobre a produção total de frutos em toneladas por hectare e em milheiros de bananas por hectare. Com relação ao peso médio do cacho e número de frutos por cacho, embora não tenha havido significação estatística entre os tratamentos estudados, observou-se que os maiores espaçamentos apresentaram cachos mais pesados e com maior número de frutos. O número de pencas por cachos não foi afetado pelos tratamentos estudados. O período entre o plantio e a colheita alongou-se à medida que se aumentou a densidade. Dos tratamentos estudados, e nas condições em que o experimento foi conduzido, as maiores densidades de plantio apresentaram os melhores resultados, em relação à produtividade em t/ha e milheiros de bananas/ha. Tendo em vista o pressuposto de que o consumo de água é função direta da densidade de plantio, em trabalhos desta natureza deveriam ser feitas medições rigorosas de umidade, para que não se incorra no erro de fornecer diferentes quantidades de água aos diferentes tratamentos de densidade de plantio.

O controle da irrigação de uma cultura pode ser feito com boa precisão e bastante facilidade operacional, utilizando-se os dados de evaporação diária da superfície livre das águas, desde que se tenha determinado experimentalmente a relação existente entre a evapotranspiração da cultura e a evaporação do tanque, para as diferentes faixas climáticas durante o ano. Bovee (1975), trabalhando no Líbano, com bananas cultivadas em lisímetros encontrou

uma taxa de evapotranspiração (ET) em torno de 1.200 mm/ano (observação em 1972). A relação ET/tanque classe A foi de 0,82 para toda a estação de irrigação e de 0,78 para todo o ano, com uma máxima de 1,0 no período de pico de transpiração (julho/setembro). Para um planejamento prático de irrigação, um tanque classe A e tensiômetro podem dar indicações úteis de perda de água. A provisão ótima de água pareceu ser garantida por uma tensão de umidade máxima de 50 centíbares a 40 cm de profundidade.

As opiniões quanto à profundidade em que deve estar a água para suprir as necessidades da bananeira são até certo ponto conflitantes: assim Rishell (1958), cita em seu trabalho que o melhor rendimento de banana nos solos do Caribe ocorre somente quando a zona úmida varia de 100 a 50 mm de espessura. Não se aplicando água suficiente para manter a zona úmida em 50 mm a fruta sofre uma perda em seu valor comercial e se, pelo contrário, a quantidade de água que se aplica excede os 100 mm resulta em um desperdício desta por infiltração que sobrepassa a zona úmida requerida pelas raízes ou por escorrimento na maioria dos solos. Já Morello (1953), cita que um exemplar desenterrado no Butantã, explorava até 3 metros, estando o nível freático a 5 metros de profundidade. Na Colômbia, estima-se como profundidade das raízes de bananeiras 5 metros. De 20 a 35% das raízes se estendem lateralmente, com ângulos variáveis entre 10 e 30 graus em relação à superfície do solo, terminando, aos 3 metros da projeção do eixo causal, como máximo; as restantes ocorrem com inclinações maiores, algumas verticalmente. Por isso, o sistema subterrâneo explora, desde 0,20 m até 3 ou 4 m de profundidade, o que faz pensar que, ao terminar a época seca, uma parte das raízes (35 a 45%) se encontrará em profundidade onde já não existe água aproveitável para as plantas, supondo que o perfil seco do solo vá até 2 m. Até o fim da época seca, uma parte do sistema radicular estaria com abastecimento normal de água (a que estivesse em profundidade) e outra (a que se encontrasse lateralmente) não teria água aproveitável à sua disposição. O exemplar desenterrado tinha 450 raízes de primeiro ordem e o volume de sua rizosfera ocupava 81 m³ (27 m² x 3 m de profundidade).

Para Shmueli (1953), sob condições de alta percentagem de água disponível cerca de 80% da perda de água ocorrida nos primeiros 45 cm da camada do solo eram por evapotranspiração, e a água retida a 5 cm perdia-se por evaporação.

Por outro lado, Ghavami (1976), apresenta dados relativos ao desenvolvimento radicular em profundidade, dependendo da profundidade do lençol freático, como pode ser visto na Tabela 2.

