

DETERMINAÇÕES DE CAMPO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO E DOS COEFICIENTES DE CULTIVO PARA

CAUPI E MILHO

José Espínola Sobrinho

Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, M.Sc. em Meteorologia Agrícola, prof.  
Adjunto do Departamento de Eng. Agrícola - ESAM ,  
C.P. 137 - 59.600 - Mossoró - RN.

Benjamim Fernandez Medina

Consultor PDCT/NE. Convênio ESAM/CNPq/BID  
Departamento Eng. Agrícola - ESAM, C.P. 137  
59.600 - Mossoró - RN

Jorge Moreira Maia Neto

Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup> - Departamento de Eng. Agrícola - ESAM ,  
C.P. 137 - 59.600 - Mossoró - RN

## RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido, a título de repetição, na chapada do Apodí, no município de Governador Dix-Sept Rosado-RN (Lat. 5°28'S; Long. 37°31' W e Alt 36 m), em um solo do tipo regossolo com textura franco-arenosa fina, numa propriedade assistida pelo sub-programa GAT.

Foram determinados a evapotranspiração máxima (ET<sub>m</sub>) e os coeficientes de cultivo (K<sub>c</sub>) para as culturas do feijão caupi (Vigna unguiculata, (L.)Walp), cultivar Caicó (CNCx-482) e milho (Zea mays, L.), cultivar Centralmex, em todas as fases de desenvolvimento das mesmas. As duas culturas foram plantadas no dia 30 de agosto de 1988, enquanto que a grama (Cynodon dactylon, L.), utilizada para estimar a evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) e a partir desta os coeficientes de cultivo (K<sub>c</sub>) para as duas culturas, encontrava-se plantada desde agosto de 1987. Para medição das ET<sub>m</sub> de caupi, milho e grama foram utilizados conjuntos evapotranspirométricos (dois para cada cultura), simples, de baixo custo, e fáceis de instalar, operar e manter. Os resultados deste estudo mostraram que os evapotranspirômetros utilizados proporcionam informação bastante satisfatória desde que sejam adotados alguns cuidados na sua instalação e manutenção. Os valores da ET<sub>m</sub> obtidos para feijão caupi e milho apresentam-se coerentes com os valores citados na literatura, no sentido de que o consumo de água é baixo no início do ciclo, aumentando gradualmente até o estágio de formação do fruto, para cair em seguida, no período de maturação. Os valores de ET<sub>m</sub> variaram entre 3,36 mm/dia (período inicial) e 6,16 mm/dia (fase de formação da vagem) para o feijão caupi, e 3,02 mm/dia (estágio inicial) e 6,48 mm/dia (período de enchimento do grão), para o milho. Os valores de K<sub>c</sub>, por sua vez, obtidos a partir da ET<sub>o</sub> (ET<sub>m</sub> grama) e os calculados utilizando a evaporação no tanque classe "A" (E<sub>p</sub>), foram praticamente iguais, indicando com isso que a ET<sub>o</sub> pode ser estimada com uma certa precisão, multiplicando-se a E<sub>p</sub> por um coeficiente apropriado (coeficiente de tanque, K<sub>p</sub>). No caso o coeficiente encontrado experimentalmente, foi de 0,70.

## SUMMARY

### FIELD DETERMINATIONS OF EVAPOTRANSPIRATION AND CROP COEFFICIENTS FOR COWPEA AND CORN

A study was conducted to estimate maximum evapotranspiration ( $ET_m$ ) and crop coefficient ( $K_c$ ) values for two regional crops: cowpea (Vigna unguiculata L. (Walp.)), cultivar Caicó, and maize (Zea mays, L.), cultivar Centralmex. Soils of the general área are quite mixed but the experimental area consists principally of a medium textura soil (fine sandy loam). Values of  $K_c$  were obtained from  $ET_m$  and  $ET_o$  (reference crop evapotranspiration), where  $ET_o = ET_m$  grass (Cynodon dactylon, L.).  $ET_m$  for all two crops as well as for grass was measured by means of six (two for each crop) unexpensive, simple constructed and easy installed evapotranspirometers. Cowpea and maize were planted on August 29 and 30-1988. The results of this experiment showed that the evatranspirometer herein used is practical, simples, easy to construct, install, operate and maintain, and its results are faithful enough for predicting water losses for short season crops. Values of  $ET_m$  for cowpea and maize agreed with those reported in the leterature in that the use of water by plants is low at the beggining of the growing season (initial stage), increases gradually up to the fruit development period and then declines during maturity.  $ET_m$  values varied between 3.36 mm/day (initial period) e 6.16 mm/day (pod filling stage) for cowpea, and between 3.2 mm/day (initial stage) and 6.48 mm/day (grain filling stage) for milho. In relation to  $K_c$  values, it was found no practical differences between those obtained from  $ET_o$  ( $ET$  grass) and the ones computed using Class "A" evaporation pan ( $E_p$ ). This means that  $ET_o$  could be estimated with adequate precision multiplying  $E_p$  by an appropriate factor (pan coefficient,  $K_p$ ). In this study it was equal to 0,70.

## INTRODUÇÃO

O manejo da irrigação no campo depende, fundamentalmente, de estimativas precisas do uso de água pela planta. Na maioria das áreas irrigadas as informações meteorológicas para determinação da evapotranspiração são muito limitadas, o que se traduz na utilização de métodos e dados de regiões ou áreas com características climáticas e agronômicas bastante diferentes daquelas onde essas metodologias e esses valores foram obtidos e estão sendo aplicados. Segundo VENKATARAMAN (7), somente quando todos os fatores que afetam as relações solo-água-planta-atmosfera, são adequadamente medidos, é que se pode estabelecer um balanço hídrico para o solo. Isto mostra a importância agronômica e econômica da evapotranspiração. Por isso, tem-se conduzido uma grande quantidade de pesquisas com o objetivo de se estimar a evapotranspiração de culturas agrícolas.

