ESTUDOS DE UNIDADES DE CALOR EM SOJA (*Glycine max* (L) Merrill)

JOSÉ GOMES

Orientador: JESUS MARDEN DOS SANTOS

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Agrometeorologia

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
outubro de 1977

Ofereço :

Angelica Pereira Gomes

Isaias José Gomes

minha familia

Margarida Maria Pereira Benincasa

Mario Benincasa

meus mestres

Homenagem especial ao amigo sempre presente:

Dr. Jesus Marden dos Santos

A G R A D E C I M E N T O S

Quero expressar meus sinceros agradecimentos:

1. Ao Dr. JESUS MARDEN DOS SANTOS pela sua dedicação junto à coordenação do Curso de Agrometeorologia e na constante orientação do Autor;

2. Ao Departamento de Física e Meteorologia da ESALQ-USP que através de seus professores Dr. AFONSO DECICO, Dr. JOSÉ CARLOS OMETTO, Dr. KLAUS REICHARDT e Dr. NILSON AUGUSTO VILLA NOVA soube criar o melhor clima de amizade contribuindo de forma efetiva para a formação de profissionais eficientes ao desenvolvimento agrícola do país;

3. À Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" por transformar em realidade o curso de Pós-Graduação em Agrometeorologia;

4. À Fundação Instituto Agronômico do Paraná - IAPAR pelas condições de trabalho e estudo oferecidas ao Autor durante o desenvolvimento desta pesquisa e o curso de Pós-Graduação;

5. À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA pela ajuda de custo oferecida ao Autor durante o curso;

6. Aos amigos Dr. MARIO BENINCASA e Dra. MARGARIDA MARIA PEREIRA BENINCASA pelas críticas e sugestões à formação do Autor;

7. Aos amigos Dr. HERMANO VAZ DE ARRUDA e Dr. DÉCIO BARBIN pela orientação nos testes estatísticos.

8. Aos colegas ANTONIO GARCIA, JOÃO LUIZ GIGLIOLI e LEONES ALVES DE ALMEIDA pela contribuição na realização deste trabalho;

9. Aos companheiros de curso pelo ambiente de confiança e dedicação estabelecido dentro do curso;

10. A todos que nas atividades de campo, nos serviços de cálculo e datilografia contribuiram da melhor forma para a realização deste trabalho.

I N D I C E

Página

1. INTRODUÇÃO 1

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 4

3. MATERIAL E MÉTODOS 17

3.1. Material 17

3.1.1. Área Experimental 17

3.1.2. Variedades 17

3.1.3. Espaçamentos 19

3.1.4. Épocas 20

3.1.5. Delineamento Experimental 20

3.1.6. Observações Meteorológicas 21

3.1.7. Observações Fenológicas 21

3.1.8. Dados de Produção 22

3.2. Métodos 22

3.2.1. Duração de Fases 22

3.2.2. Estimativa do Balanço de Radiação de On da Curta 23

3.2.3. Estimativa de Graus-dia 24

3.2.4. Análise da Distribuição da Precipitação e da Variação da Temperatura do Ar 25

3.2.5. Análise Estatística 25

3.2.6. Testes de Correlação 25

4. RESULTADOS OBTIDOS 27

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS 45

6. CONCLUSÕES 50

7. RESUMO 53

8. SUMMARY 55

9. BIBLIOGRAFIA CITADA 57

APÊNDICE 63

LISTA DAS TABELAS

Página

Tabela 1. Dados referentes às características das variedades utilizadas nos ensaios 19

Tabela 2. Valores dos índices de desenvolvimento e produção da variedade Paraná (período de plantio 24/11/75 a 12/01/76) 28

Tabela 3. Valores dos índices de desenvolvimento e produção da variedade Paraná (período de plantio 19/01/76 a 08/03/76) 29

Tabela 4. Valores dos índices de desenvolvimento e produção da variedade Davis (período de plantio 24/11/75 a 12/01/76) 30

Tabela 5. Valores dos índices de desenvolvimento e produção da variedade Davis (período de plantio 19/01/76 a 08/03/76) 31

Tabela 6. Valores dos índices de desenvolvimento e produção da variedade Viçoja (período de plantio 24/11/75 a 12/01/76) 32

Tabela 7. Valores dos índices de desenvolvimento e produção da variedade Viçoja (período de plantio 19/01/76 a 08/03/76) 33

Tabela 8. Valores dos índices de desenvolvimento e produção da variedade UFV-1 (período de plantio 24/11/75 a 12/01/76) 34

Tabela 9. Valores dos índices de desenvolvimento e produção da variedade UFV-1 (período de plantio 19/01/76 a 08/03/76) 35

Página

Tabela 10. Valores obtidos para os coeficientes da equação de regressão e coeficiente de correlação considerando os índices: I_D, I_T e I_{k*} respectivamente, para a variedade Paraná 37

Tabela 11. Valores obtidos para os coeficientes da equação de regressão e coeficiente de correlação considerando os índices: I_D, I_T e I_{k*} respectivamente, para a variedade Davis 38

Tabela 12. Valores obtidos para os coeficientes da equação de regressão e coeficiente de correlação considerando os índices: I_D, I_T e I_{k*} respectivamente, para a variedade Viçoja 39

Tabela 13. Valores obtidos para os coeficientes da equação de regressão e coeficiente de correlação considerando os índices: I_D, I_T e I_{k*} respectivamente, para a variedade UFV-1 40

LISTA DAS FIGURAS

Página

Figura 1. Variação estacional das temperaturas máxima e mínima diária do ar, e da precipitação de 24 horas. (Período: 24 de novembro de 1975 a 7 de maio de 1976) 36

Figura 2. Curva da função produtividade x índice de desenvolvimento (I_{k*} e I_T) para a variedade Paraná em três espaçamentos: 30 x 5 (E_{30}), 45 x 5 (E_{45}) e 60 x 5 (E_{60}) 41

Figura 3. Curva da função produtividade x índice de desenvolvimento (I_{k*} e I_T) para a variedade Davis em três espaçamentos: 30 x 5 (E_{30}), 45 x 5 (E_{45}) e 60 x 5 (E_{60}) 42

Figura 4. Curva da função produtividade x índice de desenvolvimento (I_{k*} e I_T) para a variedade Viçoja em três espaçamentos: 30 x 5 (E_{30}), 45 x 5 (E_{45}) e 60 x 5 (E_{60}) 43

Figura 5. Curva da função produtividade x índice de desenvolvimento (I_{k*} e I_T) para a variedade UFV-1 em três espaçamentos: 30 x 5 (E_{30}), 45 x 5 (E_{45}) e 60 x 5 (E_{60}) 44

1. INTRODUÇÃO

Ao se atentar para os problemas que envolvem a produção de alimentos observa-se que as plantas, máquinas bioconversoras, não podem funcionar como "caixas surpresa" atuando como ponto de estrangulamento na economia dos países. As plantas tem reagido de forma pouco conhecida às variações de tempo e esta reação, quando quantificada, permite ao homem lançar mão de medidas alternativas que podem tornar menos drásticos os efeitos destas variações.

Nos últimos cinco anos as técnicas de análise de comportamento de planta têm acompanhado o desenvolvimento das pesquisas em todas as áreas, participando de soluções globais encontradas para diversos problemas da agricultura. Exemplos convincentes são os estudos de relações planta-solo-atmosfera apresentados nos relatórios das equipes multidisciplinares que desenvolvem os programas de micrometeorologia.

Os trabalhos desenvolvidos caracterizam as plantas segundo um sistema termodinâmico aberto cujo processo de troca de massa e energia com o meio ambiente se faz através da fotossíntese e da respiração. Este tipo de enfoque permite a caracterização de uma planta, sob a forma global, através de um sistema de equações onde as variáveis dependentes são as respostas das plantas sob a forma de fotossíntese líquida, respi-

ração, produção de grãos, crescimento e desenvolvimento e as variáveis independentes são os elementos do meio físico como energia radiante, água, gás carbônico, elementos minerais e os elementos característicos da própria planta que são representados pela sua carga genética que compreende a capacidade fotossintética e a arquitetura: estes resultados tem orientado programas de melhoramento, com excelentes resultados, que sem um conhecimento detalhado de causa-efeito não se pode desenvolver.

A análise do comportamento vegetal é feita de acordo com a disponibilidade de equipamentos e o método de medida empregado nas observações dos elementos a que a planta irá reagir. Assim sendo os estudos de parâmetros micrometeorológicos exigem que, na planta, sejam observada a fotossíntese e a respiração ao nível de planta e de comunidade. Para estudos climatológicos as observações fenológicas são suficientes para que se faça uma análise satisfatória.

No Brasil pouco se tem feito na área de ecofisiologia, o que tem retardado o desenvolvimento dos programas de pesquisa. A área de climatologia agrícola, que analisa os efeitos do clima sobre as plantas, está se desenvolvendo de forma acelerada à medida que são exigidas, do técnico, informações antecipadas sobre a produtividade.