Um nítido declínio em peso de cada cacho de frutos ocorreu da primeira para a segunda cultura em condições de lençol freático alto. O decréscimo tendeu a estabilizar-se com culturas sucessivas. O peso de cachos aumentou com o aumento da profundidade do lençol de água para todas as culturas. De acordo com este estudo, a influência de um alto lençol de água em produção de banana pode ser sumarizado como segue:

1. Uma súbita elevação do lençol de água dentro da zona radicular no começo deste teste foi prejudicial para a planta, pois o peso de cacho caiu consideravelmente. Depois a planta se ajustou às condições de alto nível do lençol de água.
2. A diferença significativa entre peso de cacho sob 60, 90 e 120 cm de nível de lençol de água demonstrou a influência de um alto nível freático.
3. À medida que a profundidade do lençol de água aumentou consideravelmente, o ciclo das culturas (crescimento vegetativo e tempo de maturação do fruto), tornou-se menor, ao passo que o peso do cacho, número de pencas, altura e o diâmetro do pseudo-caule aumentaram.

Arscott et al. (1965), apresentam dados de produtividade em função da quantidade de água aplicada por semana em bananeira Gigante Cavendish em New Orleans, Louisiana, U.S.A. (Figura 1).

TABELA 2. Média dos parâmetros de produção por cultura em lisímetro com três níveis de lençol freático (Ghavami 1976).

Cultura	Parâmetros	60 cm	90 cm	120 cm
I	1.Duração do ciclo (dias)	265,0	252,0	250,0
	2.Diâmetro do pseudo-caule(cm)	21,7	22,8	23,0
	3.Altura do pseudo-caule (cm)	330,6	344,7	353,8
	4.Número de folhas lançadas	14,0	14,0	14,0
	5.Número de pencas por cacho	11,0	10,7	12,3
	6.Peso de cacho (kg)	46,7	42,2	56,4
II	1.Duração do ciclo (dias)	278,0	257,0	246,0
	2.Diâmetro do pseudo-caule(cm)	17,2	19,1	22,9
	3.Altura do pseudo-caule (cm)	262,3	320,3	356,9
	4.Número de folhas lançadas	14,0	15,0	15,6
	5.Número de pencas por cacho	8,0	10,0	11,0
	6.Peso de cacho (kg)	22,8	33,7	48,4
III	1.Duração do ciclo (dias)	282,0	260,6	241,0
	2.Diâmetro do pseudo-caule(cm)	19,7	19,0	22,3
	3.Altura do pseudo-caule (cm)	244,0	292,8	347,7
	4.Número de folhas lançadas	14,0	14,0	14,0
	5.Número de pencas por cacho	9,0	9,7	11,3
	6.Peso de cacho (kg)	28,27	34,0	44,0

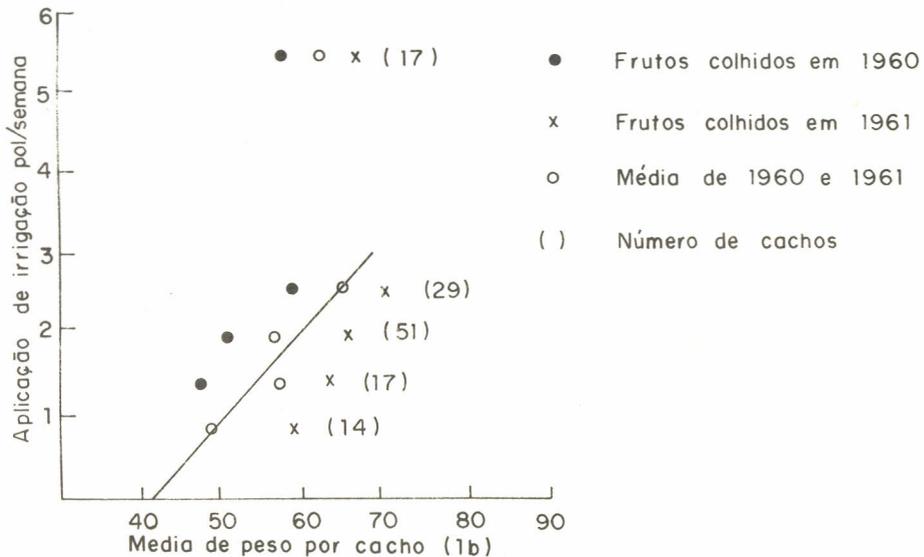


FIG. 1. Relação entre peso e número de cachos e aplicação de água (pol/ semana) (Arscott et al., 1965).