Para relacionar a evapotranspiração de referência ( $E_{To}$ ), com a evapotranspiração máxima da cultura ( $E_{Tm}$ ), utilizam-se coeficientes de cultivo ( $K_c$ ) determinados empiricamente. O valor de  $K_c$  varia com o cultivo, com o estágio de crescimento, com a velocidade do vento e com a umidade relativa (5). Segundo DOORENBOS & PRUITT (6), o fator  $K_c$  representa a evapotranspiração de uma cultura que cresce sob condições ótimas e produzindo rendimentos máximos. Estes autores determinaram valores de  $K_c$  para diferentes cultivos e períodos de crescimento, sob condições climáticas e agronômicas diferentes às do Nordeste brasileiro. O coeficiente de cultivo pode ser estimado usando-se a relação:  $K_c = E_{Tm} / E_{To}$ .

Tendo em vista que na região Nordeste não existem dados de  $E_{To}$  nem de coeficientes  $K_c$ , para subsídio de sua agricultura irrigada, planejou-se esta pesquisa que tem como objetivos: (i) determinar valores de  $E_{Tm}$  e  $K_c$  nos diferentes estágios de crescimento do feijão caupi (Vigna unguiculata (L.) Walp) e do milho (Zea mays, L.); (ii) medir  $E_{To}$  utilizando como cultivo de referência a grama (Cynodon dactylon, L.); (iii) obter o coeficiente de tanque classe "A" ( $K_p$ ), para uso no cálculo da  $E_{To}$ .

## MATERIAL E MÉTODO

Este trabalho foi desenvolvido no município do Governador Dix-Sept Rosado - RN (5°28'S; 37°31'W; 36m), a 35 km da cidade de Mossoró-RN.

De acordo com a classificação climática de Koeppen, o clima da região é do tipo BSw'h', isto é, seco, muito quente e com estação chuvosa no verão atraindo-se para o outono (3).

O solo do local experimental é de textura média e se encontra classificado como aluvial eutrófico fase floresta ciliar de carnauba, relevo plano (2). No Quadro 1 são apresentadas algumas propriedades físicas do solo e na Figura 1 a curva característica de umidade.

Quadro 1 - Algumas propriedades físicas selecionadas do solo do local experimental

Prof. (cm)	Fração Mineral (%)			Densidade (Mg/m <sup>3</sup> )		Porosidade (%)			CC	FMP (mm/m)	Aa
	Areia	Silte	Argila	Global	Real	Macro	Micro	Total			
0 - 20	51	33	16	1,42	2,61	23,7	21,9	45,6	219	72,4	146,6
20 - 40	55	26	19	1,51	2,64	14,7	28,1	42,8	281	116,3	164,7
40 - 60	39	29	32	1,52	2,66	16,2	26,6	42,8	266	123,3	142,7

Na Figura 2 é apresentado um diagrama do arranjo experimental de um conjunto evapotranspirométrico para medição da evapotranspiração. Em princípio, ele é similar ao de Thornthwaite, mas com uma série de modificações de maneira a adaptá-lo aos materiais disponíveis para a sua confecção.

Foram instalados no campo, seis evapotranspirômetros: dois para feijão caupi, dois para milho e outros dois para grama. Suas disposições no campo em relação às áreas de bordadura das três culturas, assim como da estação agrometeorológica, contígua, são mostradas na Figura 3. A instalação dos conjuntos evapotranspirométricos foi concluída aproximadamente seis meses antes de se efetuar o plantio das culturas em estudo, de maneira que houvesse tempo suficiente para o condicionamento e assentamento do solo nos tanques de crescimento. O plantio das culturas foi feito no dia 30 de agosto de 1988.

Para estimativa da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) foi utilizada grama (*Cynodon dactylon*, L.) "Capim Bermuda", ao passo que para determinação dos coeficientes de cultivo (K<sub>c</sub>) foram selecionadas duas culturas de grande im-

portância social e econômica para a região: o feijão caupi (Vigna unguiculata (L.) Walp), cultivar Caicó (CNCx-482) e milho (Zea mays, L.), cultivar Central-mex.

A grama foi plantada alguns meses antes e se encontrava cobrindo totalmente a superfície do solo, tendo sido constantemente adubada à base de NPK para manter um desenvolvimento uniforme. O espaçamento utilizado foi 0,80x0,50 m para ambas as culturas, tendo-se o cuidado de deixar, após o desbaste, duas plantas por cada cova. Em função desse espaçamento, cada tanque de crescimento abrigava oito plantas. A adubação das culturas foi feita na cova usando-se ureia, cloreto de potássio e superfosfato simples.

A irrigação foi feita por sulco durante todo o ciclo das culturas, até o completo enchimento dos grãos. O controle do teor de umidade do solo foi efetuado através de tensiômetros de pesquisa concomitantemente com medidas neutrométricas. Irrigações foram feitas toda vez que o conteúdo volumétrico de água no solo atingia 25% (- 0,05 MPa). O lençol freático nos tanques de crescimento, foi mantido à profundidade de 30 cm para a grama e o caupi, e 45 cm para o milho.

Efetuaram-se, ao longo do ciclo das culturas, leituras diárias da evapotranspiração. Simultaneamente realizaram-se observações da evaporação, através do tanque classe "A", bem como de outros parâmetros climáticos. Com esses dados processados, foi possível determinar a evapotranspiração máxima (ET<sub>m</sub>) e os coeficientes de cultivo (K<sub>c</sub>), medidos, e calculados utilizando-se o tanque classe "A". Relacionando-se os dados da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) e da evaporação do tanque classe "A" (E<sub>p</sub>), determinou-se o coeficiente de tanque (K<sub>p</sub>), para a localidade.

Com o objetivo de se estabelecer o grau de associação entre ET<sub>o</sub> medida utilizando-se grama e E<sub>p</sub> do tanque classe "A" e dessa maneira encontrar um valor para o coeficiente de tanque (K<sub>p</sub>), confiável para estimar ET<sub>o</sub>, processou-se a regressão linear entre ambas as variáveis.

Os resultados são apresentados para cada estágio fenológico das culturas (cinco) e para o ciclo total.

