

EVAPOTRANSPIRAÇÃO MÁXIMA ( $ET_m$ ) DA CULTURA DO FEIJÃO MACASSAR (*Vigna unguiculata* (L) WALP).

MILCIADES GADELHA DE LIMA

Professor Adjunto MS-C2 do Depto. de Engenharia Agrícola e Solos do CCA/FUFPI. Campus da Ininga. Teresina - Piauí.

**RESUMO** - Determinou-se a evapotranspiração máxima ( $ET_m$ ) da cultura do feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L) Walp) durante todo seu ciclo, em evapotranspirômetros de lençol freático constante e comparou-se os dados com a evapotranspiração potencial (ETP) estimada pelos métodos da radiação Solar, do Tanque Classe "A", de Thornthwaite, de Hargreaves, de Blaney & Criddle e de Benavídes & Lopez. O experimento foi conduzido no município de Teresina, no período compreendido entre 01 de outubro e 20 de dezembro de 1987. Foram utilizados quatro evapotranspirômetros de lençol freático constante. Os dados meteorológicos necessários para a estimativa de ETP foram obtidos no Posto meteorológico pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí.

Foram calculados os coeficientes de cultivo ( $K_c$ ) pela relação  $ET_m/ETP$  para as diversas fases fenológicas da cultura. Verificou-se que os valores de  $K_c$  estão na dependência dos estádios de desenvolvimento da cultura, bem como do método de estimativa de ETP, destacando-se os métodos da Radiação Solar, do Tanque Classe "A" e de Thornthwaite, cuja escolha deverá ser feita em função da disponibilidade de dados meteorológicos da região.

## INTRODUÇÃO

O conhecimento das exigências hídricas das culturas tem sua aplicação tanto em agricultura de sequeiro como em agricultura irrigada, pois é essencial, para o uso racional dos recursos hídricos, possibilitando assim, a realização de dimensionamentos adequados de sistemas de irrigação bem como um manejo correto de água em tempo real.

O equipamento idealizado para a medição direta do consumo de água é o evapotranspirômetro, fornecendo a perda de água por evaporação do solo mais a transpiração das plantas. Devido, principalmente, ao alto custo e dificuldades de instalação, recorre-se ao uso de fórmulas empíricas. Inúmeros são os métodos de estimativa desse fenômeno, porém nenhuma tentativa foi feita no sentido de revisar todos os modelos de evapotranspiração, preferindo-se enfatizar as pesquisas realizadas com a cultura do feijão.

No Estado do Piauí, BEZERRA<sup>1</sup> e FREIRE<sup>1</sup> utilizando o método de Hargreaves para a estimativa da Evapotranspiração Potencial (ETP), determinaram valores médios de coeficiente de cultivo (Kc) de 0,84; 0,85 e 0,86 para a cultura do feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L) Walp), variedades de ciclo precoce, médio e tardio respectivamente. SILVA<sup>2</sup> e MILAR<sup>2</sup> em pesquisa realizada em Petrolina - PE, encontraram valores médios de Kc de 0,42, para a mesma cultura, porém, utilizando a evaporação do Tanque Classe A. ENCARNAÇÃO<sup>3</sup> determinou experimentalmente para a localidade de Piracicaba - SP, valores médios de Kc 0,50, 0,90, 1,20 e 0,80 para o feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.), em suas diferentes fases fenológicas enquanto STEIHMETZ<sup>4</sup>, em experimento conduzido na Fazenda Capivara - 60, encontrou valores médios de Kc igual a 1,0 para a mesma cultura e 1,28 para o período de maior demanda evapotranspirativa. Para a região de Campina Grande - PB, SOUSA<sup>5</sup> e SILVA<sup>5</sup> estimaram a ETP pelos métodos de Penman, Hargreaves, Radiação solar e Tanque Classe A. Verificou que os dados do Tanque Classe A apresentaram melhor correlação com os valores medidos em evapotranspirômetros. Em Viçosa - MG, MONTAVONE<sup>6</sup> et alii também estimaram a ETP pelos métodos do Tanque Classe A, Penman, Blaney-Criddle e Tanque Young Screen e obtiveram valores de Kc para o feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.) de 0,97; 0,90; 0,93 e 1,20 nas diversas fases fenológicas na cultura.