No que tange aos fatores, temperatura e umidade relativa, analisados conjuntamente, Arscott et al. (1965) chegaram ao seguinte resultado em Louisiana, U.S.A.: Plantas de bananeira cuja maior taxa de crescimento ocorreu no período onde a média diária de temperatura era baixa e a umidade relativa alta, 70°F e 86%, respectivamente, tiveram uma redução na taxa de crescimento com um correspondente aumento no tempo entre a emergência da floração e colheita de frutos. Plantas cujo maior período de crescimento não caiu na estação fria e úmida do ano produziram frutos mais cedo, depois da emergência da floração, devido provavelmente a uma taxa de crescimento mais rápida e constante. Plantas que produziram frutos durante a estação quente e seca (83°F e 63% de umidade relativa) sofreram uma condição de

dessecamento das folhas devido ao longo período de murchamento transitório. Isto resultou que o número de cachos com frutos maduros na época de colheita foi considerado relativamente baixo.

Na concordância com os resultados encontrados por Arscott et al. (1965) e Wilsie (1965), afirmam que a banana está adaptada a países tropicais, onde não há geada, em terrenos pouco elevados e bem drenados. Para se obter altos rendimentos de fruto são necessárias temperaturas uniformemente altas e máxima iluminação solar.

Para se obter uma boa produtividade é necessária grande quantidade de água, da ordem dos 190 a 254 cm, bem distribuídos durante o ano, para que não haja seca. Quando se apresentam estações secas, como sucede na parte setentrional de Honduras, meridional da Jamaica, certas áreas da Colômbia e ocidente da América Central, é necessária a irrigação complementar nesse período (Jones & Darkenwald 1954).

Morello (1953), baseado nos dados de seu trabalho "Transpiración y balance de água de la bananera en las condiciones de la ciudad de São Paulo", segue uma metodologia bastante interessante para determinar o consumo diário, o consumo anual de água para a cultura da bananeira e também a água necessária para um hectare de bananeira em vários espaçamentos, conforme descrição a seguir.

Consumo diário

Para determinar a transpiração total diária, costuma-se traçar a curva diária de perda de água e determinar sua superfície por meio de um planímetro. Por exemplo, a curva transpiométrica da Figura 2, de 08.12.51 (dia de sol) obtido no Butantã, tem uma superfície de 36,085 m².

No gráfico, 1 cm² representa uma perda de 500 mg/dm² / hora, logo: 36,085 cm² x 500 mg/dm² / hora = 18042 mg/dm² / dia ou seja 1804,2 g/m² / dia.

O valor que serve para os cálculos é 18,042 g/dm² / dia, que é comparável com os obtidos por outros autores, pois está expresso em unidade de superfície e pode-se transformar em g/g de peso fresco/dia.