O comportamento das plantas, tanto nos tanques de crescimento quanto nas bordaduras, foi avaliado através da produção. Para isso, no feijão caupi, foram realizadas duas colheitas nos tanques de crescimento e em sete pontos de amostragens nas bordaduras, com oito plantas cada, enquanto que para o milho

foi efetuada apenas uma colheita nos tanques de crescimento e em seis pontos, selecionados ao acaso, nas bordaduras. As colheitas do caupi foram efetuadas em 08/11 e 13/11 de 1988 e a do milho no dia 27/11/88.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp)

Os valores médios da evapotranspiração máxima (ETm), evapotranspiração de referência (ETo) e coeficientes de cultivo (Kc) para as diferentes fases de crescimento e para o ciclo total do feijão caupi, são mostradas no Quadro 2.

Quadro 2 - Valores médios de ETm, ETo (ETgrama) e coeficientes de cultivo (Kc) nas diversas fases de crescimento e no ciclo total do caupi.

Fase crescimento	Duração (dias)	ETm (mm) <sup>1</sup>		ETo (mm) <sup>1</sup>		Kc <sup>1</sup> = ETm/ETo
		Período	Diária	Período	Diária	
1. Inicial: 30/8-11/09/88	12	40,39	3,36	73,60	6,13	0,55
2. Cresc. Veget.: 12/09-09/10/88	28	127,78	4,56	173,86	6,21	0,73
3. Floração: 10-19/10/88	10	59,39	5,94	60,19	6,02	0,99
4. Form. Vagem: 20-29/10/88	10	61,63	6,16	58,36	5,84	1,06
5. Maturação: 30/10-13/11/88	15	72,28	4,82	86,81	5,79	0,83
	75	361,47	4,82	452,82	6,04	0,80

<sup>1</sup>Médias de duas repetições

Os valores de ETm medidos, para o caupi, estão de acordo com os citados na literatura, principalmente com os apresentados por ESPÍNOLA SOBRINHO *et alii* (4), para essas mesmas culturas, no sentido de que ele são baixos no início do ciclo e aumentam gradativamente com o crescimento da planta até a frutificação, para logo cair na fase de maturação.

As relações entre Kc e as diferentes fases ou estágios fenológicos do caupi, são apresentadas no gráfico da Figura 4.

Na Figura 5, é mostrada a relação linear entre a evapotranspiração de referência (ETo), ou seja, a ETgrama, e a evaporação de tanque Classe "A" (Ep). Os resultados mostram que há uma alta correlação ( $r = 0,92^{**}$ ) entre ambos os parâmetros, mostrando mais uma vez que a segunda pode ser usada para estimar ETo, utilizando-se uma equação de regressão linear do tipo:  $ETo = a + b Ep$ .

Semelhantemente, e uma vez constatada a grande associação entre os valores de  $E_{To}$  e  $E_p$ , calculou-se o coeficiente de tanque  $K_p$ , através da relação:  $K_p = E_{To}/E_p$ . Esta relação para o período experimental foi de 0,70 (452,82/646,06).

A seguir, no Quadro 3, são mostrados os valores dos coeficientes de cultivo ( $K_c$ ), medidos ( $E_{Tm}/E_{To}$ ) e calculados ( $(E_{Tm}/(E_p \times 0,70))$ ).

Quadro 3 - Valores dos coeficientes de cultivo,  $K_c$ , medidos e calculados para as diferentes fases de crescimento e ciclo total do caupi.

Fase	$E_{Tm}$ (mm)		$E_{To}$ (mm)		$E_p$ (mm)		$K_c^1$	
	Período	Diária	Período	Diária	Período	Diária	Medido	Tanque
1	40,39	3,36	73,60	6,13	103,47	8,62	0,55	0,56
2	127,78	4,56	173,86	6,21	248,80	8,88	0,73	0,73
3	59,39	5,94	60,19	6,02	86,81	8,68	0,99	0,98
4	61,63	6,16	58,36	5,84	81,92	8,19	1,06	1,07
5	72,28	4,82	86,81	5,79	125,06	8,34	0,83	0,83
	361,47	4,82	452,82	6,04	646,06	8,61	0,80	0,80

<sup>1</sup> Médias de duas repetições

As inexpressivas diferenças observadas, em algumas fases, entre os  $K_c$  medidos e estimados, devem-se ao fato destes últimos terem sido calculados utilizando-se o  $K_p$  correspondente ao ciclo total do cultivo. Contudo, eles são muito válidos para objetivos práticos.

#### Milho (Zea mays L.)

No Quadro 4, são mostrados os valores do coeficiente de cultivo  $K_c$ , e da evapotranspiração máxima ( $E_{Tm}$ ) e de referência para os diversos estágios de crescimento e ciclo total da cultura. Observa-se que nos períodos inicial e vegetativo os  $K_c$  do milho são menores que os do feijão caupi (Quadro 2 e Figura 4), ao passo que nas fases restantes são bastante semelhantes. Esses maiores valores do  $K_c$  do milho nos dois primeiros estágios devem-se ao mais rápido e exuberante crescimento do caupi nessas etapas de seu desenvolvimento, que é uma característica de espécies e variedades precoces.

As variações do  $K_c$  em função do período de crescimento do milho, são apresentadas graficamente na Figura 6, corroborando com o que já foi mostrado



Quadro 4 - Médias<sup>1</sup> das ETm e ETo e valores do Kc para os diversos estágios de crescimento do milho

Fase de crescimento	Duração (dias)	ETm (mm)		ETo (mm)		Kc = ETm/ETo
		Período	Diária	Período	Diária	
1. Inicial: 30/08 - 13/09/88	15	45,30	3,02	86,80	5,79	0,52
2. Cresc. Veg.: 14/09-03/10/88	20	80,64	4,03	123,19	6,16	0,65
3. Floração: 04-15/10/88	12	66,48	5,54	70,50	5,88	0,94
4. Enchim.grão: 16/10-12/11/88	28	181,58	6,48	166,79	5,96	1,09
5. Maturação: 13-27/11/88	15	74,66	4,98	88,14	5,88	0,85
	90	448,66	4,98	535,42	5,95	0,84

<sup>1</sup>Médias de duas repetições

pelo Quadro 4, no sentido de que os Kc desta cultura, nos dois primeiros estágios de crescimento, são menores que os do caupi. Os Kc máximos são alcançados na transição das fases de floração e polinização para o de enchimento do grão. Uma vez que este último processo é completado, diminuem drasticamente as necessidades de água da planta e o consumo da mesma cai também em igual proporção.

