

POTENCIAL AGROCLIMÁTICO DA CULTURA DO GIRASSOL NO ESTADO DA PARAÍBA

I. TEMPERATURA E RADIAÇÃO SOLAR¹

EDUARDO ZAFFARONI², MARCOS A.V. SILVA³ e PEDRO V. DE AZEVEDO⁴

RESUMO - O presente trabalho foi realizado objetivando analisar a temperatura do ar e radiação solar na Paraíba, visando definir as melhores épocas de semeadura das sementes de girassol no Estado. Foram selecionadas duas ou três localidades das 12 microrregiões homogêneas (MRH) do Estado. Utilizou-se a temperatura do ar média mensal, a radiação solar média mensal e o índice de temperatura (IT) para o girassol, na determinação do índice de crescimento (IC) (produto do quociente fototérmico e o IT). Tomou-se o IC durante o ciclo da cultura e a cobertura relativa do solo para determinar o índice acumulado de crescimento (IAC). Foram considerados os meses em que o IAC atingiu o seu máximo como épocas favoráveis para a semeadura do girassol nas localidades selecionadas das 12 MRH's do Estado da Paraíba, na ausência de deficiência hídrica. De acordo com os objetivos da pesquisa, foi concluído que, para os cultivos irrigados, as melhores épocas de plantio do girassol no Estado são os meses de julho e agosto para a maioria das MRH's.

Termos para indexação: agroclimatologia, girassol, *Helianthus annuus*, temperatura, zoneamento, época de semeadura.

AGROCLIMATIC POTENTIAL OF SUNFLOWER IN PARAIBA STATE, BRAZIL

I. TEMPERATURE AND SOLAR RADIATION

ABSTRACT - The objective of this research was to analyse temperature and solar radiation in determining the best date of planting for sunflower in Paraíba State, Brazil. Two or three sites of each of the 12 homogeneous micro-regions (HMR) of the State were selected. Data of monthly mean temperature and mean solar radiation, and temperature index (TI) for sunflower were used to establish the growth index GI (product of photothermal quotient and TI). The GI and the relative ground cover were used to determine the accumulated crop growth index (AGI). Months with maximum AGI were considered as the most suitable planting dates for sunflower on the selected sites of the 12 HMR of Paraíba State, in the absence of water deficit. It was found that, for irrigated conditions, the best planting time for sunflower in Paraíba State would be from July to August for most of HMRs.

Index terms: sunflower, agroclimatology, *Heliantus annuus*, temperature, crop zoning, planting dates.

INTRODUÇÃO

O Estado da Paraíba está compreendido entre as latitudes de 6°2'S e 8°9'S, e os meridianos 34°45'O e 38°43'O, pertencendo a uma região onde o agricultor luta contra os fatores climáticos adversos, bem como contra o aparecimento de pragas.

Para um aumento da produtividade e da rentabilidade agrícola se faz necessário incentivar a introdução de novas espécies mais resistentes às

¹ Aceito para publicação em 4 de maio de 1994.

Extraído da Tese apresentada pelo segundo autor para a obtenção do Título de Eng.-Agr. pela Univ. Fed. da Paraíba (UFPB).

² Eng.-Agr., M.Sc., Ph.D., Univ. Fed. de Pelotas, Dep. de Fitotecnia, Caixa Postal 354, CEP 96010-900 - Pelotas, RS. Pesquisador do CNPq.

³ Eng.-Agr., Rua Primavera, L-100 n.3 CHESF - CEP 48600 - Paulo Afonso, BA. Atualmente, Mestrando na Univ. Fed. de Viçosa, Viçosa, MG.

⁴ Eng.-Agr., M.Sc., Ph.D., Univ. Fed. da Paraíba, Dep. de Ciências Atmosféricas, CEP 58100-000, Campina Grande, PB.

pragas e adaptadas às condições e variações climáticas. A transferência de novas espécies de uma região para outra depende essencialmente da adaptabilidade destas às condições climáticas locais e da semelhança ambiental entre regiões durante a estação de crescimento (Nuttonson, 1966 citado por Costa, 1986). A temperatura e a radiação solar são elementos climáticos muito usados para definir as reações da planta (Pereira, 1982). A radiação solar é usada nos processos de fotossíntese e processos de fotoestímulos (processos de movimento e de formação). Já a temperatura é um dos principais fatores que controla o crescimento e o desenvolvimento das plantas, através do conceito de unidades térmicas, e regula a respiração e a translocação de nutrientes e água (Ferri, 1979; Mota, 1983).