A previsão de produção, baseada em variações do tempo em uma determinada fase do ciclo da planta, exige do pesquisador um bom conhecimento do comportamento vegetal numa macroescala e em condições de campo. Esta previsão tem participado de programas que envolvem: política de financiamento, transporte, armazenagem e colheita.

Atualmente, devido à ausência de informações sobre comportamento de plantas e à deficiência dos sistemas de coleta de dados climatológicos, a previsão da produção agrícola e o planejamento de plantio-colheita tem se baseado nos dados de produtividade e da duração do ciclo de variedades com

base na média de uma série de cinco anos de plantio sob as mesmas técnicas de cultivo. A falha deste método está em considerar perfeitamente cíclica e com período anual a variação do tempo quando alguns elementos como precipitação e radiação solar variam entre anos nas suas estações de forma cíclica mas com período ainda desconhecido para muitos locais: este método despreza, ainda, valores extremos de produção que representam verdadeiros pontos de estrangulamento da economia da empresa agrícola.

Esta pesquisa desenvolve e discute uma série de equações que permitem a estimativa da produtividade de quatro variedades de soja (Glycine max (L.) Merril) em três populações, considerando a duração de cada fase do desenvolvimento da planta o balanço de radiação de onda curta acumulado em cada fase do desenvolvimento e os graus-dia acumulados entre 10°C e 30°C para as mesmas fases.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O desenvolvimento de modelos para se conhecerem os efeitos dos elementos do clima sobre o comportamento da planta tem sido amplamente estudado sob dois aspectos básicos: o primeiro se refere a estimativa da duração de fases fenológicas e o segundo visa a previsão da produção.

Pelo estudo dos modelos que têm sido testados nota-se que a duração das fases fenológicas é uma função das variáveis do meio ambiente, para as quais a planta é sensível em cada fase do seu desenvolvimento, ao passo que a produção vegetal está condicionada à duração destas fases dentro do ciclo vegetativo.

BAIER e ROBERTSON (1968) estimaram a produção de grãos, em soja, a partir das variações da umidade do solo e a compararam com outros três modelos onde consideravam, num a precipitação pluviométrica, noutro a temperatura máxima do ar no abrigo termométrico e em um terceiro a temperatura mínima do ar. Estes quatro modelos foram testados a partir dos mesmos dados de produção e as vantagens do modelo que se baseava nas variações da umidade do solo, foram discutidas com base nos coeficientes de correlação encontrados. O modelo no qual se considerava a precipitação foi aquele que apresentou o menor coeficiente de correlação justificado pelos autores como sendo o reflexo de chuvas excessivas, ocorridas no período vegetati-

vo, pois o modelo não considerava os limites superiores de precipitação. Os modelos térmicos não apresentaram uma ajustagem satisfatória entre os valores calculados e estimados fato que é explicado como sendo devido ao efeito das temperaturas elevadas na taxa de evapotranspiração o que afeta, negativamente, a produção. TORRIE e BRIGGS (1955) apresentaram um estudo da qualidade do grão de soja em função das variações do meio ambiente. Os autores não fornecem uma quantificação destas variações, apenas admitem que elas existem com as diferentes épocas de plantio. Concluem, finalmente, que as interações variedade x época não são significativas para teor de óleo e proteína no grão, o que permite concluir que o teor de óleo não varia com a época mas apenas com a variedade. HOWEL e JACKSON (1953) também estudaram o teor de óleo do grão de soja para várias épocas de plantio e diferentes variedades. Trabalhando com 11 variedades e considerando a média de 5 locais, durante 3 anos, os autores correlacionaram os teores de óleo com as temperaturas máxima e mínima diárias do ar para os períodos de 50-40, 40-30, 30-20, 20-10 e 10-0 dias antes da maturação. Os coeficientes de correlação variaram entre 0,83 e 0,33. Os valores maiores se referem às variedades precoces e temperaturas máximas do ar. Quanto aos períodos, aqueles correspondentes a 40-30 e 30-20 dias antes da maturação, foram os mais representativos para todas as variedades. Os autores não identificam os estágios fisiológicos equivalentes aos períodos estudados, o que dificulta a análise dos efeitos. Trabalho de difícil análise é também apresentado por JOHNSON e HARRIS (1969) os quais estudaram a produção de quatro variedades de soja (Lee, Bragg, Hardee e Hill), considerando seis espaçamentos num primeiro ano e nos dois anos seguintes estudaram as mesmas variedades em três espaçamentos. Foram observados os dados de produção (kg/ha e g/100 sementes) assim como os de acamamento das plantas. Os autores apresentam curvas de produção com um patamar característico no espaçamento 90 x 4cm para todas as variedades em todos os anos. Este patamar representa um nível mais baixo de produção para cultivares mais precoces com

queda de produção na densidade de plantio correspondente a 13 plantas por metro, enquanto nos cultivares tardios este patamar extende-se até o espaçamento de 52 plantas por metro, sem que se observe queda acentuada na produção média por área. A altura média das plantas apresenta valores maiores com o aumento da população até 26 plantas por metro. Os autores discutem a altura da planta associada à produção sugerindo, apenas através de observação visual, que o aumento no número de plantas acarreta um maior crescimento das mesmas o que contribui para uma elevação na inserção das vagens, facilitando a colheita. Outro parâmetro discutido refere-se à variação anual da produção média por espaçamento, o que se atribui à precipitação do mês de agosto quando os plantios em todos os anos foram feitos na primeira quinzena de maio.

Procurando identificar, ainda, os efeitos do meio sobre a produtividade, usando uma metodologia de macro escala, BASNET et al (1974) estudaram os efeitos da altitude na produção de grãos e nas características fenológicas de oito variedades de soja com dois hábitos de crescimento. Os ensaios foram conduzidos durante dois anos, 1971 e 1972, em duas áreas, uma localizada a uma altitude de 1.394 metros e outra a 1.636 metros. As observações realizadas foram apenas de temperaturas máxima e mínima do ar e fenológicas. A caracterização térmica foi feita para a área mais baixa e as observações fenológicas realizadas para as duas áreas porém, só para o fim do ciclo. A área mais alta foi considerada a mais fria, como um efeito da altitude. Os autores apresentam como resultado, na área mais alta, plantas com um maior número de dias entre plantio e início da floração, uma melhor qualidade da semente e um ataque menos intenso de pragas e doenças como efeito indireto da altitude, através da temperatura. BROWN (1960), BROWN e CHAPMAN (1960) numa série de artigos referentes à ecologia da soja descrevem um modelo de desenvolvimento desta cultura. O modelo foi descrito para três variedades cultivadas na região de Ontario, no Canadá. O estabelecimento do modelo apre

sentou duas etapas distintas. Na primeira, BROWN (1960) definiu, em condições controladas, a relação entre temperatura e desenvolvimento baseado em resultado de trabalhos conduzidos durante quatro anos (1954 a 1958) com duas variedades de soja (Midwest e Clark). O autor, em experiências anteriores, havia observado que a duração do período noturno desde a germinação até o florescimento, num fotoperíodo de 12 a 16 horas é uma característica para cultura de soja. A partir do conhecimento deste fato BROWN definiu o termo taxa de desenvolvimento como sendo a razão $TD = \frac{10.000}{NHT}$, onde NHT é o número de horas noturnas da germinação até a floração. Como resultado, apresenta uma curva da função taxa de desenvolvimento x temperatura esclarecendo que, para as duas variedades estudadas, não há diferença na taxa de desenvolvimento até o limite de 21°C. Acima de 21°C as variedades apresentaram diferenças acentuadas naqueles valores pois a variedade precoce mostrou um decréscimo na taxa de desenvolvimento para valores de temperatura imediatamente acima de 21°C, e a variedade tardia (Midwest) só apresentou ligeira queda próximo a 30°C. A partir desta curva o autor sugere (1) uma equação de desenvolvimento como função da temperatura ($Y = 4,39X - 0,0256X^2 - 155,18$) onde Y é a taxa de desenvolvimento e X a temperatura constante até a floração (°F); (2) uma temperatura base que é aquela onde a taxa de desenvolvimento é zero, e que foi obtida pelo prolongamento da curva, que representa a função desenvolvimento, até o ponto em que cortava o eixo das temperaturas, valor este igual a 10°C e (3) uma temperatura ótima mostrando a maior taxa de desenvolvimento e representada pelo ponto de inflexão da curva da função desenvolvimento que correspondeu ao valor 30°C. O autor esclarece: que todos os resultados podem ser considerados para as duas variedades. Na segunda etapa BROWN e CHAPMAN (1960) testaram, em condições de campo, os resultados obtidos em casa de vegetação. Os ensaios foram conduzidos com bastante critério nas observações fenológicas e climáticas, permitindo concluir que a temperatura está altamente correlacionada com a

taxa de desenvolvimento e que a correlação é linear nas diversas fases fenológicas, mas os coeficientes variam em cada uma destas fases. No período da pré-floração a reta é tangente à curva obtida em condições controladas, no ponto referente a temperatura em que se iniciam as diferenças entre variedades. No período pós-floração a reta corta a curva no mesmo ponto. A diferença nos coeficientes é apresentada como uma mudança de sensibilidade à temperatura, entre as duas fases. A discrepância entre as curvas obtidas nas duas etapas é atribuída à umidade de solo que, nesta segunda etapa, participa do modelo. Os autores conduziram ensaios em diversas condições de precipitação e apresentaram uma família de retas representativas da função desenvolvimento. A partir destas retas sugeriram um conjunto de equações para a estimativa da taxa de desenvolvimento como função da temperatura e dos níveis de precipitação.