Os valores médios dos Kc medidos e aqueles calculados a partir do coeficiente de tanque já estimado (0,70), são mostrados no Quadro 5.

Quadro 5 - Valores dos coeficientes de cultivo, Kc, medidos e calculados para as diferentes fases de crescimento e ciclo total do milho.

Fase	Kp	ETm (mm)		ETo (mm)		Ep (mm)		Kc <sup>1</sup>	
		Período	Diária	Período	Diária	Período	Diária	Medido	Calculado
1	0,70	45,30	3,02	86,80	5,79	122,11	8,14	0,52	0,54
2	0,70	80,64	4,03	123,19	6,16	177,30	8,86	0,65	0,66
3	0,70	66,48	5,54	70,50	5,88	100,53	8,38	0,94	0,96
4	0,70	181,58	6,48	166,79	5,96	243,76	8,70	1,09	1,08
5	0,70	74,66	4,98	88,14	5,88	125,84	8,39	0,85	0,86
		448,66	4,98	535,42	5,95	769,54	8,55	0,84	0,84

<sup>1</sup>Médias de duas repetições

Verifica-se no Quadro 5, que os valores de Kc obtidos a partir do coeficiente de tanque Kp, já estimado (0,70), não diferem significativamente dos obtidos diretamente para os diversos períodos de crescimento do milho. Esta cons

tatação, também já observada para o feijão caupi, indica que o citado coeficiente de tanque classe "A", pode ser utilizado para calcular a  $E_{To}$ , a partir de dados de evaporação de tanque ( $E_{To} = E_p \times 0,70$ ), e conseqüentemente o  $K_c$ , quando se conhece  $E_{Tm}$  ( $K_c = E_{Tm}/(E_p \times 0,70)$ ).

A produção e os valores de alguns componentes da produção, tanto para os tanques de crescimento, quanto para as bordaduras do feijão caupi, são mostrados nos Quadros 6 e 7.

Quadro 6 - Produção e componentes da produção de feijão caupi em sete amostras nas bordaduras e nos tanques de crescimento.

Amostra	Nº Vagens por planta	Nº grãos por vagem	Peso 100 grãos(g)	Produção Kg/ha
1	12	15	19,71	1.414
2	11	16	19,56	1.408
3	13	16	20,23	1.777
4	13	16	20,45	1.594
5	9	14	21,16	1.037
6	11	15	20,00	1.339
7	18	16	20,09	2.051
Evap. 1	18	16	20,24	2.532
Evap. 2	26	16	20,70	3.145

CV para as amostras das bordaduras = 22%

Quadro 7 - Valores médios de produção e componentes da produção de feijão caupi.

Local	Nº Vagens por planta	Nº grãos por vagem	Peso 100 grãos(g)	Produção kg/ha
Bordaduras	12,4	15,4	20,2	1.517
Evapotransp.	22,0	16,0	20,5	2.838

De acordo com os Quadros acima, verifica-se que o componente da produção decisivo no rendimento médio do caupi, foi o número de vagens por planta, que conseqüentemente foi responsável pela maior produção de grãos nos tanques de crescimento. A acentuada diferença entre estes e as bordaduras, deveu-se fundamentalmente à disponibilidade de água, que durante todo o ciclo de crescimen-

to foi ótima nos evapotranspirômetros, quando comparada com as bordaduras.

Para o milho, foi feita apenas uma colheita e os resultados referentes à produção e alguns componentes da produção, podem ser vistos nos Quadros 8 e 9.

Quadro 8 - Produção de milho, nas bordaduras, em kg/ha.

Amostra (8 pl)	Produção (kg/ha)
1	4.170
2	6.028
3	5.168
4	6.217
5	4.766
6	3.513
Média	4.977

CV = 21%

Quadro 9 - Produção de milho, em kg/ha, nos tanques de crescimento dos conjuntos evapotranspirométricos

Evapotranspirometro	Produção (kg/ha)
1	3.188,6
2	3.124,2
Média	3.156,0

Os resultados apresentados evidenciam uma produção muito baixa nos tanques de crescimento, quando comparada com as bordaduras. Isto não é o esperado, haja visto que as condições de umidade nos tanques de crescimento eram melhores que nas bordaduras.

Na tentativa de se explicar esses resultados, foi feita uma análise no solo dos tanques de crescimento, como também nas bordaduras, para determinação da concentração salina dos mesmos. O resultado da análise encontra-se no Quadro 10.

Quadro 10 - Valores de condutividade elétrica em mmho/cm, dos extratos de saturação dos solos (CEe), nos tanques de crescimento e nas bordaduras.

Local	Profundidade (cm)	CEe <sup>1</sup> (mmho/cm)
Evapot. 1	0 - 20	6.1
	20 - 40	1.7
Evapot. 2	0 - 20	5.0
	20 - 40	1.8
Média	0 - 20	5.5
	20 - 40	1.8
Bordadura	0 - 15	2.5
	15 - 30	2.9
	30 - 45	1.8

<sup>1</sup>CEe = condutividade elétrica do extrato de saturação do solo

De acordo com os resultados das análises de salinidade dos extratos de saturação dos solos nos tanques de crescimento, houve um acúmulo gradual de sais nos mesmos como resultado da adição de água e o subsequente processo de evapotranspiração, sem a existência de drenagem, por razões óbvias. A condutividade elétrica da água de irrigação, nas duas últimas temporadas, variou entre 0,85 e 1,0 mmho/cm. Segundo AYERS e WESCOT (1), o milho é uma cultura altamente sensível à salinidade do solo, sendo que valores da condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CEe) de 5,9 mmho/cm, podem causar redução nos rendimentos da ordem de 50% do máximo. Observa-se, portanto, que todas as evidências indicam a salinidade do solo nos tanques de crescimento como a responsável pela menor produção de grãos nestes dispositivos, mesmo quando comparada com a das bordaduras, cujos solos se encontravam bem menos salinizados (Quadro 10).