O girassol é uma planta originária de clima temperado, e tem exigências intermediárias entre as dos cereais de outono/inverno e os de primavera/verão (Pelegri, 1985). Para Silva (1981), seria ideal uma variação de 15 a 30°C durante o crescimento e de 20 a 30°C na temperatura do ar, do florescimento à colheita. El Sharkawy (1964) obteve um bom desempenho do girassol (medido através de taxas de fotossíntese líquida) numa faixa entre 23 e 33°C.

Uma característica inerente à cultura do girassol que pode incrementar o aproveitamento da radiação solar é o fototropismo de suas folhas (Shell & Lang, 1976). Boring & Burnside (1956), citados por Mota (1983), consideraram o girassol como "espécie de sol" de acordo com a intensidade de saturação de luz, tornando-o mais adaptável às regiões com alta intensidade de fluxo de radiação solar, pelo fato de as influências da radiação sobre a produtividade serem analisadas sob dois aspectos: comprimento do dia e densidade do fluxo de radiação solar à superfície (Prates et al., 1986).

O objetivo desta pesquisa foi a avaliação de dados de temperatura do ar e de radiação solar para determinar o potencial agroclimático do Estado da Paraíba para o cultivo do girassol. Os dados de radiação solar e de temperatura do ar no Estado foram colocadas em modelos agroclimáticos, a fim de definir épocas viáveis para o início da sementeira e regiões com maior potencial para

o cultivo entre as 12 microrregiões homogêneas do Estado, sem restrição de água.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram selecionadas 28 localidades para a análise do potencial de crescimento (temperatura e radiação solar) nas 12 microrregiões homogêneas (MRH) do Estado da Paraíba (IBGE, 1970). As MRH's com as respectivas localidades escolhidas se encontram na Fig. 1.

A análise agroclimática consistiu na preparação dos dados climáticos do Estado e na comparação destes com as exigências climáticas da cultura, visando obter as melhores épocas de sementeira para cada localidade selecionada. A método aqui aplicado é uma adaptação do usado por Wade & Hammer (1986) para o sorgo na Austrália.

Os dados de radiação solar global média mensal foram extraídos do trabalho de Azevedo et al. (1981). A temperatura média do ar (T_m) foi estimada, para todas as localidades, utilizando-se uma regressão linear múltipla (Varejão-Silva et al., 1984). Os dados de radiação solar e temperatura do ar foram utilizados para calcular o índice de crescimento (IC) para cada localidade das MRH's, o qual foi obtido pelo produto do quociente fototérmico (Nix, 1976) com o índice de temperatura (IT). O quociente fototérmico (QFT) representa uma medida da energia luminosa disponível para a fotossíntese por unidade de tempo de desenvolvimento, sendo dado pela fórmula:

$$QFT = \frac{R_j}{T_{m_j} - T_b}$$

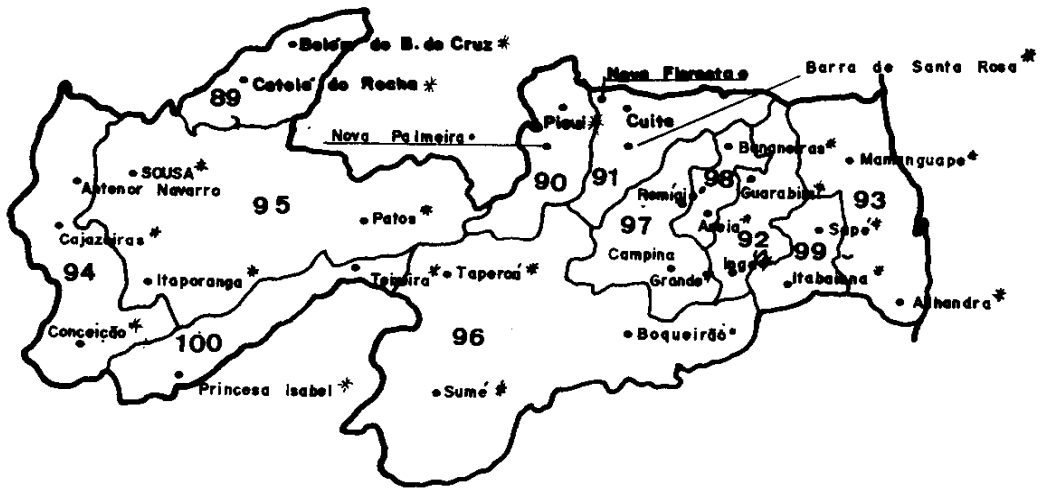
O IT foi derivado considerando-se o efeito da temperatura na taxa de crescimento relativo (Wilson, 1966) para o crescimento obtido em temperatura ótima para cada localidade (Fig. 2). O índice de Crescimento Mensal IC_j foi calculado como:

$$IC_j = QFT_j \times IT_j$$

$$IC_j = \frac{R_j}{T_{m_j} - T_b} \times IT_j$$

onde:

R_j e T_{m_j} são a radiação solar global média mensal e a temperatura média para o mês j , T_b é a temperatura base, a qual foi considerada 7.2°C para o girassol



- | | |
|--------------------------------|--|
| MRH 89 - Catolé do Rocha * | MRH 95 - Depressão do Alto Piranhas |
| MRH 90 - Seridó Paraibano | MRH 96 - Cariris Velhos |
| MRH 91 - Curimataú | MRH 97 - Agreste da Borborema |
| MRH 92 - Piemonte da Borborema | MRH 98 - Brejo Paraibano |
| MRH 93 - Litoral Paraibano | MRH 99 - Agropastoril do Baixo Paraíba |
| MRH 94 - Sertão de Cajazeiras | MRH 100 - Serra do Teixeira |

FIG. 1. Mapa do Estado da Paraíba mostrando as localidades nas 12 microrregiões homogêneas (MRH) onde foram feitas as análises agroclimáticas quanto à radiação solar e temperatura (•), e radiação solar, temperatura e limitação hídrica (*).

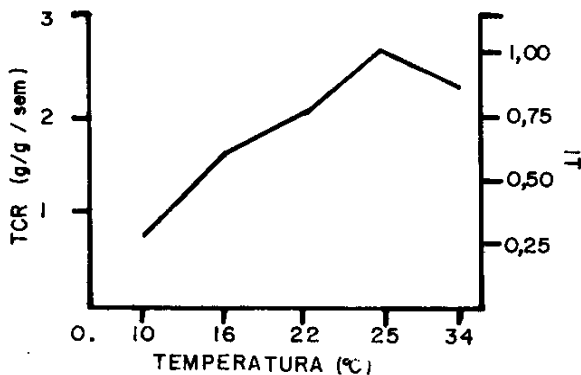


FIG. 2. Efeito da temperatura na taxa de crescimento relativo (TCR) do girassol, e no índice de temperatura (IT) derivado da relação entre a TCR a uma determinada temperatura em relação à TCR obtida em temperatura ótima (Wilson, 1966).

(Robinson, 1971), e IT_j é o índice de temperatura para o mês j . O IC não considera, porém, o ciclo vegetativo da cultura e a variação associada à cobertura do solo pela folhagem e a interceptação da radiação solar. Um padrão de quatro meses foi escolhido para estudar a interação entre a época da semeadura e o índice acumulado de crescimento (IAC) da cultura do girassol. O IAC foi estudado presumindo-se a percentagem de cobertura do solo em cada mês do ciclo vegetativo da cultura. O IAC, quando a semeadura foi efetuada no mês j , foi calculado da seguinte forma:

$$IAC = \sum_{j=1}^4 IC_j \times C_j$$

onde:

C_j é a percentagem de cobertura relativa do solo no mês j , obtido da Tabela 1; IC_j é o índice de crescimento no mês j do ciclo da cultura.

O IAC foi plotado contra o tempo (a partir da época de plantio) para cada localidade. Os gráficos resultantes foram utilizados para comparar o potencial da cultura na ausência de restrição de água entre MRH's e dentro de cada MRH.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Fig. 3, os gráficos expõem as características da temperatura média do ar, radiação solar e IC contra os meses do ano para cada localidade. As temperaturas mais elevadas verificaram-se no verão, e as menores, no inverno, tendo havido uma oscilação entre 21 e 29°C e uma amplitude de 3 e 4°C entre o verão e o inverno. Na radiação solar, a variação de seus valores influenciou levemente o IC do girassol, tanto para as localidades do litoral como para as do sertão, obedecendo à mesma tendência da temperatura, de altos valores no verão e baixos no inverno, numa variação entre 14 e 23 MJ.m⁻². dia⁻¹. Alguns trabalhos constataram temperaturas do ar ideais entre 15 e 30°C para todos os estádios de crescimento, desenvolvimento e produção de grãos do girassol (El Sharkawy, 1964, Anderson, 1977, Robinson, 1978 e Silva, 1981). Estes resultados relacionaram-se com as médias mensais da Paraíba, pois estas estão compreendidas, na sua maioria, entre 21 e 29°C. A radiação solar global média, com valores abaixo