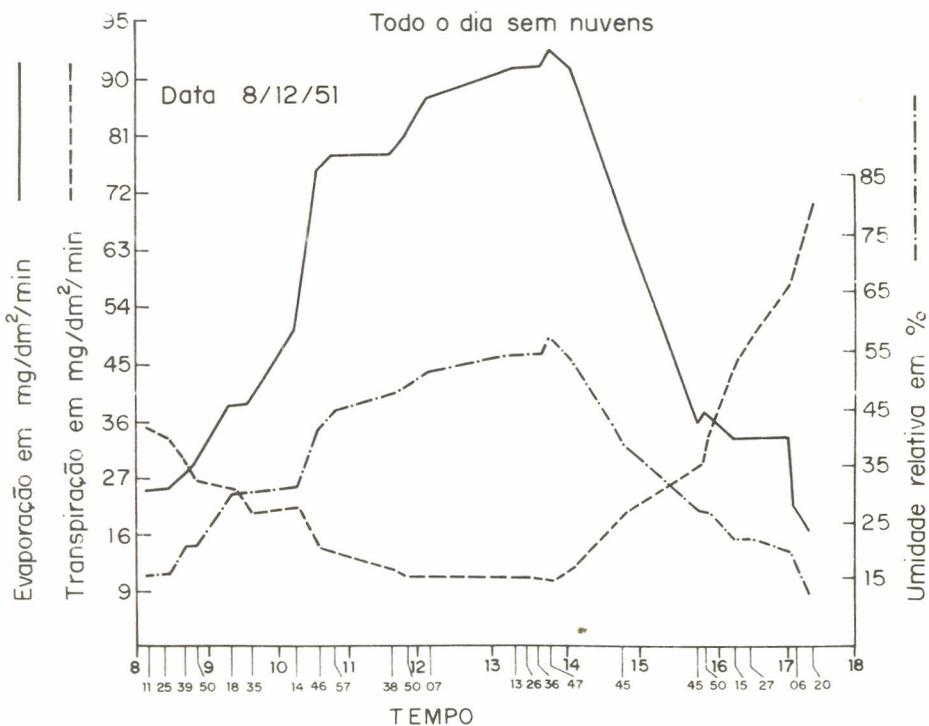


FIG. 2. Curva diária de transpiração, evaporação e umidade relativa em um dia de sol da época chuvosa (Morello, 1953).

Se se deseja obter a perda total por dia e por planta, deve-se considerar superfície média de transpiração da planta toda, $13,2 \text{ m}^2$, onde: $1804,2 \text{ g}/\text{m}^2/\text{dia} \times 13,2 \text{ m}^2 = 24.356 \text{ g}/\text{planta}/\text{dia}$ ou seja: $24 \text{ kg}/\text{planta}/\text{dia}$ ou litros/planta/dia. Incluindo as perdas cuticulares e outras correções, a perda total por planta, baseada na curva da Figura 2 seria de 25 litros/planta/dia, valor muito próximo ao que foi obtido: $25,5 \text{ litros}/\text{planta}/\text{dia}$.

A perda de água em dias de pouca insolação, expressa em g/dm^2 , foi determinada como média das observações de vã

rios dias, tanto na época da seca como depois das chuvas, no campo do Butantã e foi de 19 g/dm² (13 g/g).

Consumo anual

Transpiração diária

Dia de sol	19 g/dm ² ou 13,5 g/g
Dia semicoberto	13 g/dm ² ou 9,64 g/g
Dia encoberto	7 g/dm ² ou 5,0 g/g

Área do solo coberta por planta

Exemplar isolado	15 m ²
Cultivo aberto (3 x 3 m) ...	7 m ²
Cultivo fechado (2 x 2 m) ..	3,15 m ²

Área total da superfície transpirante

Planta (média).....	13,15 m ²
---------------------	----------------------

Número de dias de sol, semicoberto e nublados por ano

Dias de sol	67
Dias semicobertos	170
Dias nublados	128 (dados de Morize, 46)

Média anual de chuvas

.....	1327 mm (média de 56 anos)
Observatório Estação da Luz (São Paulo-SP)	

Consumo diário de água por planta

Dias de sol	25,65 litros
Dia semicoberto	18,20 litros
Dia encoberto	9,45 litros

Consumo por m² de superfície de solo

Dia de sol	3,65	litros
Dia semicoberto	2,60	litros
Dia encoberto	1,35	litros

Consumo total por planta

Em condições de sol (67 dias) ...	1.718	litros
Em condições seminubladas(170 dias)...	3.098	litros
Em condições nubladas (120 dias)	1.209	litros
Consumo total por ano e por planta	6.025	litros

Consumo total/ano/m² de superfície de solo

Plantas isoladas	402	litros
Cultivo aberto (3 x 3 m)	801	litros
Cultivo fechado (2 x 2 m)	1.913	litros

Consumo de água de um bananal/ha

Dados:

Distância entre plantas	Nº de plantas/ha
2 x 2 m	2.500
2,5 x 2,5 m	1.600
3 x 3 m	1.100
3,5 x 3,6 m	816

Sendo a transpiração em média, por planta e por ano, de 6.000 litros de água, os cultivos consomem por ha e por ano:

Distância entre plantas	Consumo/ha/ano em m ³
2 x 2 m	15.000
2,5 x 2,5 m	9.600
3 x 3 m	6.600
3,5 x 3,5 m	4.900

A economicidade do uso da irrigação ficará na dependência do incremento em produtividade e melhoria na qualidade do produto que esta prática venha a proporcionar numa cultura de bananeira. Para as condições em que trabalham Trochoulias & Benson (1972), os aumentos de rendimento nas colheitas são bastante sugestivos para que se pense em um bom resultado econômico. Num trabalho durante três anos na Estação Experimental em "Alstonville Tropical Fruit" conseguiram aumento de produtividade acima de 100% através de aplicação de pequenas quantidades de água para bananeira em intervalos frequentes. Os melhores resultados foram obtidos quando a umidade do solo foi mantida perto da capacidade de campo. Isto é, igual à aplicação de 0,30 a 0,40 pol. (0,76 a 1 cm) de água cada três dias no verão, cada quatro dias na primavera e outono e cada cinco dias no inverno.

Naturalmente, a chuva é tomada em conta quando calculadas as perdas de água do solo e o tempo de irrigação. Muitas áreas de cultivo de bananeira na costa de New South Wales têm uma primavera seca em quatro entre cinco anos. A irrigação usada nestes anos secos para aumentar a produtividade pode, portanto, ser rentável. Os resultados do trabalho mostraram 30% de aumento na colheita sobre as parcelas não irrigadas no primeiro ano, 170% de aumento no segundo ano e 140% de aumento no terceiro ano.

Sivanappan et al. (1976) observaram, preliminarmente, em experimentos conduzidos em Tamil Nadu, Índia, que o método de irrigação por gotejo reduziu o consumo de água pela cultura da bananeira em 75% e o rendimento foi reduzido em 2 kg/planta, isto quando comparado ao sistema existente de distribuição de água em bacias.

Meyer (1976), trabalhando com bananeiras na Martinica, encontrou para plantas adultas uma necessidade diária de 4 a 5 mm de água aplicada por gotejamento. A produtividade de plantas irrigadas no 2º e 3º ciclos de cultura excederam 50 t/ha e foram conservadas para um 4º ciclo, ao passo que plantas não irrigadas produziram ao redor de 30 t e foi necessário replantio depois do 3º ciclo. O desenvolvimento do sistema radicular não foi afetado pela aplicação localizada de água.

Dependendo do sistema de irrigação a ser usado em uma cultura, pode-se aliar a esta prática a aplicação de fertilizantes solúveis em água, com economia não só no emprego da mão-de-obra, mas também na eficiência de utilização destes adubos pelas plantas. Os fertilizantes em solução na água penetram no solo até a rizosfera, dispensando a incorporação mecânica, quase sempre prejudicial às plantas por cortar as raízes no ato da operação. Arscott (1970), estudou o efeito da uréia aplicada em solução na água de irrigação comparando com a aplicação do mesmo fertilizante aplicado a lanço na superfície do solo, para a cultura da bananeira, chegando às seguintes conclusões:

1. Depois de dois ciclos de aplicação de uréia na irrigação, a concentração de nitrogênio nas folhas foi significativamente mais alta do que quando aplicado a lanço, a despeito da uréia na água de irrigação ter sido somente 60% daquela aplicada a lanço. Por isto concluiu-se que a aplicação de uréia através do sistema foi mais eficiente.
2. O aumento de rendimento foi altamente significativo para o tratamento que recebeu uréia na água de irrigação. Não houve diferença significativa para a média de peso de hastes, número de pencas por haste, diâmetro de frutos na colheita ou número de hastes perdidas por hectare.
3. Um dos mais importantes efeitos da uréia aplicada à irrigação foi a manutenção do número médio de pencas por haste em todo o curso do experimento.

Sendo o litoral paulista a principal região exportadora de bananas no Brasil, cabe aqui uma apreciação das condições em que esta fruta é produzida naquela área, que embora tenha um índice pluviométrico bastante alto, parece apresentar déficits hídricos em alguns meses do ano, prejudicando o bom desenvolvimento da cultura. Para o litoral sul, Verdade et al. (1964), dão as seguintes informações:

. Área de Santos

Média mensal de temperatura 22 a 23°C e pluviosidade entre 1.700 e 3.000 mm.