#### CONCLUSÕES

1. Ficou demonstrado que os sistemas evapotranspirométricos utilizados são práticos, fáceis de construir, instalar, operar e manter, proporcionando resultados satisfatórios desde que sejam adotados os devidos cuidados na sua ins-

talação, operação e manutenção.

2. Os valores médios de ET<sub>m</sub> medidos para caupi e milho seguiram a mesma tendência que os citados na literatura para outras culturas de ciclo curto, assim como com os obtidos por ESPÍNOLA SOBRINHO e colaboradores em 1987, para esses dois cultivos, no mesmo local experimental. Idêntico comportamento foi observado para os K<sub>c</sub> medidos diretamente.
3. Nos períodos inicial e vegetativo os K<sub>c</sub> do milho foram menores que os do caupi enquanto que nas fases restantes eles se mostraram muito semelhantes.
4. Houve uma alta e significativa correlação ( $r = 0,92^{**}$ ) entre evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) e evaporação de tanque classe "A" (E<sub>p</sub>), evidenciando mais uma vez que a segunda pode ser utilizada para estimar ET<sub>o</sub> através da relação de uma equação linear do tipo:  $ET_o = a + b E_p$ .
5. Os valores de K<sub>c</sub> obtidos a partir do coeficiente de tanque, K<sub>p</sub>, foram similares aos medidos, para ambos as culturas, evidenciando assim, que para aplicações práticas eles são sobretudo válidos e confiáveis.
6. O componente da produção decisivo no rendimento médio de grãos de caupi foi o número de vagens por planta, tendo sido responsável pela maior produção nos tanques de crescimento quando comparada com a das bordaduras.
7. A menor produção de milho nos tanques de crescimento em relação à das bordaduras, deveu-se à salinização do solo nos primeiros, que afetou negativamente o desenvolvimento e a produção do cultivo.

#### BIBLIOGRAFIA

- AYERS, R.S. & WESCOT, D.W. Calidad del agua para la agricultura. Roma, 1976 . (Estudio FAO: Riego e drenaje, 29).
- BRASIL. ministério da Agricultura. Divisão de Pesquisa Pedológica. Levantamento exploratório; reconhecimento de solos do Estado do Rio Grande do Norte. Recife, Convênio MA/SUDENE, 1971. 531p. (Boletim Técnico, 21).
- CARMO FILHO, F.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J. & AMORIM, A.R. Dados meteorológicos de Mossoró (janeiro de 1898 a Dezembro de 1986). Coleção ESAM. Ano XX, Vol. 13. 1987. 325p.
- ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; MEDINA, B.F.; MAIA NETO, J.M.; AMARO FILHO, J.; AQUINO, F.P. Estimativa da evapotranspiração máxima e coeficientes de cultivo para feijão caupi (Vigna unguiculata (L.) Walp) e milho (Zea mays, L.). Mosso-

- ró-RN, ENA/ESAM. 1989. (Boletim Técnico-Científico, 7 no prelo).
- DOORENBOS, J. & KASSAM, A. H. Efectos del agua sobre el rendimiento de los cul  
tivos. FAO, Roma. 1979, 212p. (Riego e Drenaje, 33).
- DOORENBOS, J. & PRUITT, W. O. Crop water requirements. FAO, Roma. 1977. 144p.  
(Irrigation and drainage paper, 24).
- VENKATARAMAN, S. Evapotranspiration as an agronomic factor. In: UNESCO (ed.) .  
Plant-water relationships in arid and semi-arid conditions. Proceedings of  
the Madrid Symposium. p. 147-153. 1962.