Os modelos de desenvolvimento devem ser simples, de fácil aplicação e se possível dinâmicos, envolvendo parâmetros comumente observados em postos meteorológicos ou no próprio campo de cultivo. MAJOR et alii (1975a) desenvolveram, para a soja, uma equação de duas variáveis considerando apenas o fotoperíodo e a temperatura do ar. Um modelo é considerado dinâmico quando passível de sofrer modificações que incluam novas variáveis do meio ambiente ou da própria planta. Trabalhos de SAKAMOTO e SHAW (1967), BLAD e BAKER (1972) e de DORNHOFF e SKIBLES (1970) mostraram que as diferenças de produção em cultivares de soja foi um reflexo apenas das suas arquiteturas, que propiciaram um melhor aproveitamento das condições do meio físico apresentando maior fotossíntese líquida, quando cultivados num mesmo ambiente. Uma característica varietal, pouco considerada nos trabalhos de biometeorologia, é o hábito de crescimento. EGLI e LEGGETT (1973) estudaram esta característica em duas variedades de soja. Os autores seguiram o método clássico de análise de crescimento e separaram a matéria seca da parte vegetativa e a da parte reprodutiva. As variedades tinham o mesmo ciclo. O modelo de crescimento

até 120 dias era o mesmo para as duas variedades. Após este período a variedade de hábito determinado mostrou perda acentuada na matéria seca total. Outra característica observada foi que a matéria seca na época da floração era 75% do total. A variedade de hábito indeterminado não apresentou perda de peso e apenas 60% de seu peso total na época da floração. Estas são as características citadas pelos autores como diferença entre as variedades. Eles procuram correlacionar a formação de matéria seca com o número de dias após o plantio, encontrando uma equação do primeiro grau para o material reprodutivo e de segundo grau para o material vegetativo e para o total. Os coeficientes diferem para as duas variedades o que vem esclarecer a diferença observada na taxa de crescimento relativo. O modelo mais complexo de previsão de produção é apresentado por MURATA (1975) como uma evolução dos modelos de estimativa de produção de arroz. Este modelo adiciona, aos já desenvolvidos, o resultado das interações do meio com a planta e sugere dois sub-modelos: um de fotossíntese bruta, que seria uma função da iluminação máxima do dia, do índice de área foliar, do coeficiente de extinção, da transmissividade do ar e do total diário de radiação solar global e o outro um sub-modelo de respiração que seria uma função do índice de área foliar e da fotossíntese de uma folha. O autor esclarece que as determinações feitas no período de 40 a 120 dias após a germinação, são as mais representativas e que as folhas a serem consideradas no segundo sub-modelo são apenas aquelas com a idade superior a 80 dias.

Nesta primeira parte da revisão bibliográfica procurou-se mostrar trabalhos recentes realizados com a soja e que, apesar de apresentarem conclusões puramente agronômicas, poderiam ser melhor aproveitados desde que analisados sob o ponto de vista agrometeorológico, ou melhor, se vários elementos de clima tivessem sido observados e considerados.

Quanto aos métodos de unidades biometeorológicas o trabalho mais antigo e que usa a temperatura para expli-

car a resposta das plantas às variações climáticas foi realizado por REÁUMUR (1735). Este trabalho tem sido revisto por muitos pesquisadores como THORNTHWAITE et al (1954), HOLMES e ROBERTSON (1959), WANG (1960) e ROBERTSON (1968) sendo que todos estão preocupados com o estabelecimento de uma equação tão simples quanto possível e que possa demonstrar a reação das plantas quando sujeitas a faixas ótimas de temperaturas que são específicas para as espécies. O esquema, inicialmente apresentado por Reáumur, considerava que uma espécie ou cultivar, requer o mesmo somatório (k) de temperaturas médias diárias (T_m) do plantio (P) a maturação (M) independentemente dos extremos de temperatura aos quais a planta esteve submetida, ou mesmo ao tempo sob os quais ficaram sujeitas àquelas temperaturas.

Assim, poder-se-ia escrever:

$$k = \sum_{P}^{M} T_m \qquad (1)$$

considerando T_m igual a zero quando o seu valor for negativo. A equação (1) pode ser apresentada sob a seguinte forma:

$$k = \sum_{P}^{M} (T_m - a) \quad \text{onde} \quad (T_m - a) = 0 \quad \text{quando} \quad T_m \leq a \qquad (2)$$

onde a é uma constante chamada temperatura base, específica para a espécie ou cultivar. Considera-se temperatura base aquela acima da qual a planta inicia seu desenvolvimento. Estes estudos estão sendo amplamente desenvolvidos em nossos dias, procurando-se incluir as variáveis temperatura mínima, temperatura ótima e temperatura máxima de desenvolvimento para cada espécie ou cultivar. ROBERTSON e HOLMES (1958) afirmam que, além das variações nos valores destas temperaturas, em função da espécie, é de se notarem diferenças nos valores de temperatura mínima, ótima e máxima conforme as fases de desenvolvimento das plantas. Analisando o aspecto de somatório de graus das fases de desenvolvimento os autores afirmam que algumas

espécies de dias curtos podem ter a duração de suas fases afetada pelo aumento de temperatura em algumas épocas do ano. Estes autores propõem um método de cálculo baseado na temperatura média mensal e no fotoperíodo médio mensal. A equação proposta por ROBERTSON e HOLMES (1958) é a seguinte:

$$D = N\left[(t - tb) + L\ \sigma\ N\right] \qquad (3)$$

onde,

D = graus acumulados para o mês;

t = temperatura média mensal;

tb = temperatura base;

σ = desvio padrão de t;

L = coeficiente obtido em tabela (fotoperíodo em horas e décimos);

N = número de dias do mês.

Os autores discutem o método de cálculo e sua extensa aplicação em lavouras de ervilhas, planta cujo crescimento guarda uma relação linear como função da temperatura, nas regiões temperadas. A crítica mais severa a estes modelos está em que os cálculos são feitos utilizando-se da temperatura do ar e não da temperatura da planta. LINACRE (1964) incluindo as variações da temperatura do ar e das folhas provou que existem diferenças acentuadas tanto no período diurno como no período noturno, mas que aquelas diferenças apresentam uma certa proporcionalidade e concluiu que, sendo assim, o total acumulado da temperatura não seria afetado.

Discutindo a equação de Reáumur, WENT (1956) fez considerações quanto aos processos de crescimento e desenvolvimento vegetal em períodos diurnos e noturnos, concluindo que aqueles processos têm um comportamento durante o dia, que dife

re do período noturno. Sendo assim afirma que, ao utilizar-se a temperatura média diária neste tipo de estudos, o pesquisador está considerando o período diurno e noturno como exercendo influências idênticas sobre as plantas o que realmente não acontece.

Desenvolvendo método de cálculo de graus-dia TISSERAND (1875 citado por ROBERTSON (1973) utiliza o fotoperíodo e a temperatura do ar em seus estudos e define trabalho realizado pela planta como o produto ($L \cdot T_m$) onde L é o fotoperíodo e T_m é a temperatura média diária do ar no abrigo. GARNER e ALLARD (1920) observaram e descreveram o fenômeno fotoperiodismo como o efeito do comprimento relativo do dia e da noite na taxa de desenvolvimento dos brotos florais e NUTTONSON (1948) em trabalhos com trigo, linho, beringela e ervilha definiu a constante fototérmica, numa equação onde participam temperatura e fotoperíodo:

$$\bar{L} \sum_{P}^{M} (T_m - a) = K \qquad (4)$$

sendo K uma constante fototérmica e $\bar{L}$ o fotoperíodo médio para a fase fenológica estudada.

Segundo este autor, esta é a equação que melhor se ajusta para a fase emergência-floração.