O objetivo deste trabalho foi determinar a evapotranspiração máxima da cultura do feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L) Walp), e estimar a ETP por diferentes métodos, para obtenção dos Kc, nas diversas fases fenológicas dessa cultura.

#### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma área de 0,56ha, pertencente ao Departamento de Engenharia Agrícola e Solos do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, localizada no município de Teresina-PI (05°05'S, 42°49'W e 74 metros de altitude). Na área foram instalados 04 (quatro) evapotranspirômetros de lençol freático constante de dimensões (3,5m x 1,5m x 1,0m).

O solo foi classificado, de acordo com CORDEIRO<sup>7</sup>, como ALUVIAL EUTRÓFICO, Ta, textura areia-franca, fase de campo de várzea, relevo plano. Foram coletadas amostras para análises físico-químicas e posterior adubação do solo, de acordo com as recomendações.

A cultura utilizada foi o feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L) Walp), cultivar "BR 10 PIAUÍ", sugerida pela EMBRAPA/UEPAE de Teresina - PI. O espaçamento adotado foi de 80cm x 60cm. Durante o ciclo da cultura foram observados os períodos das fases inicial, vegetativa, reprodutiva e final, culminando com a verificação da produtividade. A semeadura ocorreu em 01/10/87 e a co

lheita em 20/12/87.

A evapotranspiração máxima da cultura foi obtida através de leituras diárias em uma bateria de 04 (quatro) evapotranspirômetros e as leituras dos principais elementos do clima foram realizadas no Posto Meteorológico localizado ao lado da área experimental. Na Tabela 1 encontram-se as médias desses dados para períodos de 05 (cinco) dias.

Para a estimativa da ETP foram escolhidos 06 (seis) métodos, levando-se em consideração, principalmente, a disponibilidade de dados existentes. Os métodos utilizados foram os seguintes: método do Tanque Classe A, método da radiação solar, método de Thornthwaite, método de Blaney-Criddle, método de Hargreaves e método de Benavides & Lopez.

TABELA 1 - Dados meteorológicos do período em que se conduziu o experimento. Teresina - PI. (1987).

DIAS	$\bar{T}$ (°C)	$\overline{UR}$ (%)	$\bar{V}$ (m/s)	E.C.A. (mm)	n (Horas)	P (mm)
05.09/10	28,3	59,8	5,73	6,48	6,4	4,70
10.14/10	28,0	62,8	5,21	6,64	7,3	-
15.19/10	27,7	55,4	6,75	9,12	9,3	-
20.24/10	28,7	56,4	5,5 4	8,09	8,5	1,90
25.29/10	29,5	50,7	6,47	8,95	8,4	-
30/10.03/11	28,7	62,2	5,73	8,75	8,9	-
04.08/11	29,2	55,2	6,96	9,39	10,2	-
09.13/11	29,1	68,6	5,06	6,73	6,5	0,50
14.18/11	29,1	64,2	5,54	8,51	9,4	-
19.23/11	29,3	66,2	4,72	8,17	8,2	0,50
24.28/11	29,8	62,8	6,55	9,51	10,9	-
29/11.03/12	28,9	77,0	5,10	6,99	0,3	23,50
04.08/12	29,2	66,8	5,08	7,70	0,7	-
09.14/12	29,5	68,2	4,62	8,50	9,8	-
15.20/12	29,0	73,1	5,39	8,13	7,4	-

$\bar{T}$  - Temperatura média (diária)

$\overline{UR}$  - Umidade relativa média (diária)

$\bar{V}$  - Velocidade média do vento (diária)

n - Insolação média (diária)

P - Precipitação no período

E.C.A. - Evaporação do Tanque Classe "A" média (diária).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 2 possibilita a comparação dos valores da evapotranspiração máxima (ETm) da cultura do feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L) Walp) com os valores de evapotranspiração potencial (ETP), estimados por diferentes métodos, através de coeficientes de correlação. Pela análise dos dados percebe-se que os modelos que utilizam os mesmos parâmetros meteorológicos como Thornthwaite, Hargreaves, Blaney & Criddle e Benavides & Lopez apresentaram coeficientes de correlação similar com a ETm observada e entre si. Os modelos de Benavides & Lopez e Hargreaves, que utilizam como parâmetros meteorológicos a temperatura e a umidade relativa ao ar, apresentaram entre si, um coeficiente de correlação igual a 0,98. O método do Tanque Classe "A", que apresenta um único parâmetro comum com o método da Radiação Solar apresentou uma boa correlação com esse método. Os modelos que melhor se correlacionaram com a ETm observada foram o da Radiação Solar, Tanque Classe "A" e Thornthwaite.