TABELA 1. Cobertura do solo em cada mês do ciclo vegetativo da cultura. Os estádios correspondem aos definidos por Schneiter & Miller (1981)

Mês (j)	Estádios	Cobertura relativa do solo % (C_j) em relação à cobertura máxima
1	Plantio - V14	3.0
2	V14 - R2	31.5
3	R2 - R7	100.0
4	R7 - R9	52.0

Fonte: Zaffaroni & Schneiter (1989).

de 23 MJ.m⁻².dia⁻¹, é ideal para a maturação e enchimento de grãos, encontrados por volta dos 21 MJ.m⁻².dia⁻¹ (Wilson, 1966 e Wilson, 1967 citado por Anderson, 1977) porém, ainda com estas médias, a Paraíba fica desprovida de boa disponibilidade fotoenergética, para os estádios vegetativos e reprodutivos, cujas necessidades estão entre 29 e 31 MJ.m⁻².dia⁻¹ (Anderson, 1977).

O IC diminuiu no inverno, como consequência direta das temperaturas e radiações mais baixas, enquanto no período primavera/verão a combinação dos altos níveis de radiação e a aproximação da temperatura ótima de 28°C para o girassol (Fig. 2) promoveu a sua elevação, que foi constatada no intervalo entre setembro e fevereiro (Fig. 3), onde nas MRH's de tipo climático semi-árido (com médias anuais de temperatura do ar entre 24 e 26°C) o IC se apresentou predominantemente elevado, devido à sua relação direta com o IT. Apesar dos altos valores da energia térmica ($T_m - T_b$), que poderia diminuir o QFT (relação entre a radiação solar e a energia térmica disponível), o IC nestes municípios se manteve elevado em relação aos municípios do litoral, pois a variação das temperaturas médias mensais foi ajustada pelo IT. Mesmo assim, na realidade, observa-se, na Fig. 3, que há uma pequena variação no IC, tanto ao longo dos meses do ano em cada localidade, quanto entre elas.

Os gráficos do índice acumulado de crescimento (IAC) (Fig. 4) mostram os valores que estão relacionados com a duração do ciclo da cultura, percentagem de cobertura do solo e IC. A variação

desses fatores resultaria na melhor época para iniciar a semeadura do girassol, visando um bom desenvolvimento produtivo sem restrição de água. A melhor época para o início do plantio seria quando o IAC atingisse o máximo (Fig. 4).

Foram consideradas quatro localidades de tipos climáticos diferentes: Catolé do Rocha, Campina Grande, Alhandra, e Areia, com os seus respectivos índices apicais do IAC: 2,10 (julho); 1,81 (agosto); 1,91 (setembro) e 1,94 (agosto). Estes municípios foram selecionados das mesorregiões agrícolas - zonas econômicas (Brasil, 1978). Catolé do Rocha pertence ao sertão semi-árido. A me-

sorregião do Agreste é representada por Campina Grande e Areia, sendo diferenciadas pelos tipos climáticos, Campina Grande pertence ao seco subúmido, e Areia ao úmido. Alhandra pertence à mesorregião do leste úmido, com o tipo climático úmido subúmido. Os melhores índices para estes municípios diferenciaram-se todos entre si, e os meses só coincidiram com relação aos municípios de Areia e Campina Grande. Portanto, não se concorda com um mês-padrão para o início da semeadura do girassol no Estado, porém, poder-se-ia determinar um período ideal entre julho e setembro quanto às quatro localidades selecionadas