As vantagens da constante fototérmica para a evolução dos métodos de graus-dia estão bastante evidenciadas nos trabalhos com ervilha realizados por REATH e WITTWER (1952) e que encontraram uma interação altamente significativa entre graus-dia x temperatura e graus-dia x fotoperíodo concluindo que os graus-dia acumulados no período que vai da germinação ao florescimento, decrescem com o aumento do fotoperíodo. Outro trabalho que esclarece sobre a necessidade de se considerar o fotoperíodo nestes estudos é o de PALMER (1973) que discute o comportamento dos milhos tropicais em altas latitudes. Observou que a variação do fotoperíodo afeta o porte e o ciclo da

planta. Nas altas latitudes há um decréscimo na taxa de desenvolvimento durante o período vegetativo e o período de florescimento é distendido podendo iniciar-se antes de se completar o desenvolvimento vegetativo o que acarreta uma queda na produção.

O conceito de unidades de calor ou graus-dia foi adotado pelos fabricantes de conservas procurando esquematizar a produção de acordo com a capacidade de processamento das fábricas. O trabalho de WARNOCK e ISAACS (1969) com a aplicação do método de unidades de calor ao tomate é um dos exemplos da aplicação de modelos na programação de colheitas. Os autores usaram a temperatura base de 43°F esclarecendo que esta não é fixa para todo o ciclo da planta mas se ajusta muito bem para o cálculo do tempo necessário à maturação, nos programas de plantio. BROWN (1976) mostra um modelo de plantio escalonado para o milho doce, onde as unidades de calor são obtidas através da fórmula:

$$U.C. = \frac{(T - 50) + (t - 40)}{2} \qquad (5)$$

sendo,

T = temperatura mínima do período diurno;
t = temperatura mínima da noite;
U.C. = unidades diárias de calor (°F).

Esta equação considera que o milho cresce entre 40°F e 50°F e foi desenvolvida com correção para dias nublados. NEWMAN et alii (1967) em trabalhos de previsão da maturação em citrus concluem que o balanço de radiação de onda curta é o melhor índice para se correlacionarem com a maturação de laranjas e sugerem um valor de "balanço de radiação" e que serviria como base para o acúmulo de energia. Estes resultados alertam para o desenvolvimento de outros sistemas de unidades como WALTER (1969), que procurou correlacionar graus-hora e total horário de radiação encontrando uma equação cúbica que explicava o pro

cesso para a região de Nairobi enquanto HUXLEY (1973) não encontrou correlação, para as mesmas variáveis, se aplicadas na região de Kampala. Outro trabalho que apresenta inovação no método é o de VALLI e JAWORSKI (1965) que estudaram unidades de calor em tomate e concluiram que o produto da radiação por graus-dia é um bom índice para a medida de ciclo vegetativo em tomateiro. OLIVEIRA e GOEDERT (1971) trabalhando com aspargo encontraram épocas distintas para produção na região de Pelotas. A época mais adequada é aquela em que o ciclo coincidia com o acúmulo de 322 graus-dia a partir do início de setembro.

Os métodos de cálculo de graus-dia tem sido desenvolvidos com as publicações de tabelas e ábacos para a estimativa dos valores acumulados como as tabelas publicadas por VILLA NOVA et al (1972) que permitem o cálculo de graus-dia considerando as temperaturas máxima e mínima e a temperatura base. WILLIANS e Mac KAF (1970) apresentam tabelas considerando uma temperatura base acima da temperatura mínima do ar e abaixo da temperatura máxima do ar. Quanto as equações de cálculo rápido, BASKERVILLE e EMIN (1969) calculam o total de graus-dia pela integral da área sob a curva de variação diária da temperatura dentro dos limites considerados como base, os autores admitem um erro de 5% neste método. ARON (1975) desenvolveu três equações para o cálculo de graus-dia considerando a base de 45°F e encontrou coeficientes de correlação de 0,979 , 0,988 e 0,989. Estes coeficientes correspondiam respectivamente às equações que utilizavam temperatura média diária do ar; temperatura e umidade relativa média diária do ar; temperatura do termômetro de bulbo úmido e cobertura de nuvens em décimos.

As críticas ao método das unidades de calor não tem limitado o seu uso mas sim estimulado o seu desenvolvimento.

FRANQUIN (1968) trabalhando com três espécies: algodão, amendoim e sorgo, estudou uma série de relações fenotípicas entre produção econômica, produção biológica e elemen-

tos do meio. A relação entre o número de frutos em cada espécie e a temperatura média diária do ar apresentou uma forma quadrática e a relação entre o número de brotos e a temperatura média diária do ar foi linear. O autor fornece explicações para o comportamento diferencial das espécies sensíveis e insensíveis ao fotoperíodo assim como para as espécies de florescimento terminal e axial.

MAJOR et alii (1975a) usaram uma equação quadrática descrita por ROBERTSON (1968) que é uma função de duas variáveis: fotoperíodo e temperatura. Através desta equação os autores separam os efeitos de temperatura e fotoperíodo sobre a soja, calculando os graus-dia acumulados para as bases 10 e 30°C para dois cultivares concluindo que entre eles houve pouca variação. Os autores afirmam que os cultivares tardios são mais sensíveis às interações fotoperíodo x temperatura do que os cultivares precoces a esta sensibilidade só é detectada na fase plantio-floração.

Já ficou demonstrado que as temperaturas base são características de um cultivar. BERLATO e SUTILI (1976), trabalhando com milho, determinaram a temperatura base inferior para três cultivares através do método de menor desvio padrão. Este método consiste no cálculo de graus-dia para diferentes épocas de plantio, com diferentes temperaturas base e aquela que apresentar o menor desvio padrão é considerada como a temperatura base para o cultivar. Os autores determinaram as seguintes temperaturas base: para os híbridos Pioneer 309-B (4°C); para o Pioneer X-307 (6°C) e para o Save 231 (8°C). VALLI e JAWORSKI (1965), precursores do método utilizado por BERLATO e SUTILI (1976), trabalhando com tomate, determinaram a temperatura base de 50°F com um coeficiente de variação de 14% e um total de graus-dia correspondente a 777.

A introdução da fotossíntese e da respiração tem preocupado os pesquisadores que desenvolvem modelos. UTAAKER

(1968) e KUROIWA (1968) analisando a fotossíntese bruta como função da temperatura e fotoperíodo, e a respiração como função das temperaturas máxima e mínima introduziram o conceito de respiração equivalente como sendo a fase do processo fotossintético limitado pela temperatura.

$$RE = \sum_{i=1}^{n} R_{e_i} N_i$$

onde,

RE = respiração equivalente;

R_{e_i} = respiração válida para temperatura i;

N = número de intervalos de temperatura i;

n = número de classes de intervalos i.

A evolução do modelo estudado está na subdivisão dos intervalos de temperatura e na análise do processo fotossintético dentro deste intervalo. Os autores discutem a validade do modelo para regiões com problemas térmicos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

3.1.1. Área Experimental

Os ensaios foram conduzidos na fazenda experimental da Fundação Instituto Agronômico do Paraná, localizada numa latitude de 23°23'S, longitude de 51°11'W e altitude de 566 metros, em uma mancha de solo latossol roxo destrofilo no município de Londrina, Estado do Paraná.

A fazenda experimental, assim como o Instituto Agronômico, foi montada para desenvolver trabalhos de pesquisa com os diversos produtos agropecuários já explorados e a serem implantados no Paraná. A fazenda experimental tem uma área de 250 ha onde estão instalados todos os setores de apoio à pesquisa como é o caso da estação agroclimatológica onde foram coletados os dados para o presente trabalho.

3.1.2. Variedades

A recomendação de uma variedade, para cultivo

em uma região, é feita pela comissão técnica estadual e é baseada numa série de características. As principais são: resistência a doenças e produtividade.

A comissão técnica do Instituto Agronômico do Paraná recomenda, em média, oito variedades de ciclos diversos para serem cultivadas em uma região, o que permite ao produtor uma grande liberdade na escolha de uma ou mais variedades a serem cultivadas. A liberdade de escolha parece bastante ampla, mas não o é se atentarmos para os problemas da disponibilidade de sementes e de máquinas para a colheita.

O número de máquinas disponíveis é que tem limitado as possibilidades de escolha do produtor e assim diversos tipos de variedades são plantadas para que não haja maturação dos cultivares numa mesma época.

Procurando fazer com que os resultados sejam os mais significativos para as variedades de soja cultivadas no Estado do Paraná foram escolhidas, com base em informações fornecidas pela equipe de pesquisadores de soja da Fundação IAPAR, quatro variedades que, pela produtividade e ciclo, podem ser consideradas como representantes dos quatro grupos de maturação adotados para o Estado.

As variedades utilizadas na pesquisa, agora apresentada, se encontram caracterizadas com detalhes na Tabela 1 e foram as seguintes:

Paraná, representante do grupo das prococes;

Davis, representante do grupo das semi-precoces;

Viçoja, representante do grupo das semi-tardias;

UFV-1, representante do grupo das tardias.

Tabela 1. Dados referentes às características das variedades utilizadas nos ensaios.