. Área de Itanhaém

A precipitação média anual é de 1.500 a 2.000 mm e temperatura média anual entre 21 e 22°C.

. Área de Juquiá

Do ponto de vista climático e partindo de um centro em Registro, com uma média anual de precipitação entre 1.200 e 1.300 mm, a queda pluviométrica vai até 2.000 mm, formando áreas irregulares, mas concêntricas. Nas serras do sul e pequenas áreas do litoral, a pluviometria pode chegar a 3.000 mm. A temperatura média da área litorânea, em toda a parte central, é de 21 a 22°C. Na subida da serra a temperatura diminui, para atingir, na crista, 17 a 18°C, ponto limite para o Planalto Central.

Tem-se estabelecido culturas em locais com precipitação de 1.200 a 1.300 mm anuais, diferentes das demais áreas, onde as precipitações são mais elevadas. É verdade que os grandes bananais se encontram geralmente nas isoietas anuais de 1.400 a 2.000 mm. No avanço pelas fraldas das serras, eles devem ter atingido em Juquiá as isotermas até 18 a 19°C, como município de Papiraí, vale do rio Corujas, afluente do Assungui. Em Santos e Itanhaém, por questões topográficas, os bananais ficam nas zonas de médias anuais de temperatura de 21 a 22°C.

Coelho & Audi (1966), em estudos efetuados no litoral norte de São Paulo, relataram que a bananeira, planta tropical, encontra condições climáticas favoráveis no litoral norte. Segundo a carta climática da Seção de Climatologia Agrícola, do Instituto Agronômico de São Paulo, Campinas-SP, na borda do litoral, sem estação seca, com temperatura média do mês mais quente superior a 18°C e chuva total do mês mais seco superior a 60 mm. Vai da baixada do litoral até o início da serra do Mar, onde passa para o clima mesotérmico, devido à amenização de temperatura em decorrência da altitude. Segundo a carta de isoietas anuais de Shroder (1956), a precipitação pluviométrica deste tipo climático vai de 1.700 mm até ultrapassar 3.000 mm.

A temperatura do mês mais quente oscila entre 24 e 25°C nos meses de janeiro a fevereiro, que são os de maior precipitação; chega a atingir a baixada litorânea, parte interiorizada e o sopé da serra do Mar, o tipo climático Cfa, clima mesotérmico úmido, sem estiagem, com temperatura média do mês mais quente superior a 22°C, apresentando, no mês mais seco, precipitação pluviométrica superior a 30 mm.

O desequilíbrio hídrico na cultura da bananeira pode agravar os efeitos do ataque de nematóides às plantas. Jaramillo & Figueira (1976), estudando os efeitos da variação dos elementos do balanço hídrico na flutuação da densidade média de *Radophulus similis* (Cobb) na zona de bananeira de Guápiles, Costa Rica, encontraram que os déficits hídricos tinham maior importância biológica que os excessos. Além disto os valores que maximizaram a população corresponderam a épocas de tempo variável onde se intercalaram períodos chuvosos e secos de curta duração.

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

O conceito de "água disponível para as plantas" deve ser usado com certo cuidado quando se procura maximizar a produção de um cultivo, evitando-se déficits hídricos. A capacidade que têm as plantas de retirar água do solo é inversamente proporcional à tensão com que a água está retida neste solo, uma vez que quanto menor é essa disponibilidade, maior é a força de retenção de água no solo, chegando ao ponto que é teoricamente chamado de murchamento permanente. Ocorre que, muito antes do solo chegar a este teor de umidade, a planta já vem, gradativamente, diminuindo suas atividades metabólicas por deficiência hídrica e, conseqüentemente, a sua potencialidade de produção.

A tolerância das plantas a déficits hídricos é bastante variável de espécie para espécie e mesmo de variedade para variedade. Assim, é que existem espécies vegetais que atingem o máximo de sua potencialidade produtiva em percentagens de água disponível relativamente baixas, como é o caso do trigo, cuja produtividade não é afetada se o teor de umidade baixar a 45% de água disponível (Campo Experimental de Mandacaru, CPATSA-EMBRAPA - Juazeiro, BA); entretanto, outras espécies são prejudicadas quando a disponibilidade de água está aquém de 75%.