A N E X O S

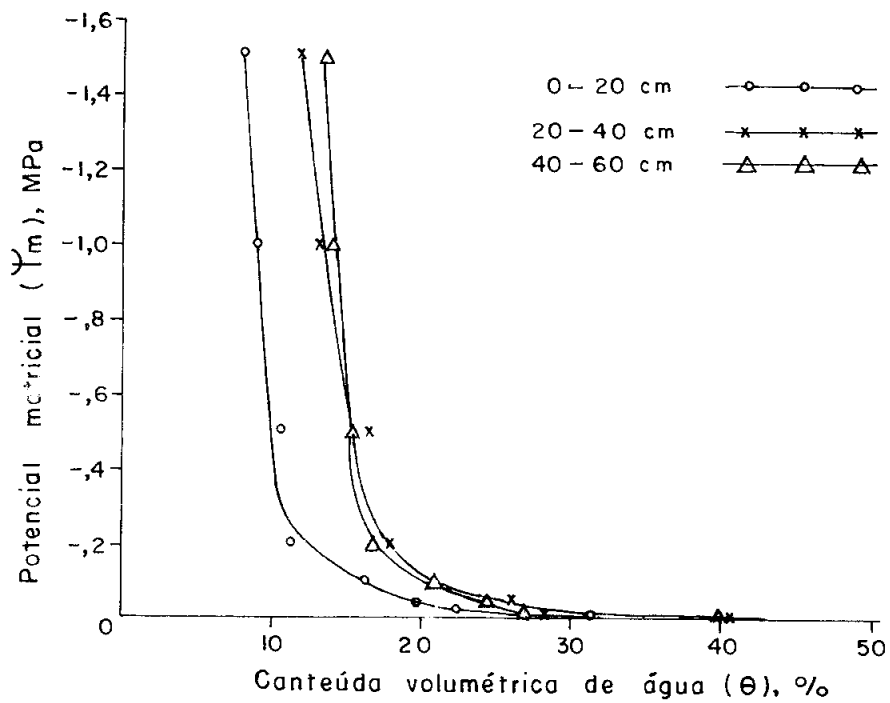
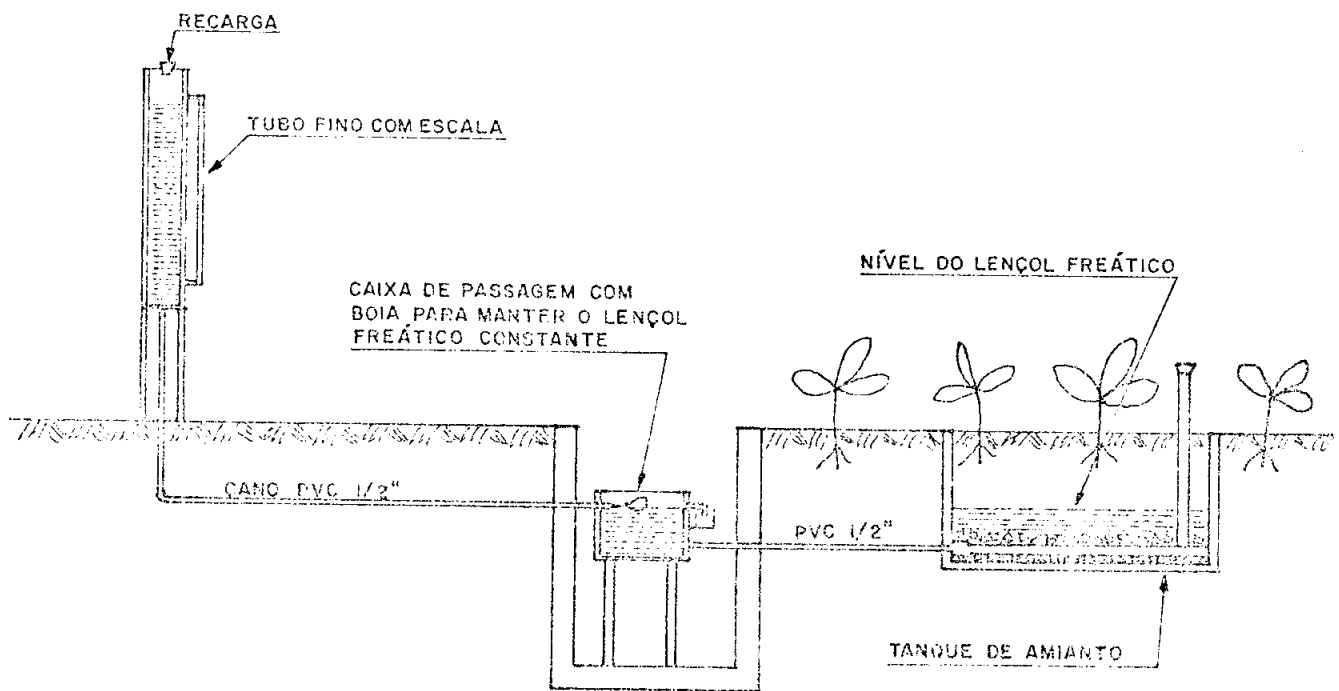


Fig. 1 - Curvas características do solo da local experimental para as profundidades 0-20, 20-40, 40-60 cm.



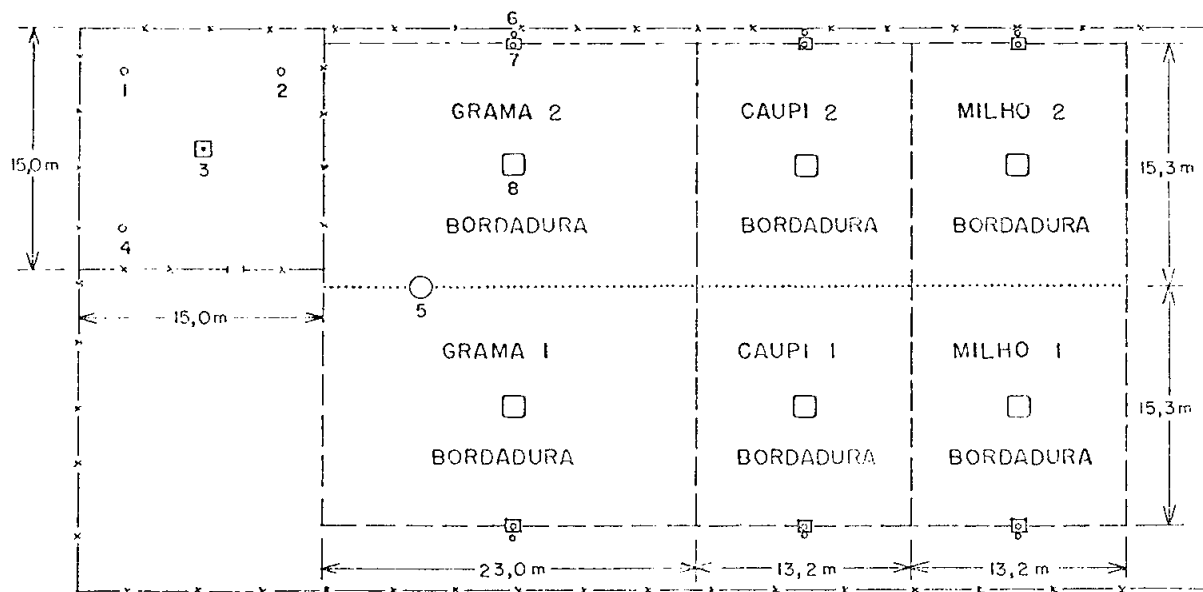
ESQUEMA DO EVAPOTRANSPIRÔMETRO COM LENÇOL FREÁTICO CONSTANTE



CORTE A-B

FIG. 2 - Diagrama esquemático do conjunto evapotranspirométrico

ESCALA 1:400 (1mm = 0,4m)



- |  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| 1- PLUVIOMETRO   | 5- TANQUE EVAPORAÇÃO CLASSE "A"     |
| 2- ANEMOMETRO  | 6- RESERVATÓRIO ALIMENTAÇÃO DE ÁGUA |
| 3- ABRIGO: TERMOM. MÁX. e MÍN.<br>TERMOM. BULBO SECO e ÚMIDO<br>EVAPORÍMETRO PICHÉ; HIGRÓGRAFO | 7- TANQUE CONTROLE NÍVEL DO LENÇOL  |
| 4- HELIÓGRAFO  | 8- TANQUE DE CRESCIMENTO            |

Fig. 3 -- Localização das unidades experimentais, sistemas evapotranspirométricos e estação agro-meteorológica.