Variedade	Hábito de Cresc.	Cor da Pubesc.	Cor da flor	Cor da semente	Cor do hilo	Teor de óleo (%)	Teor de proteína (%)	Ciclo (dias)
Paraná	Deter.	cinza	branca	amarela	camurça	20,0	39,8	120
Davis	Deter.	cinza	branca	amarela	camurça	21,9	40,0	126
Viçoja	Deter.	marrom	roxa	amarela	marrom	21,7	40,0	160
UFV-1	Deter.	marrom	roxa	amarela	marrom	20,5	40,6	170

3.1.3. Espaçamentos

A escolha do espaçamento para a implantação de uma lavoura está condicionada ao porte da variedade a ser explorada e às condições de solo e clima que irão atuar sobre o desenvolvimento da cultura. Os plantios de variedades de porte alto ou em áreas que favoreçam o desenvolvimento de cultivares são menos densos para se evitar um auto-sombreamento excessivo.

As variedades escolhidas foram plantadas em três espaçamentos identificados por 30 x 5, 45 x 5 e 60 x 5cm onde o primeiro número indica a distância entre linhas e o segundo a distância entre plantas. Estes experimentos permitem uma simulação de todas as populações que são atualmente implantadas no Paraná.

A fixação dos espaçamentos foi feita através de uma semeadura excessiva com posterior desbaste após a emergência.

3.1.4. Épocas

No estado do Paraná a escolha da época de plantio da soja não tem o mesmo fator limitante encontrado no Rio Grande do Sul pela presença do trigo. Devido a este fator a escolha é dependente, exclusivamente, da disponibilidade hídrica no solo e da sensibilidade das variedades ao fotoperíodo.

As recomendações técnicas são para um plantio na primeira quinzena de novembro podendo ser estendida em função da variedade usada. Plantios mais precoces e mais tardios devem ser feitos apenas com variedades tardias.

Para este trabalho foi montado um esquema de plantio semanal iniciado no dia 24 de novembro de 1975. A frequência semanal de semeaduras foi escolhida para que se tivesse pelo menos um ensaio mensal, e como a área não era irrigada, corria-se o risco da não emergência em algumas semanas devido ao défice hídrico.

No período estudado não houve défice hídrico e a emergência se processou normalmente em todas as semanas. Foram consideradas uma série de dezesseis plantios consecutivos em que as produções observadas apresentaram níveis satisfatórios.

3.1.5. Delineamento Experimental

Os ensaios semanais eram montados em um esquema 4 x 3 com parcelas subdivididas para os três espaçamentos considerados e com uma superfície de $20m^2$. As montagens foram feitas em áreas homogeneizadas quimicamente e bastante próximas de forma que, com a sequência de plantios, formou-se uma comunidade de soja em diferentes estágios de crescimento.

Este tipo de montagem exigiu um controle bastan

te rígido de pragas e doenças para se evitar que um plantio funcionasse como fonte de inoculo ou hospedeiro de doenças para os plantios seguintes.

3.1.6. Observações Meteorológicas

A estação agroclimatológica principal onde foram coletados os dados, para este trabalho, está localizada dentro da área de plantio.

Foram coletados dados referentes a: temperaturas máxima e mínima do ar em abrigo termométrico com conjunto de termômetros Fuess graduados em 0,2°C, insolação diária em heliógrafo de modelo Campbell-Stokes marca Fuess, radiação solar total diária registrada em actinógrafo modelo Robitzch marca Fuess com rotação semanal e precipitação total de 24 horas em pluviômetro modelo Ville de Paris instalado a 1,5m do solo.

Todos estes equipamentos foram recentemente instalados pelo autor, segundo as normas internacionais preconizadas pela Organização Meteorológica Mundial para este modelo de estação.

3.1.7. Observações Fenológicas

O método de identificação de estágios fenológicos usado neste trabalho foi aquele preconizado na bibliografia e adotado pela equipe de fitotecnistas e melhoristas do Instituto Agronômico do Paraná para a identificação de cultivares introduzidos e desenvolvidos por esta instituição de pesquisa.

Os estágios são os seguintes:

a) Emergência — quando mais de 50% das plantas emergiram do solo;

b) Início da floração — quando 10% das plantas apresentarem pelo menos uma flor;

c) Início da formação de vagens — quando 10% das plantas possuirem vagens de mais de 2 cm;

d) Término da floração — quando 90% das plantas não apresentarem flores; e

e) Maturação fisiológica — quando 75% das folhas da vegetação estiverem amadurecidas e cairem.

O esquema utilizado para estas observações foi o de visita diária ao campo experimental com observação em todas as variedades e estágios de crescimento. O observador devidamente treinado era capaz, a partir de observação visual, de identificar o estágio em que se encontrava cada parcela.

3.1.8. Dados de Produção

Os dados referentes a produção foram obtidos com a colheita da sub-parcela e posteriormente convertido em produção por área, devido ao fato de que as sub-parcelas não tinham a mesma área útil. O produto da colheita, antes da pesagem, era uniformizado quanto à umidade, através da secagem em estufa a 50°C.

3.2. Métodos

3.2.1. Duração de Fases

A duração do ciclo das variedades e a duração das fases de desenvolvimento das plantas foram obtidas com a

contagem do número de dias que correspondiam aos estágios limite das fases. Não foi considerada, neste trabalho, a fase plantio-emergência concordando com o trabalho de VALLI e JAWORSKI (1965) que estabelece que a duração da fase plantio-emergência é dependente, quase exclusivamente, da umidade de solo, o que torna bastante difícil a sua quantificação baseada em dados observados em estações agroclimatológicas, onde este parâmetro não é comumente medido.

Com esta ressalva são identificadas, para estudo, cinco fases de desenvolvimento:

1a. fase: de emergência ao início da floração;

2a. fase: do início da floração ao início da formação de vagens;

3a. fase: início de formação de vagens ao fim da floração;

4a. fase: fim de floração à maturação fisiológica; e

5a. fase: emergência à maturação fisiológica.

O autor deste trabalho define a duração de cada uma das fases como um "índice de desenvolvimento" I_D.

3.2.2. Estimativa do Balanço de Radiação de Onda Curta

O balanço de radiação de onda curta é um elemento que pode ser facilmente observado ou estimado em uma estação agroclimatológica desde que existam equipamentos para medida da insolação ou da radiação solar global de onda curta.

O balanço de radiação de onda curta foi estimado a partir dos dados diários de radiação solar global, de onda curta, ($K\downarrow$) observados e com a aplicação da equação

$R_L = -123,8 + 0,66\ K\downarrow$ determinada por MOTA (1976).

Os valores diários de radiação solar global, de onda curta, ($K\downarrow$) foram obtidos pela cotação horária dos gráficos de actinógrafo, considerando o valor das meia-horas como o representativo do período horário.

Os valores diários de radiação líquida de onda curta foram acumulados para as 5 fases consideradas. O autor adota cada um desses valores acumulados como "índice de desenvolvimento" (I_{k*}).

3.2.3. Estimativa de Graus-dia

Os graus-dia (G.D.) foram estimados usando as temperaturas máxima e mínima do ar observadas em abrigo meteorológico e acumulados para cada uma das cinco fases usando o seguinte modelo:

$$G.D. = \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{T_{max} + T_{min}}{2}\right) - 10$$

Em que foi considerada uma temperatura máxima igual a 30°C sempre que esta fosse igual ou superior a 30°C, uma temperatura mínima igual a 10°C sempre que a mesma fosse igual ou inferior a 10°C e a duração de cada fase (n).

Este modelo é apresentado por MAJOR et al (1975b) como o que melhor se ajusta para os cálculos de graus-dia para a soja. Como observamos na definição, o modelo considera para a soja as temperaturas base de 10 e 30°C. Estes valores concordam com aqueles encontrados na bibliografia, como sendo valores médios para todas as variedades já estudadas e em qualquer fase de desenvolvimento.

Os valores de graus-dia (G.D.) acumulados tam-

bém são considerados como "índice de desenvolvimento" (I_T).

3.2.4. Análise da Distribuição da Precipitação e da Variação da Temperatura do Ar

Os totais de 24 horas de precipitação foram distribuídos diariamente durante o desenvolvimento dos ensaios de forma a permitir uma análise da disponibilidade hídrica no solo nas diversas épocas de plantio e nas fases de desenvolvimento.

O comportamento térmico do ar é analisado em base diária através das curvas de temperaturas máxima e mínima durante o desenvolvimento dos ensaios. Nestas curvas são marcadas as temperaturas base para permitir uma análise dos erros que possam ter sido cometidos com a sua adoção.

3.2.5. Análise Estatística

A produção de grãos das variedades, em todas as épocas e espaçamentos, foram analisadas estatisticamente seguindo o esquema fatorial 4 x 3 x 16 sem repetição.

As interações significativas foram desdobradas para que o autor pudesse detectar os pontos de interação significativa.

3.2.6. Testes de Correlação

Com base nos resultados estatísticos, o autor testou o grau da correlação entre a produção de grãos e os "índices de desenvolvimento" (I_{k*}, I_T, I_D).