Pela revisão de literatura feita neste trabalho pode-se concluir que a bananeira é uma cultura bastante sensível à falta de água, ressentindo-se em déficits muito pequenos de umidade. Por outro lado, o excesso de umidade, a ponto de afetar a aeração do solo, é igualmente prejudicial à cultura.

A utilização da água pelas plantas está estreitamente relacionada com a profundidade do sistema radicular. Na bananeira, Morello (1953), cita 3 m de profundidade para as condições em que trabalhou em São Paulo e faz referências a dados da Colômbia em que raízes de bananeira atingem 3 m de profundidade. Entretanto, para cálculos de irrigação estes dados devem se referir à profundidade efetiva de raízes, isto é, aquela profundidade em que se encontra a maior percentagem de raízes ativas. Shmueli (1953) se refere ao

fato de que em condições de alta percentagem de umidade disponível, cerca de 80% da perda de água no solo ocorria nos primeiros 45 cm da camada de solo, por evapotranspiração, o que leva a crer que nesta profundidade se encontra a grande porção de raízes ativas de bananeira.

Um outro aspecto, de suma importância, relacionado com água para a cultura de bananeira, são as condições de drenagem do solo. O nível do lençol freático limita o desenvolvimento do sistema radicular da bananeira. Este efeito é mostrado por Ghavami (1976), trabalhando em lisímetro com diferentes níveis de lençol freático.

Nos trabalhos revisados pode-se chegar a conclusões importantes relacionadas com as necessidades hídricas da cultura da bananeira tais como:

1. A percentagem de água disponível no solo não deve baixar aquém de 75%.
2. Não deve haver condição de saturação de água no solo prejudicando a aeração.
3. Considerando-se as duas primeiras conclusões evidencia-se que a faixa ótima de umidade de solo para a cultura da bananeira é bastante estreita (75 a 100% de água disponível), o que leva a crer que é difícil encontrar condições naturais de distribuição de chuva que ofereçam tal situação, principalmente quando se atenta para o fato de que a bananeira é uma planta perene com condições fisiológicas de produzir regularmente durante o ano inteiro.
4. A bananeira é uma cultura bastante exigente em água, com alto índice de transpiração.
5. Um projeto para a exploração da bananeira deve ser acompanhado de um balanço hídrico da precipitação efetiva média mensal, considerando-se a capacidade de retenção de água do solo da área e os índices evapotranspirométricos dos respectivos meses, com a finalidade de se detectar e quantificar déficits e excesso de água que por acaso venham a existir. Neste trabalho deve ser considerado apenas o perfil de solo

correspondente à profundidade efetiva das raízes. De nada valerá a existência de umidade a uma profundidade não explorada pelas plantas, ou por uma pequena quantidade de raízes.