Os valores médios diários da ETm medida e da ETP estimada pelos diferentes métodos, distribuídos por fases fenológicas encontram-se na tabela 3. Verifica-se que enquanto os valores da ETP pouco variam durante o ciclo da cultura, os valores da ETm iniciam baixo e vão crescendo até atingirem um pico máximo na fase reprodutiva da cultura, havendo um ligeiro decréscimo na fase de ma

TABELA 2 - Matriz de correlação entre os métodos de estimativa de evapotranspiração potencial (ETP)

	ETm	ETPC.A	ETPT	ETPB.C	ETPH	ETPB.L	ETPR.S
ETm	1,00	0,56	0,56	0,38	0,47	0,39	0,59
ETPC.A		1,00	0,44	0,02	0,28	0,29	0,74
ETPT			1,00	0,82	0,60	0,07	0,34
ETPB.C				1,00	0,24	0,25	0,09
ETPH					1,00	0,98	0,45
ETPB.L						1,00	0,43
ETPR.S							1,00

ETm - Evapotranspiração máxima da cultura do feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L) Walp)

ETPC.A - Evapotranspiração potencial estimada pelo método do Tanque Classe "A"

ETPT - Evapotranspiração potencial estimada pelo método de Thornthwaite

ETPB.C - Evapotranspiração potencial estimada pelo método de Blaney & Criddle

ETPH - Evapotranspiração potencial estimada pelo método de Hargreaves

ETPB.L - Evapotranspiração potencial estimada pelo método de Benavides & Lopez

ETPR.S - Evapotranspiração potencial estimada pelo método da Radiação Solar

turação. Observa-se também uma diferença acentuada nos valores da ETP estimada pelos diferentes modelos. Essa discrepância pode ser atribuída, em parte, aos parâmetros meteorológicos utilizados em cada um dos métodos. Essa observação sugere que existe uma tendência caracterizada de um modelo em relação ao outro de superestimar ou subestimar a ETP;

Durante o ciclo da cultura a evapotranspiração máxima (ET<sub>m</sub>) acumulada foi de 509mm, com uma média geral de 6,6mm/dia. A ETP acumulada, obtida pelos métodos da Radiação Solar e Benavides & Lopez foi 599,3 e 577,0mm respectivamente. Para os demais métodos os valores da ET<sub>m</sub> acumulada se situaram abaixo dos valores da ET<sub>m</sub>.

Na Figura 1 visualiza-se valores dos coeficientes de cultivo (K<sub>c</sub>) obtidos pela relação ET<sub>m</sub> medida e ETP estimada pelos modelos em estudo para as quatro fases fenológicas da cultura. Verifica-se um aumento acentuado desses valores com o desenvolvimento da cultura. Esses valores são mais elevados na fase reprodutiva, havendo um rápido declínio na fase de maturação. Isso se deve ao fato de que na fase inicial e de desenvolvimento vegetativo os valores médios da ET<sub>m</sub> foram 2,10 e 5,23mm respectivamente, enquanto que na fase de desenvolvimento reprodutivo foi de 8,67mm e na fase de maturação 8,31mm, conforme pode ser observado na Tabela 3.

TABELA 3 - Evapotranspiração máxima (ET<sub>m</sub>) da cultura do feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L) Walp) medida em evapotranspirômetros comparada com a evapotranspiração potencial (ETP) estimada por diferentes métodos, por fase fenológica da cultura. Teresina - PI (1987).