Devido a baixa variação dos índices de desenvol

vimento, foi tomado um valor médio destes índices para a variedade em cada época de plantio.

Os resultados dos testes de correlação indicaram as equações de regressão que poderiam ser estabelecidas para a estimativa da produção de grãos a partir de cada um dos índices de desenvolvimento estabelecidos.

4. RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados obtidos e os calculados para cada ensaio são apresentados em tabelas e figuras.

Nas tabelas de 2 a 9 são mostrados os valores de produção, duração das fases, balanço de radiação de onda curta e graus-dia acumulados para cada fase e que correspondem aos diversos índices de desenvolvimento caracterizados pelo autor. Os resultados são apresentados de forma individual para cada variedade, para cada espaçamento e para cada época.

A figura 1 representa a variação das temperaturas máxima e mínima e da precipitação diárias durante os ensaios. Para visualização dos limites de temperatura considerados é assinalado nesta figura as temperaturas base com valor superior igual a 30°C e valor inferior igual a 10°C.

As tabelas 10 a 13 e figuras 2 a 5 foram compostas com os resultados das regressões obtidas entre a produção e os índices de desenvolvimento estabelecidos para as fases: emergência-início de floração e emergência-maturação fisiológica. Estas figuras foram montadas com o intuito de tornar bastante claro o comportamento das retas assim como os seus pontos de convergência. As setas introduzidas mostram os limites para os índices em cada ensaio estudado.

Tabela 2. Valores dos índices de desenvolvimento e produção da variedade Paraná (período de plantio 24/11/75 a 12/01/76)

ÉPOCA	ESPAÇAMENTO	1a. fase			2a. fase			3a. fase			4a. fase			5a. fase			PROD.
		I_{k*}	I_T	I_D	I_{k*}	I_T	I_D	I_{k*}	I_T	I_D	I_{k*}	I_T	I_D	I_{k*}	I_T	I_D	kg/ha
24/11/75	30	12715	631	51	1959	83	6	541	25	2	10924	493	38	26140	1233	97	2785
	45	12383	616	50	2309	98	7	541	25	2	10924	493	38	26159	1233	97	2290
	60	12052	601	49	2641	113	8	541	25	2	10924	493	38	26159	1233	97	2900
01/12/75	30	13389	661	42	1929	84	6	2589	121	9	11837	557	42	29746	1425	99	2580
	45	13389	661	42	1929	84	6	2589	121	9	11837	557	42	29746	1425	99	3060
	60	13389	661	42	1929	84	6	2589	121	9	11837	557	42	29746	1425	99	3620
08/12/75	30	11358	569	41	2195	95	7	2480	120	9	11866	572	43	27901	1357	100	1560
	45	11358	569	41	2195	95	7	2480	120	9	11866	572	43	27901	1357	100	2210
	60	11358	569	41	2195	95	7	2480	120	9	11866	572	43	27901	1357	100	2260
15/12/75	30	9895	504	36	2411	120	9	1653	78	6	13276	626	49	27237	1330	100	700
	45	9895	504	36	2411	120	9	1653	78	6	13276	626	49	27237	1330	100	1435
	60	9895	504	36	2411	120	9	1653	78	6	13276	626	49	27237	1330	100	1700
22/12/75	30	10094	511	37	2187	106	8	2280	80	7	11981	593	48	26544	1291	100	1855
	45	10094	511	37	2187	106	8	2280	80	7	11981	593	48	26544	1291	100	1955
	60	10094	511	37	2187	106	8	2280	80	7	11981	593	48	26544	1291	100	2475
29/12/75	30	10643	500	36	2522	93	8	1799	90	7	10629	528	41	25594	1213	92	2135
	45	10643	500	36	2522	93	8	1799	90	7	10629	528	41	25594	1213	92	2310
	60	10643	500	36	2522	93	8	1799	90	7	10629	528	41	25594	1213	92	2820
05/01/76	30	10755	464	35	2346	113	9	2763	122	9	9450	495	41	25315	1195	94	1165
	45	10755	464	35	2346	113	9	2763	122	9	9450	495	41	25315	1195	94	1610
	60	10755	464	35	2346	113	9	2763	122	9	9450	495	41	25315	1195	94	1815
12/01/76	30	10210	446	34	2227	105	8	2633	127	9	9988	540	47	25070	1220	98	1500
	45	10210	446	34	2227	105	8	2633	127	9	10330	556	49	25401	1236	101	1375
	60	10210	446	34	2227	105	8	2633	127	9	10640	575	51	25711	1255	103	1515

I_{k*} : cal/cm^2 I_T : graus-dia (^oC) I_D : dias

Tabela 3. Valores dos índices de desenvolvimento e produção da variedade Paraná (período de plantio 19/01/76 a 08/03/76)

ÉPOCA	ESPAÇAMENTO	1a. fase			2a. fase			3a. fase			4a. fase			5a. fase			PROD.
		I_{k*}	I_T	I_D	I_{k*}	I_T	I_D	I_{k*}	I_T	I_D	I_{k*}	I_T	I_D	I_{k*}	I_T	I_D	kg/ha
19/01/76	30	10619	479	37	1396	70	5	2724	155	11	8063	428	41	22813	1134	94	1300
	45	10619	479	37	1396	70	5	2724	155	11	7916	419	40	22656	1125	93	1365
	60	10619	479	37	1396	70	5	2724	155	11	7916	419	40	22656	1125	93	1535
26/01/76	30	10070	455	35	1989	113	8	2226	120	9	6404	345	34	20691	935	86	905
	45	10070	455	35	1989	113	8	2226	120	9	6578	354	35	20865	1043	87	1220
	60	10070	455	35	1989	113	8	2226	120	9	6578	354	35	20862	1043	87	1325
02/02/76	30	9841	447	34	2527	137	9	2158	87	8	7070	416	43	21597	1087	94	590
	45	9841	447	34	2527	137	9	2158	87	8	7192	423	44	21719	1095	95	515
	60	9841	447	34	2527	137	9	2158	87	8	7317	429	45	21844	1101	96	535
09/02/76	30	7518	380	28	2029	109	8	3029	139	13	8204	516	58	20780	1145	107	805
	45	7325	367	27	2509	133	10	3217	152	14	7603	481	54	20655	1134	105	780
	60	7020	352	26	2012	123	8	3319	152	14	8534	536	57	20886	1164	105	760
16/02/76	30	10313	501	39	1975	112	10	255	17	2	9539	635	80	22084	1266	131	615
	45	9560	478	36	2303	108	10	566	35	4	9390	632	76	21821	1255	126	685
	60	9816	481	37	2260	137	10	467	34	4	9910	654	85	22455	1308	136	850
23/02/76	30	7113	377	28	1953	84	8	2599	158	15	8916	589	81	20583	1209	132	665
	45	7378	385	29	1892	90	8	2395	145	14	8061	547	71	19727	1167	122	520
	60	7378	385	29	1892	90	8	2395	145	14	8757	577	79	20424	1198	130	360
01/03/76	30	6849	347	31	1402	93	10	3226	186	20	6132	433	66	17611	761	127	520
	45	6636	338	30	1616	102	11	3101	180	21	6367	446	68	17722	1067	130	535
	60	6522	329	29	1417	90	8	3292	193	22	6378	447	68	17611	1061	127	130
08/03/76	30	7698	387	34	1383	79	8	2618	160	18	6367	446	68	18067	1074	128	230
	45	7698	387	34	1383	79	8	2618	160	18	6482	453	69	18181	1080	129	610
	60	7416	373	33	1416	86	7	2907	173	20	6606	459	68	18347	1093	128	550

I_{k*} : cal/cm^2 I_T : graus-dia (^oC) I_D : dias

Tabela 4. Valores dos índices de desenvolvimento e produção da variedade Davis (período de plantio 24/11/75 a 12/01/76)