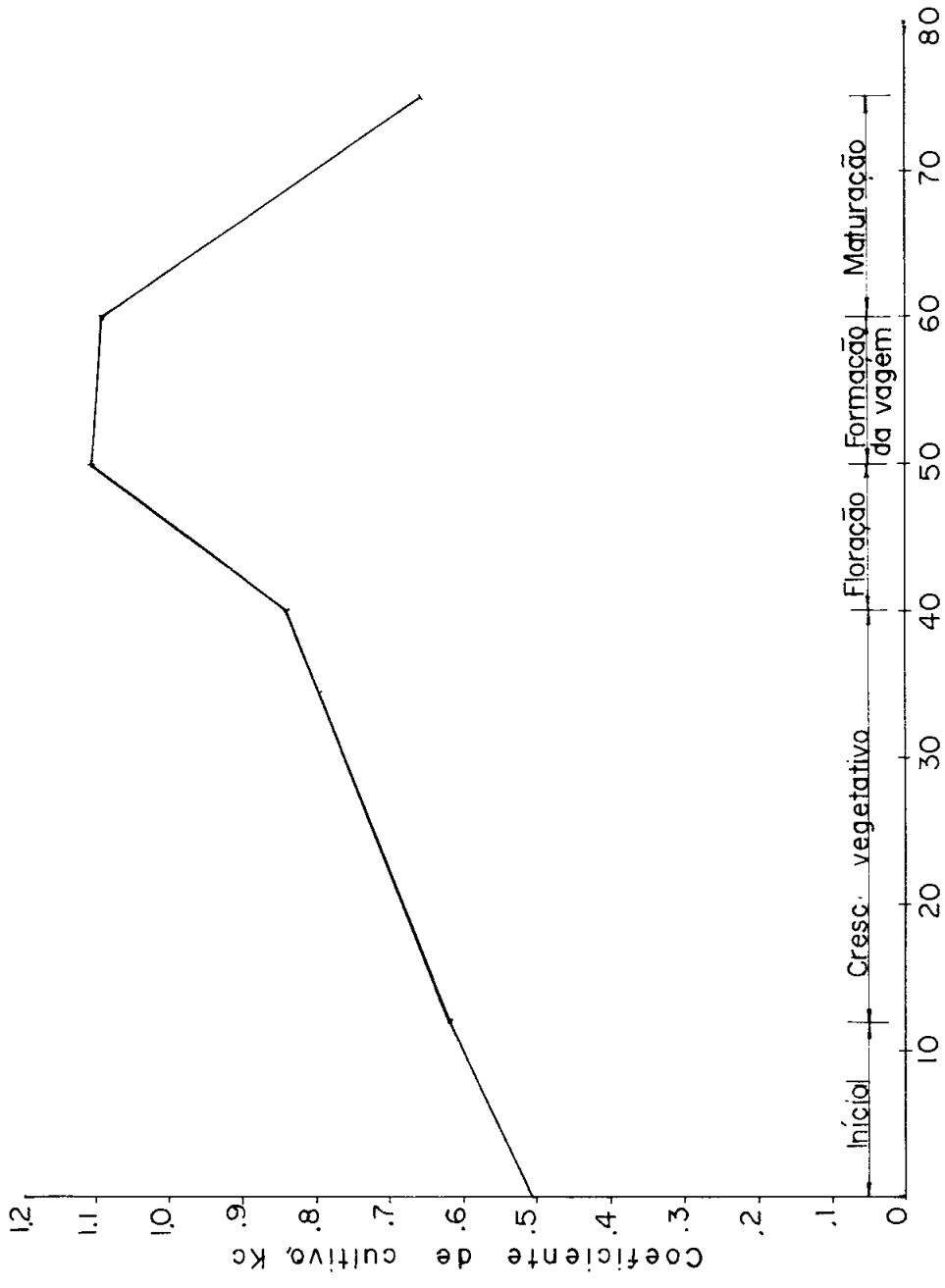


Fig. 4 - Variação do coeficiente de cultivo, Kc, em função da fenologia da cultura do caupi.