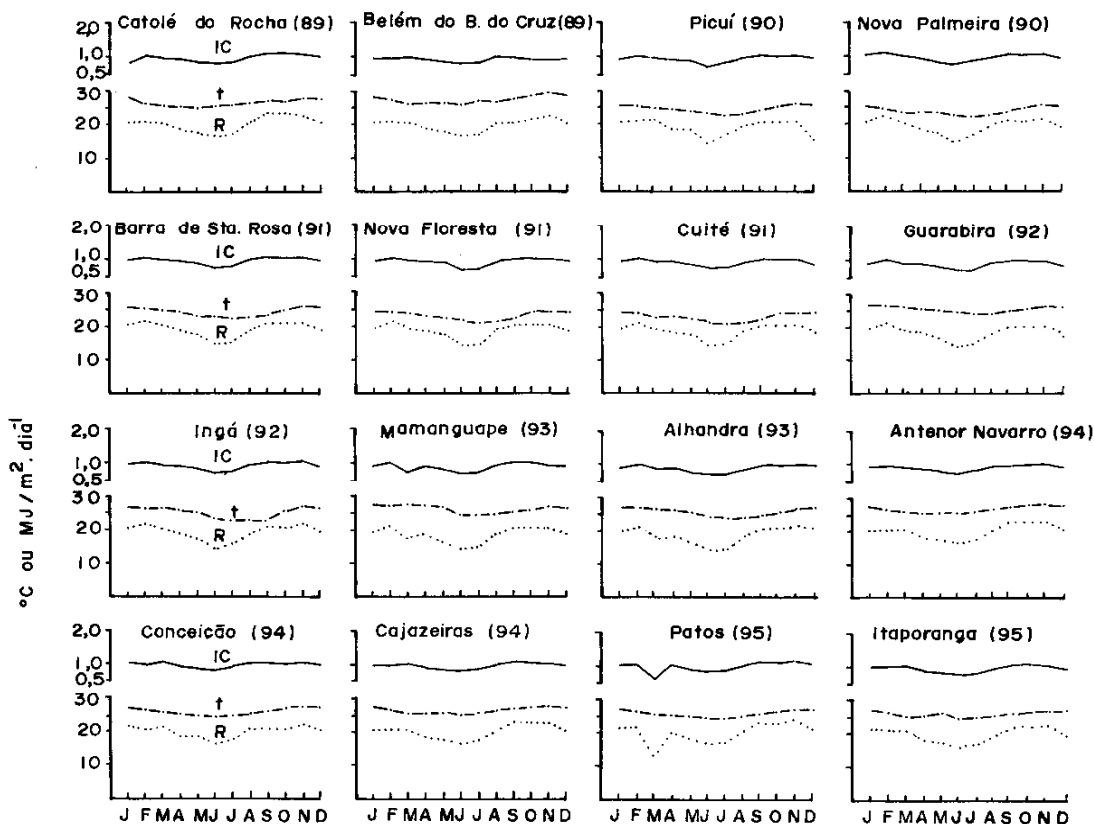
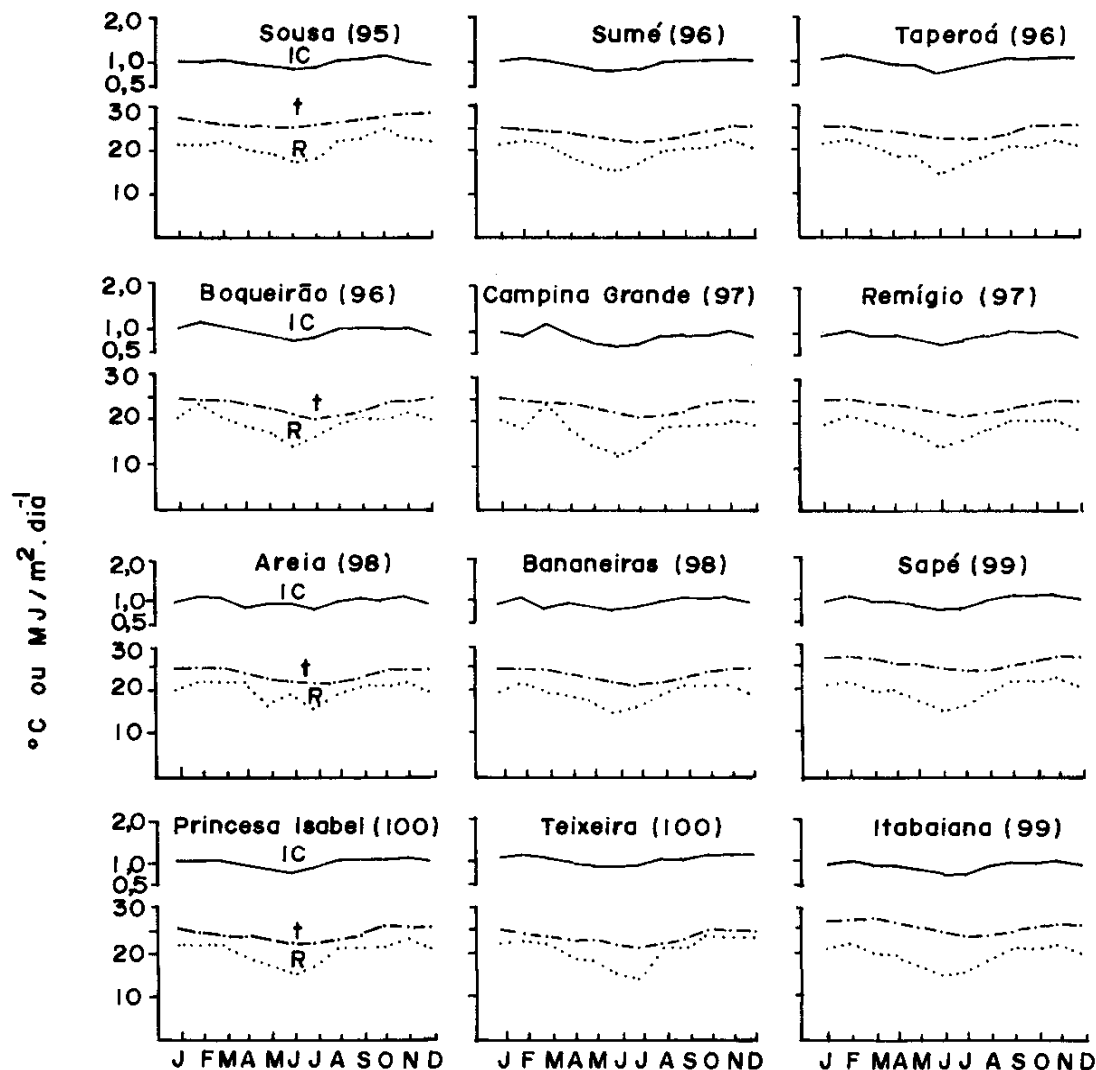