ÉPOCA	ESPAÇAMENTO	1a. fase			2a. fase			3a. fase			4a. fase			5a. fase			PROD.
		I_{k*}	I_T	I_D	I_{k*}	I_T	I_D	I_{k*}	I_T	I_D	I_{k*}	I_T	I_D	I_{k*}	I_T	I_D	kg/ha
24/11/75	30	12715	631	51	2310	99	7	190	12	1	14895	718	54	30111	1461	113	696
	45	12715	631	51	2310	99	7	190	12	1	14895	718	54	30111	1461	113	2310
	60	12715	631	51	2310	99	7	190	12	1	14895	718	54	30111	1461	113	3245
01/12/75	30	13389	661	42	2254	97	7	2264	108	8	13559	654	49	31467	1520	106	2185
	45	13389	661	42	2254	97	7	2264	108	8	13559	654	49	31467	1520	106	2890
	60	13389	661	42	2254	97	7	2264	108	8	13559	654	49	31467	1520	106	3720
08/12/75	30	11358	569	41	3335	147	10	1692	68	6	13771	650	51	30158	1435	108	1375
	45	11358	569	41	3335	147	10	1692	68	6	13771	650	51	30158	1435	108	1455
	60	11358	569	41	3335	147	10	1692	68	6	13771	650	51	30158	1435	108	1960
15/12/75	30	10436	533	38	2430	119	9	1093	50	4	13276	626	49	27237	1330	100	2550
	45	10436	533	38	2430	119	9	1093	50	4	13276	626	49	27237	1330	100	2375
	60	10436	533	38	2430	119	9	1093	50	4	13276	626	49	27237	1330	100	2185
22/12/75	30	10094	511	37	2187	106	8	2280	80	7	11981	593	48	26544	1291	100	1115
	45	10094	511	37	2187	106	8	2280	80	7	11981	593	48	26544	1291	100	1920
	60	10094	511	37	2187	106	8	2280	80	7	11981	593	48	26544	1291	100	2355
29/12/75	30	10643	500	36	2522	93	8	1799	90	7	10629	528	41	25594	1213	92	1425
	45	10643	500	36	2522	93	8	1799	90	7	10629	528	41	25594	1213	92	2400
	60	10643	500	36	2522	93	8	1799	90	7	10629	528	41	25594	1213	92	2660
05/01/76	30	11115	476	36	1986	100	8	2763	122	9	9450	495	41	25315	1195	94	2030
	45	11115	476	36	1986	100	8	2763	122	9	9450	495	41	25315	1195	94	1545
	60	11115	476	36	1986	100	8	2763	122	9	9450	495	41	25315	1195	94	2010
12/01/76	30	10210	446	34	989	52	4	3875	180	13	9988	540	47	25064	1219	98	860
	45	10210	446	34	989	52	4	3875	180	13	10330	556	49	25405	1236	101	1365
	60	10210	446	34	989	52	4	3875	180	13	10640	575	51	25715	1255	103	1745

I_{k*} : cal/cm^2 I_T : graus-dia (^oC) I_D : dias

Tabela 5. Valores dos índices de desenvolvimento e produção da variedade Davis (período de plantio 19/01/76 a 08/03/76)

ÉPOCA	ESPAÇAMENTO	1a. fase			2a. fase			3a. fase			4a. fase			5a. fase			PROD.
		I_{k*}	I_T	I_D	I_{k*}	I_T	I_D	I_{k*}	I_T	I_D	I_{k*}	I_T	I_D	I_{k*}	I_T	I_D	kg/ha
19/01/76	30	10619	479	37	1396	70	5	2724	155	11	8524	457	44	23237	1163	97	1300
	45	10619	479	37	1396	70	5	2724	155	11	8524	457	44	23237	1163	97	1365
	60	10619	479	37	1396	70	5	2724	155	11	8524	457	44	23237	1163	97	1535
26/01/76	30	10070	455	35	1989	113	8	2226	120	9	8313	458	46	22599	1147	98	1065
	45	10070	455	35	1989	113	8	2226	120	9	8400	464	47	22686	1153	99	1475
	60	10070	455	35	1989	113	8	2226	120	9	8400	464	47	22686	1153	99	1495
02/02/76	30	9841	447	34	2527	137	9	2158	87	8	7070	416	43	21597	1087	94	500
	45	9841	447	34	2527	137	9	2158	87	8	7317	429	45	21898	1101	96	515
	60	9841	447	34	2527	137	9	2158	87	8	7317	429	45	21898	1101	96	565
09/02/76	30	7325	367	27	2004	109	8	2890	126	12	8948	564	59	21169	1167	106	730
	45	7020	352	26	2012	112	8	3097	138	13	8756	550	57	20886	1153	104	965
	60	6758	337	25	2022	113	8	3348	152	14	8756	550	57	20886	1153	104	850
16/02/76	30	10313	501	39	1975	112	10	255	17	2	9276	624	77	21821	1255	128	615
	45	9816	481	37	2260	137	10	467	34	4	9276	624	77	21821	1255	128	850
	60	9560	478	36	2303	108	10	566	35	4	10640	711	94	23071	1334	144	760
23/02/76	30	7378	385	29	2095	76	7	2599	158	15	9223	620	86	21296	1240	137	670
	45	7113	377	28	2157	97	9	2395	145	14	8757	577	79	20424	1198	130	210
	60	7113	377	28	2157	97	9	2395	145	14	8472	563	76	20139	1183	127	415
01/03/76	30	6636	338	30	1616	102	11	3101	180	21	6482	453	69	17836	1074	131	590
	45	6636	338	30	1616	102	11	2979	173	20	6604	460	70	17836	1074	131	210
	60	6522	329	29	1417	90	8	3292	193	22	6489	453	69	17722	1067	128	30
08/03/76	30	6636	338	30	1417	90	7	3414	200	23	6256	440	67	17725	1070	127	410
	45	6522	329	29	1303	82	8	3292	193	22	6489	453	69	17607	1059	128	830
	60	6522	329	29	1303	82	8	3292	183	22	6378	447	68	17725	1070	127	220

I_{k*} : cal/cm^2 I_T : graus-dia (^oC) I_D : dias

Tabela 6. Valores dos índices de desenvolvimento e produção da variedade Viçoja (período de plantio 24/11/75 a 12/01/76

ÉPOCA	ESPAÇAMENTO	1a. fase			2a. fase			3a. fase			4a. fase			5a. fase			PROD.
		I_{k*}	I_T	I_D	I_{k*}	I_T	I_D	I_{k*}	I_T	I_D	I_{k*}	I_T	I_D	I_{k*}	I_T	I_D	kg/ha
24/11/75	30	12052	601	49	2641	113	8	4065	197	15	14708	700	55	33467	1612	127	1245
	45	12383	616	50	2309	98	7	4065	197	15	14708	700	55	33467	1612	127	2470
	60	12052	601	49	2641	113	8	4065	197	15	14708	700	55	33467	1612	127	2430
01/12/75	30	13812	685	49	2410	121	9	1984	92	7	11371	548	41	29578	1447	106	1915
	45	13812	685	49	2410	121	9	1984	92	7	11371	548	41	29578	1447	106	2590
	60	13812	685	49	2410	121	9	1984	92	7	11371	548	41	29578	1447	106	3720
08/12/75	30	13202	651	47	2482	120	9	3076	109	9	13191	661	52	31953	1541	117	1405
	45	13202	651	47	2482	120	9	3076	109	9	13191	661	52	31953	1541	117	2065
	60	13202	651	47	2482	120	9	3076	109	9	13191	661	52	31953	1541	117	1840
15/12/75	30	11772	598	43	2187	106	8	3791	158	13	12213	617	49	29964	1471	113	1320
	45	11772	598	43	2187	106	8	3791	158	13	12213	617	49	29964	1471	113	2060
	60	11772	598	43	2187	106	8	3791	158	13	12213	617	49	29964	1471	113	1880
22/12/75	30	10297	524	38	2720	115	9	3342	136	12	11811	595	50	28172	1372	109	1520
	45	10297	524	38	2720	115	9	3342	136	12	11811	595	50	28172	1372	109	1990
	60	10297	524	38	2720	115	9	3342	136	12	11811	595	50	28172	1372	109	2310
29/12/75	30	10885	512	37	2536	92	8	3105	236	11	10363	538	44	26890	1380	100	1315
	45	10643	500	37	2522	93	8	3361	248	11	10363	538	44	26890	1380	100	1735
	60	10643	500	37	2522	93	8	3361	248	11	10363	538	44	26890	1380	100	2335
05/01/76	30	11115	476	36	2274	113	9	3871	180	13	10640	574	51	27901	1345	109	905
	45	11115	476	36	2274	113	9	3871	180	13	10640	574	51	27901	1345	109	1390
	60	11115	476	36	2274	113	9	3871	180	13	10640	574	51	27901	1345	109	2020
12/01/76	30	11199	499	38	1237	52	4	3767	184	13	10427	572	53	26632	1308	108	975
	45	11199	499	38	1237	52	4	3767	184	13	10571	581	54	26776	1317	109	1285
	60	11199	499	38	1237	52	4	3767	184	13	10714	590	55	26919	1326	110	1275

I_{k*} : cal/cm^2 I_T : graus-dia (°C) I_D : dias

Tabela 7. Valores dos índices de desenvolvimento e produção da variedade Viçoja (período de plantio 19/01/76 a 08/03/76)