F A S E S	M É T O D O S						
	ET <sub>m</sub>	ETPC.A	ETPT	ETPB.C	ETPH	ETPB.L	ETPR.S
I (10 dias) 05.14/10	2,10	4,08	5,21	5,98	6,52	7,67	6,81
II (25 dias) 15/10.08/11	5,23	5,33	5,38	5,94	6,93	8,13	8,36
III (30 dias) 09/11.08/12	8,67	5,06	5,41	6,04	5,97	7,11	7,73
IV (12 dias) 09.22/12	8,31	5,30	5,54	6,22	5,81	6,80	7,55

I - FASE INICIAL - Da emergência até 10% de cobertura do solo

II -FASE DE DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO - De 10% de cobertura do solo até o iní

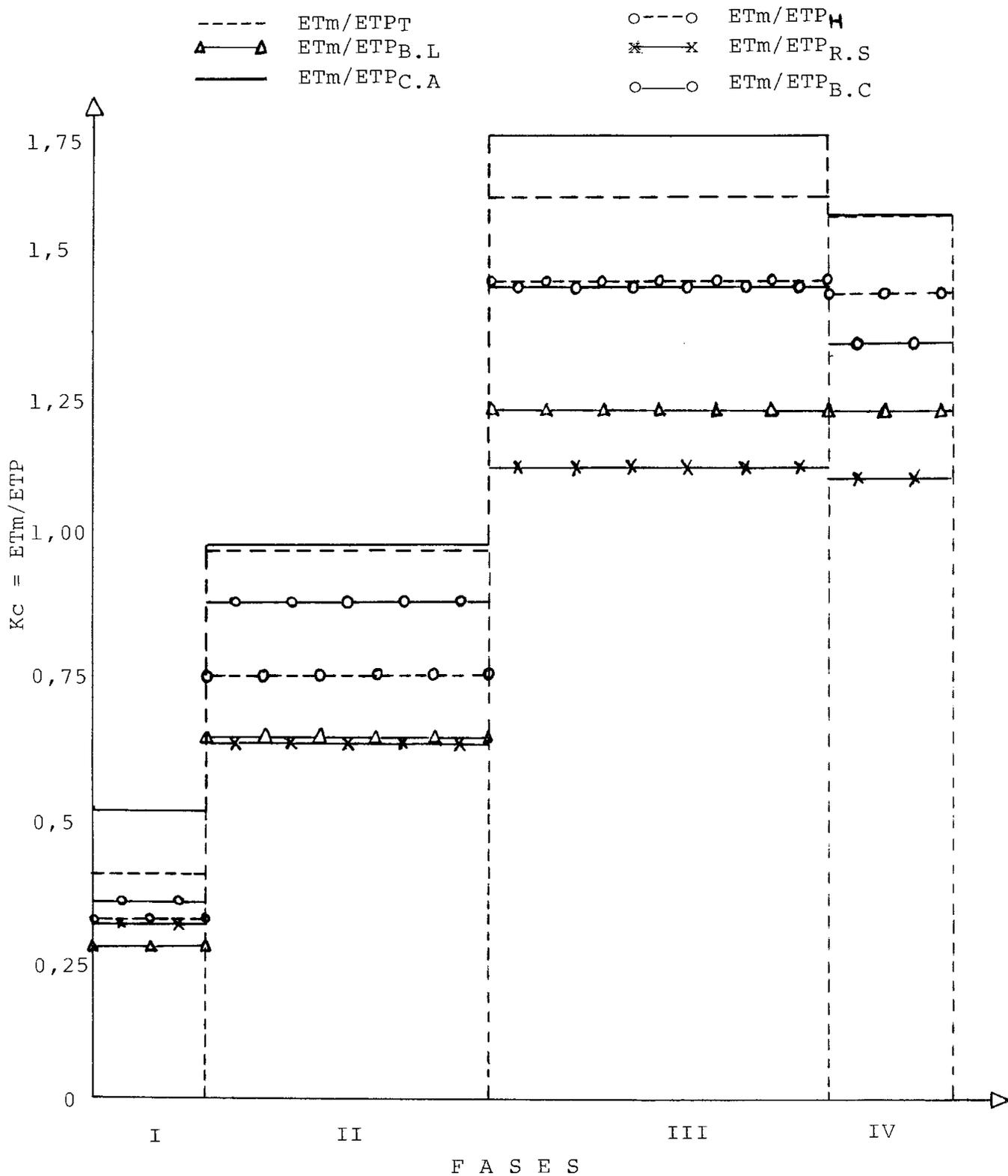


FIG. 1. Valores de Kc obtidos pela relação entre ETm medido e ETP estimado por diferentes métodos distribuídos por fase fenológica da cultura do feijão macassar (*Vigna unguiculata*, (L) Walp)

cio da floração

III - FASE DE FLORAÇÃO E FORMAÇÃO DE VAGENS - Do início da floração até o início da maturação

IV - FASE DE MATURAÇÃO - Do início até o final da maturação.