FIG. 3. Índice de crescimento (IC), temperatura do ar média mensal (T - - -) e radiação solar global média mensal (R.....), para as localidades selecionadas das 12 MRH's, contra os meses do ano. Os números entre parênteses, depois das localidades, correspondem às MRH's mencionadas na Fig. 1.

continua ...

FIG. 3. Continuação.



(Fig. 4), sob condições de irrigação. Do mesmo modo que para o IC, nota-se uma pequena variação do IAC através do tempo (entre 15-30%) no mês com valor mais baixo e com mês mais alto. O método, apesar de válido para regiões tropicais,

poderia ser mais adequado para regiões temperadas, onde as estações são mais notórias e existe maior variação entre as temperaturas dos diferentes meses.

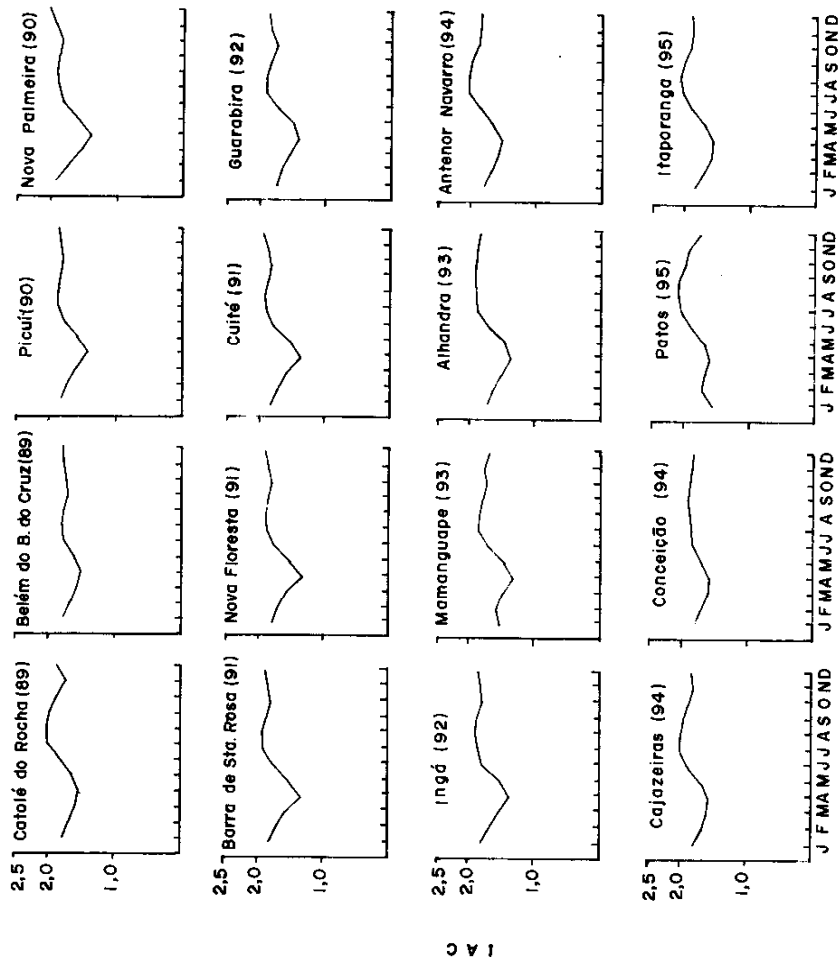
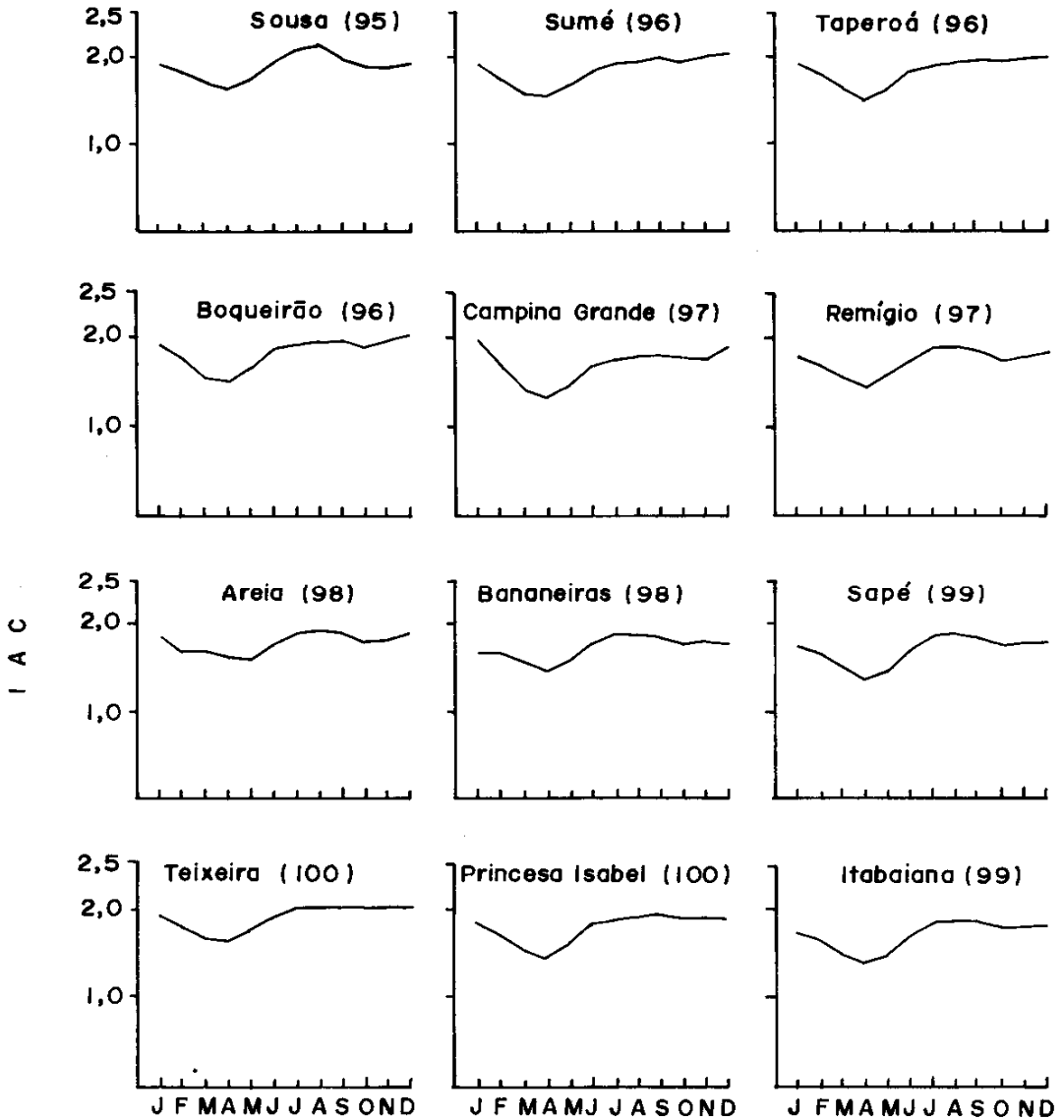


FIG. 4. Índice acumulado de crescimento (IAC), para as localidades selecionadas das 12 MRH's, contra os meses do ano. Os números entre parênteses, depois dos nomes das localidades, correspondem às MRH's mencionadas na Fig. 1.