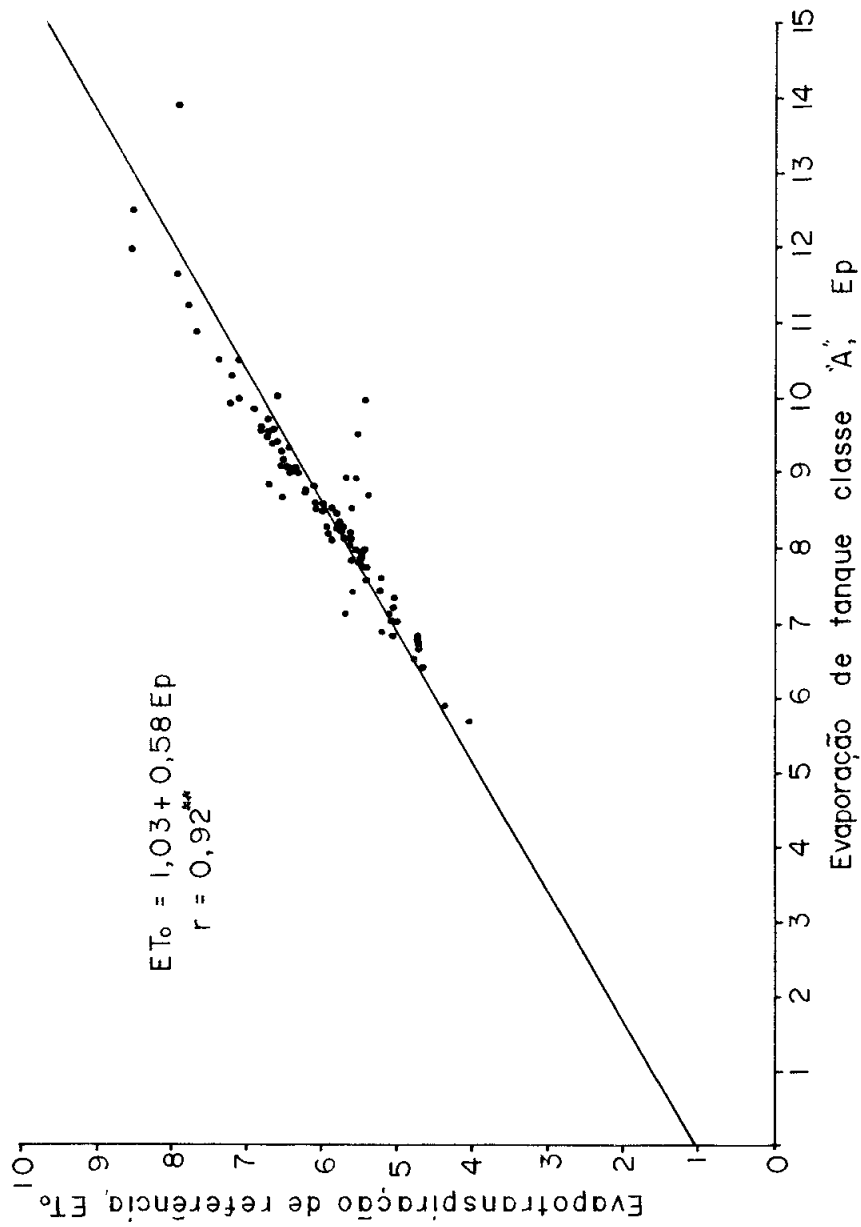


Fig. 5 - Relação  $E_{T_0}$  medida -  $E_p$  de tanque classe "A":

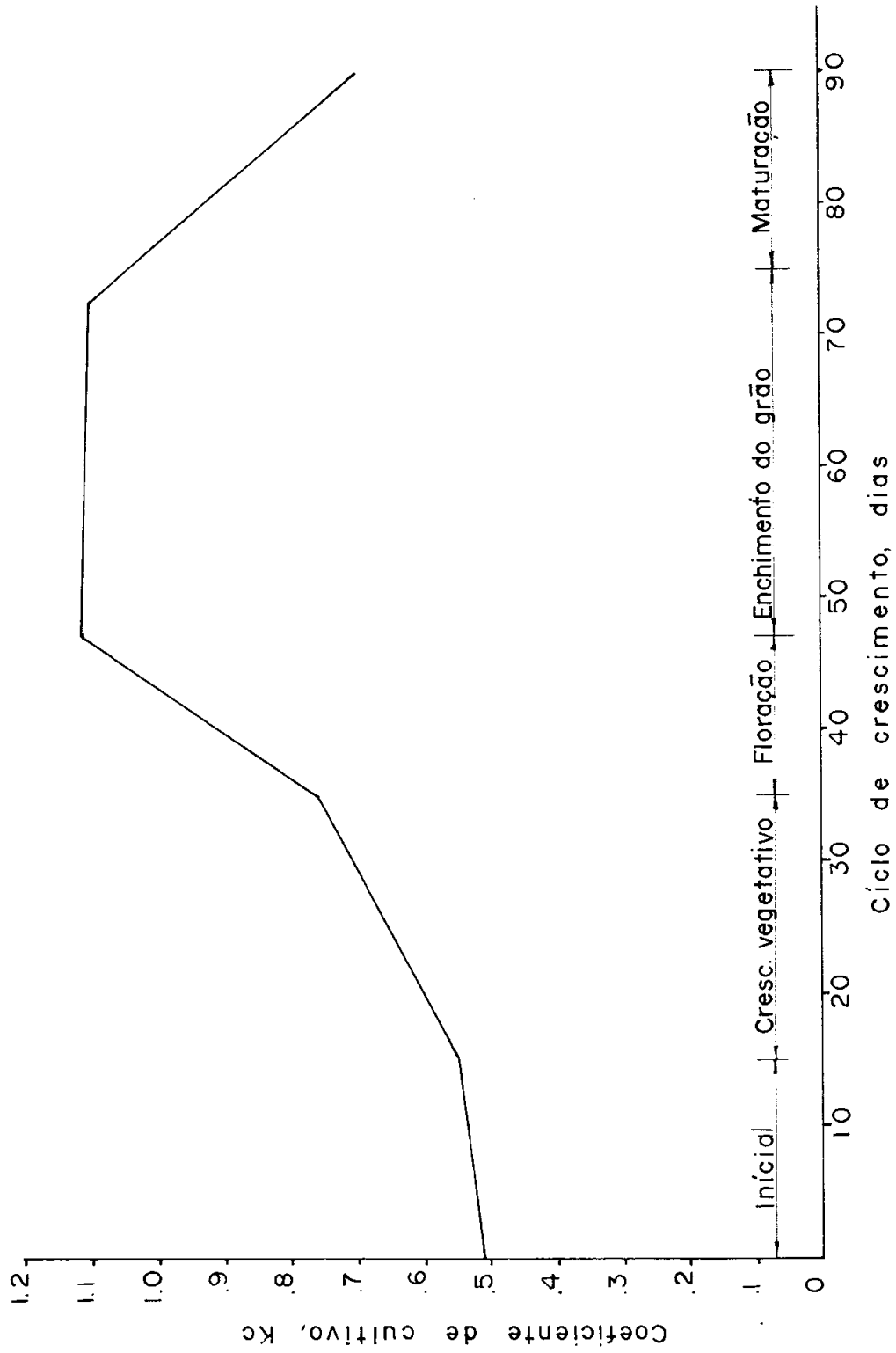


Fig. 6 — Variação do coeficiente de cultivo,  $K_c$ , em função da fenologia da cultura do milho.