### CONCLUSÕES

- Os valores dos coeficientes de cultivo ( $K_c$ ) obtidos pela relação  $ET_m$  medida e  $ET_p$  estimada pelos diferentes métodos para períodos de cinco dias e por fases fenológicas aumentaram progressivamente com o desenvolvimento do ciclo da cultura, atingindo valores mais elevados durante o período de floração e formação de vagem e diminuindo no período de maturação;

- Os métodos de estimativa da  $ET_p$  que apresentaram melhores resultados, demonstrando serem mais convenientemente aplicáveis as nossas condições foram: Radiação Solar, Tanque Classe "A", e Thornthwaite.

- A metodologia do Tanque Classe "A" apresentou resultados satisfatórios em relação aos demais devido a sua simplicidade de utilização e também por não necessitar de uma série histórica de dados meteorológicos para estimativa da  $ET_p$ . Outra vantagem consiste na estimativa diária da  $ET_p$  com a utilização simultânea dos dados;

- As constatações realizadas sugerem que se analise através de uma regressão linear múltipla o peso das variáveis meteorológicas estimadas, envolvidas no processo de cálculo da evapotranspiração potencial pelos diversos métodos, bem como o uso de um padrão que pode ser o evapotranspirômetro para aferir os resultados.

### ABSTRACT

In the present work was determined the crop water requirements ( $ET_m$ ) by cowpea bean (*Vigna unguiculata* (L) Walp) in growing season. Maximum evapotranspiration was obtained using 4 (four) evapotranspirometers (type watertable constant). The results were confronted with the potential evapotranspiration ( $ET_p$ ) obtained from solar radiation method; pan evaporation method; Thornthwaite, Hargreaves, Blaney & Criddle and Benavides & Lopez, evaluation methods.

The research was carried out in Teresina - Pi, from October 1<sup>o</sup> to December/1987. Data were collected at the weather station of the Agrarian Science Center of the Federal University of Piauí.

Crop coefficient (Kc) were determined by ETm/ETP relation for different stages of growth period. It was confirmed variable values for Kc according to development stage and ETP evaluation method. The research showed outstanding results for: Solar radiation method Pan evaporation method, and Thornthwaite evaluation method whose choice must be done in respect of meteorological data available in region.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] BEZERRA, J.R.C. & FREIRE FILHO, F.R. Evapotranspiração da cultura do feijão macassar (*Vigna unguiculata* L. Walp) no município de Teresina - Piauí. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO PIAUÍ, 1982; 3. Teresina. Anais. Teresina, EMBRAPA-UEPAE de Teresina, 1984. p. 304-324.
- [2] SILVA, Moacir Alves da & MILLAR, Agustín A. Evapotranspiração do feijão-de-corda. Boletim de Pesquisa. Petrolina. EMBRAPA, (4):15-24, jan.1981.
- [3] ENCARNAÇÃO, C.R.F. Um método simples para a estimativa dos coeficientes culturais para o algodoeiro arbóreo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 1983. 3. Campinas. Anais. Campinas, Fundação Cargil, 1983. pág. 49-54.
- [4] STEINMETZ, Silvio. Evapotranspiração Máxima no cultivo do feijão de inverno. In: CONGRESSO BRASILEIRO AGROMETEOROLOGIA, 1983, 3. Campinas. Anais. Campinas, Sociedade Brasileira de agrometeorologia, 1984. p. 273-281.
- [5] SOUZA, J.L. de. & SILVA, M.A.V. Evapotranspiração em cultura de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*, L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 1985, 4. Londrina Anais. Campinas, Fundação Cargil, 1985. p. 24-34.
- [6] MANTOVANI, E.C. et alii. Determinação do coeficiente de cultura para feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) irrigado, em duas épocas de plantio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 1987, 5. Belém. Anais. Belém, CPATU, 1987. p. 130-31.
- [7] CORDEIRO, J.C. Estudo sobre solo - água na área da Universidade Federal do Piauí: I - Retenção e disponibilidade de umidade. Ciências Agrárias, Teresina, 1(1):15-32, jul/dez. 1983.