Continua...

FIG. 4. Continuação.



CONCLUSÕES

As análises indicaram que as melhores épocas da semeadura do girassol no Estado da Paraíba seriam, em geral, os meses de julho-setembro para

a maioria das microrregiões homogêneas, e dezembro-janeiro para as MRHs 96 (Cariris Velhos), e 97 (Agreste da Borborema), sem restrições de água.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, W. K. Some factors influencing yield and adaptation in sunflower. Australia: Univ. of New England, 1977. 138p. Tese Ph.D.
- AZEVEDO, P. V.; SILVA, M.A. V.; VARGAS, G.A.O. Zoneamento do potencial de energia solar do Nordeste. Campina Grande: UFPB, 1981. 80p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Planejamento Agrícola. **Aptidão agrícola das terras da Paraíba**. Brasília: BINAGRI, 1978. 92p.
- COSTA, J. M. N. Zoneamento e planejamento agrícola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.12, n.13, p.14-17, 1986.
- EL SHARKAWY, H. Effects of temperature and water deficit on leaf photosynthetic rates of different species. **Crop Science**, v.4, n.2, p.514-518, 1964.
- FERRI, M.G. Fisiologia vegetal. São Paulo: EPU, 1979. 350p.
- IBGE. **Sinopse preliminar do censo demográfico**. XII. Recenseamento geral da Paraíba. Rio de Janeiro, 1970. p.17-30.
- MOTA, F. S. da. **Meteorologia agrícola**. São Paulo: Nobel, 1983. 376p.
- NIX, H. A. Climate and crop production in Australia. In: IRRRI Climate and rice. Los Baños, Filipinas, 1976. p.495-508.
- PELEGRINI, B. **Girassol**. São Paulo: Incone, 1985. 96p.
- PEREIRA, A. R. Crop planning for different environments. **Agricultural Meteorology**, v.27, p.71-77, 1982.
- PRATES, J. E.; SEDIYAMA, G. C.; VIEIRA, H. A. Clima e produção agrícola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.12, n.138, p.18-22, 1986.
- ROBINSON, R. G. Production and culture. In: CARTER, J. F. (Ed). **Sunflower, science and technology**. Madison: ASA, 1978, p.89-132.
- ROBINSON, R. G. Sunflower phenology-year, variety date of planting effects on day and growing degree-day summations. **Crop Science**, v.11, n.5, p.635-638, 1971.
- SCHNEITER, A.A.; MILLER, J. F. Description of sunflower growth stages. **Crop Science**, v.21, n.6, p.901-903, 1981.
- SHELL, G.S.G.; LANG, A. R. G. Movements of sunflower leaves over a 24h period. **Agricultural Meteorology**, Amsterdam, v.16, n.2, p.161-169, 1976.
- SILVA, W. J. da. Aptidões climáticas para as culturas do girassol, mamona e amendoim. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.7, n.82, p.24-28, 1981.
- VAREJÃO-SILVA, M. A.; BRAGA, C.C.; AGUIAR, M. de J. N.; NIETZSCHE, M.H.; SILVA, B.B. da. **Atlas climatológico do Estado da Paraíba**. Campina Grande: UFPB, 1984.
- WADE, L. J.; HAMMER, G.L. Agroclimatic analysis for grain sorghum in Australia: Temperature and solar radiation. In: AUSTRALIAN SORGHUM CONFERENCE, 1., 1986, Gatton. **Proceedings...** Gatton: [s.n.], 1986. p.4.12-4.22.
- WILSON, J. W. Effects of temperature on net assimilation rate. **Annals of Botany**, v.30, n.120, 1966.
- ZAFFARONI, E., SCHNEITER, A. A. Water-use efficiency and light interception of semidwarf and standard-height sunflower hybrids grown in different row arrangements. **Agronomy Journal**, Madison, v.81, n.5, p.831-838, 1989.