6. Os dados de consumo de água pelas plantas devem ser determinados para cada local específico, não esquecendo que tais dados são diretamente dependentes da ação e interação dos diversos fatores que compõem o clima e que estes variam bastante de local para local.
7. A irrigação é prática de grande importância na bananeira para que se possa manter o nível ideal de umidade no solo exigido pela cultura, oferecendo também vantagem na distribuição do fertilizante nitrogenado em solução na água de irrigação, dependendo do sistema de distribuição de água a ser utilizado.
8. A variação do nível de umidade no solo favorece a ocorrência do nematóide *Rodophulus similis* (Cobb).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARSCOTT, T.G. Nitrogen fertilization of bananas *Musa cavendishii* Lambert through a sprinkler system. **Trop. Agric.**, Trinidad, 47:17-22, 1970.
- ARSCOTT, T.G.; BHANGOO, M.S. & KARON, M.L. Irrigation investigations of the Giant Cavendish banana. II - Effects of climate on plant growth and fruit production in the Upper Aguan Valley, Honduras. **Trop. Agric.**, Trinidad, 42(3):205-9, July, 1965.
- ARSCOTT, T.G.; BHANGOO, M.S. & KARON, M.L. Irrigation investigation of the Giant Cavendish banana - A note on the relationship between bunch weight and quantity of supplemental irrigation. **Trop. Agric.**, Trinidad, 42(4):367-8, Oct. 1965.
- BOVEE, A.C.J. Lysimeter studies concerning the evapotranspiration of bananas in Lebanon. **Landouwk. Tijdschr.**, 87(7):174-80, Jol. 1975.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **PROHORT: Programa de Apoio à Produção e Comercialização de Produtos Hortigranjeiros**. Brasília, DF, 1977. 100p.
- COELHO, A.G. de S. & AUDI, R. Aspectos da bananicultura no litoral norte paulista estudados através de fotografias aéreas. **Bragantia**, Campinas, SP, 25(8):87-94, Jun. 1966.
- GHAVAMI, M. Banana plant response to water table levels. **Trans. ASAE**, 19(4):675-7, Jul./Ago. 1976.
- GHAVAMI, M. Irrigation of Valery bananas in Honduras. **Trop. Agric.**, Trinidad, 51(3):443-6, July 1974.
- JARAMILLO, C., R. & FIGUEROA, A. Relación entre el balance hídrico y la población de *Radophulus similis* (Cobb) Thorne en la zona bananera de Guápiles, Costa Rica. Turrialba, 26(2):187-92, Abr./Jun. 1976.

- NANICA, I. Irrigação em sulcos e sua influência no crescimento e produção da planta matriz de bananeira (*Musa cavendishii* Lambert) C.V. Nanicão. Piracicaba, SP, ESALQ, 1973. 100p. Tese Doutorado.
- MEYER, J.P. Première indications sur l'irrigation localisée en culture bananière en Martinique. **Fruits**, 31(6):349-52, 1976.
- MORELLO, J. Transpiración y balance de água de la bananera en las condiciones de la ciudad de S. Paulo. **B. Fac. Fil. Ci. Letr.**, São Paulo, 10:27-97, 1953.
- RISHELL, C.G. Água necesaria para irrigar una hectárea de banano. **Agric. Trop.**, Bogotá, 14(9):557-67, Sep. 1958.
- SHMEULI, E. Irrigation studies in the Jordan Valley. I. Physiological activity of the banana in relation to soil moisture. **Bull. Res. Council. Isr.**, 3(3):228-47, 1953
- SILVA, J.F. da & CAMPOS, G.M. Estudos de densidade de plantio em bananeira, cultivar Nanica em áreas irrigadas do Nordeste brasileiro. **B. Tec. Dep. Nac. Obras Contra Secas**, Fortaleza, CE, 32(2):117-23, jul./dez. 1974.
- SILVA, J.F. da; CAMPOS, G.M.; MENDES, W.C.R. & GOES, E.S. de. **Estudo de evapotranspiração em bananeira, cultivar Nanicão** (*Musa cavendishii* Lambert). s.n.t. 15p.
- SIVANAPPAN, R.K.; RAO, V.N.M. & KANDASWAMY, A. Drip irrigation in banana. **Indian Farming**, 26(4):3-4,7, Jul. 1976.
- TROCHOULIAS, T. The yield response of bananas to supplementary watering. **Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.**, 13:470-2, Aug. 1973.
- TROCHOULIAS, T. & BENSON, R.J. Increased profits from irrigating bananas. **Agric. Gaz. N.S.W.**; 83:291, Oct. 1972.
- VERDADE, F. da C.; BORGONOV, M.; CHIARINI, J.V.; AUDI, R. & COELHO, A.G. de S. **Estudo, por fotointerpretação da cultura da bananeira no litoral sul**. Campinas, SP, Instituto Agrônômico de Campinas, 1964. 32p. (IAC. Boletim, 36).

WILSIE, C.P. Adaptación y distribución de los cultivos.
Zaragoza, España, ACRIBIA, 1965. 491p.

PEDE-SE PERMUTA DE PUBLICAÇÕES
ON DEMANDE L'ÉCHANGE DE PUBLICATIONS
WE ASK FOR PUBLICATION EXCHANGE
MAN BITTET UM PUBLIKATIONAUSTAUSCH

Editoração
Comitê de Publicações do CPATSA
Impressão GRAFSET