ÉPOCA	ESPAÇAMENTO	1a. fase			2a. fase			3a. fase			4a. fase			5a. fase			PROD.
		I_{k*}	I_T	I_D	I_{k*}	I_T	I_D	I_{k*}	I_T	I_D	I_{k*}	I_T	I_D	I_{k*}	I_T	I_D	kg/ha
19/01/76	30	9706	436	34	2309	114	8	3421	195	14	8568	460	46	24005	1206	102	1075
	45	9706	436	34	2309	114	8	3421	195	14	8568	460	46	24005	1206	102	1165
	60	9706	436	34	2309	114	8	3421	195	14	8568	460	46	24005	1206	102	1290
26/01/76	30	10360	469	36	1983	97	8	1942	107	8	8724	479	49	23010	1154	101	905
	45	10360	469	36	1983	97	8	1942	107	8	8724	479	49	23010	1154	101	1065
	60	10360	469	36	1983	97	8	1942	107	8	9084	498	51	23371	1173	103	1050
02/02/76	30	9841	447	34	2527	137	9	2158	87	8	7431	434	46	21958	1106	97	380
	45	9841	447	34	2527	137	9	2158	87	8	7674	452	48	22201	1124	99	480
	60	9841	447	34	2527	137	9	2158	87	8	7674	452	48	22201	1124	99	380
09/02/76	30	7801	392	29	1745	96	7	2804	126	12	9198	573	68	21550	1189	116	580
	45	7518	380	28	2029	109	8	3232	152	14	8683	546	65	21463	1189	115	320
	60	7020	352	26	2012	123	8	3319	152	14	9111	573	67	21463	1189	115	470
16/02/76	30	7912	403	29	1157	58	5	3475	169	17	9364	629	74	21909	1260	125	315
	45	7453	376	27	1392	73	6	3557	172	17	9735	645	76	22138	1913	126	270
	60	7215	362	26	2080	108	9	3107	151	15	9735	645	76	22138	1913	126	280
23/02/76	30	7113	377	28	2157	97	9	2395	145	14	9223	620	86	20889	1240	137	365
	45	7635	388	30	2368	124	11	1663	107	10	9223	620	86	20889	1240	137	100
	60	7635	388	30	1635	86	7	2395	145	14	9223	620	86	20889	1240	137	90
01/03/76	30	6522	329	29	1417	90	8	3292	193	22	6378	447	68	17611	1061	127	145
	45	6849	347	31	1547	100	9	2636	159	18	6802	467	71	17836	1074	129	25
	60	6849	347	31	1547	100	9	2636	159	18	6688	460	70	17722	1067	128	---
08/03/76	30	7698	387	34	1383	79	8	2618	160	18	6256	440	67	17956	1067	127	---
	45	7698	387	34	1383	79	8	2618	160	18	6945	485	73	18645	1113	133	---
	60	7698	387	34	1416	86	8	2907	173	20	6132	433	60	18154	1081	122	---

I_{k*} : cal/cm^2 I_T : graus-dia (^oC) I_D : dias

Tabela 8. Valores dos índices de desenvolvimento e produção da variedade UFV-1 (período de plantio 24/11/75 a 12/01/76)

ÉPOCA	ESPAÇAMENTO	1a. fase			2a. fase			3a. fase			4a. fase			5a. fase			PROD.
		I_{k*}	I_T	I_D	I_{k*}	I_T	I_D	I_{k*}	I_T	I_D	I_{k*}	I_T	I_D	I_{k*}	I_T	I_D	kg/ha
24/11/75	30	15764	769	61	2480	120	9	3031	116	11	14538	753	61	35815	1759	142	2170
	45	15764	769	61	2480	120	9	3031	116	11	14538	753	61	35815	1759	142	2730
	60	15764	769	61	2480	120	9	3031	116	11	14538	753	61	35815	1759	142	3270
01/12/75	30	15797	782	56	1914	93	7	2627	95	8	15176	787	64	35515	1758	135	1460
	45	15797	782	56	1914	93	7	2627	95	8	15176	787	64	35515	1758	135	2185
	60	15797	782	56	1914	93	7	2627	95	8	15176	787	64	35515	1758	135	2750
08/12/75	30	16287	797	58	2522	93	8	2449	117	9	13209	693	58	34469	1701	133	1550
	45	16287	797	58	2522	93	8	2449	117	9	13209	693	58	34469	1701	133	1890
	60	16287	797	58	2522	93	8	2449	117	9	13209	693	58	34469	1701	133	1830
15/12/75	30	13465	680	49	2775	105	9	2124	103	8	13216	694	57	31581	1583	123	1320
	45	13465	680	49	2775	105	9	2124	103	8	13216	694	57	31581	1583	123	2060
	60	13465	680	49	2775	105	9	2124	103	8	13216	694	57	31581	1583	123	1880
22/12/75	30	13377	650	48	2984	138	11	3871	180	15	10330	556	49	30563	1525	123	1065
	45	13377	650	48	2984	138	11	2474	109	10	11726	627	54	30562	1525	123	1460
	60	13377	650	48	2984	138	11	3871	180	15	10330	556	49	30563	1525	123	2135
29/12/75	30	14676	671	50	2133	93	8	2599	127	10	10067	547	47	29476	1440	115	1290
	45	14676	671	50	2133	93	8	2599	127	10	10067	547	47	29476	1440	115	1665
	60	14676	671	50	2133	93	8	2599	127	10	10067	547	47	29476	1440	115	1310
05/01/76	30	15553	697	52	2280	113	8	1939	112	8	9048	488	47	28822	1441	115	1535
	45	15553	697	52	2280	113	8	1939	112	8	9048	488	47	28822	1441	115	1265
	60	15553	697	52	2280	113	8	1939	112	8	9048	488	47	28822	1441	115	1645
12/01/76	30	16205	736	55	1828	113	8	1841	94	8	6900	373	38	26776	1318	109	1205
	45	16205	736	55	1828	113	8	1841	94	8	7043	382	39	26919	1327	110	1590
	60	16205	736	55	1825	113	8	1841	94	8	7180	403	41	27053	1347	111	2125

I_{k*} : cal/cm^2 I_T : graus-dia (°C) I_D : dias

Tabela 9. Valores dos índices de desenvolvimento e produção da variedade UFV-1 (período de plantio 19/01/76 a 08/03/76

ÉPOCA	ESPAÇAMENTO	1a. fase			2a. fase			3a. fase			4a. fase			5a. fase			PROD.
		I_{k*}	I_T	I_D	I_{k*}	I_T	I_D	I_{k*}	I_T	I_D	I_{k*}	I_T	I_D	I_{k*}	I_T	I_D	kg/ha
19/01/76	30	12015	550	42	1983	111	8	1942	107	8	9427	522	55	25369	1292	113	1215
	45	12015	550	42	1983	111	8	1942	107	8	9427	522	55	25369	1292	113	1590
	60	12015	550	42	1983	111	8	1942	107	8	9427	522	55	25369	1292	113	725
26/01/76	30	12060	568	43	2029	109	8	3029	139	13	7771	493	54	24890	1310	118	920
	45	12060	568	43	2029	109	8	3029	139	13	7697	486	53	24816	1304	117	955
	60	12060	568	43	2029	109	8	3029	139	13	7697	486	53	24816	1304	117	1045
02/02/76	30	10339	475	36	2027	109	8	2093	85	8	9275	575	62	23735	1245	114	405
	45	10339	475	36	2027	109	8	2093	85	8	9382	580	63	23842	1251	115	500
	60	10339	475	36	2027	109	8	2093	85	8	9382	580	63	23842	1251	115	720
09/02/76	30	9239	476	35	1157	58	5	3475	169	17	8427	552	68	22299	1257	125	710
	45	9032	464	34	1855	87	8	3198	162	16	8119	533	66	22205	1247	124	520
	60	8781	450	33	1841	94	8	3462	169	17	8119	533	66	22205	1247	124	550
16/02/76	30	10574	515	40	1714	113	8	1976	127	12	8603	573	81	22868	1329	141	490
	45	9295	471	35	1953	84	8	2599	158	15	9122	610	85	22970	1324	143	275
	60	9560	478	34	1688	76	9	2599	158	15	9122	610	85	22970	1324	143	660
23/02/76	30	9895	503	40	467	34	4	1760	110	10	8459	566	80	20583	1214	134	480
	45	9681	493	39	711	73	8	1931	112	11	7610	517	72	19935	1198	130	180
	60	9681	493	39	711	73	8	1931	112	11	7610	517	72	19935	1197	130	270
01/03/76	30	7945	402	35	1365	75	8	2923	179	21	6062	467	70	18297	1124	134	50
	45	7416	373	33	1581	93	10	2984	180	21	6187	488	72	18170	1135	136	130
	60	7698	387	34	1559	89	9	2808	170	20	6306	500	73	18372	1148	136	50
08/03/76	30	8391	427	39	1429	77	8	2565	148	18	6963	495	72	19350	1149	137	475
	45	8168	414	37	1430	78	9	2728	157	19	6836	485	71	19163	1136	136	675
	60	8168	414	37	1283	68	8	2875	167	20	6836	485	71	19163	1136	136	375

*I_{k*} : cal/cm^2 I_T : graus-dia (°C) I_D : dias

Figura 1. Variação estacional das temperaturas máxima e mínima diária do ar, e da precipitação de 24 horas. (Período: 24 de novembro de 1975 a 7 de maio de 1976).

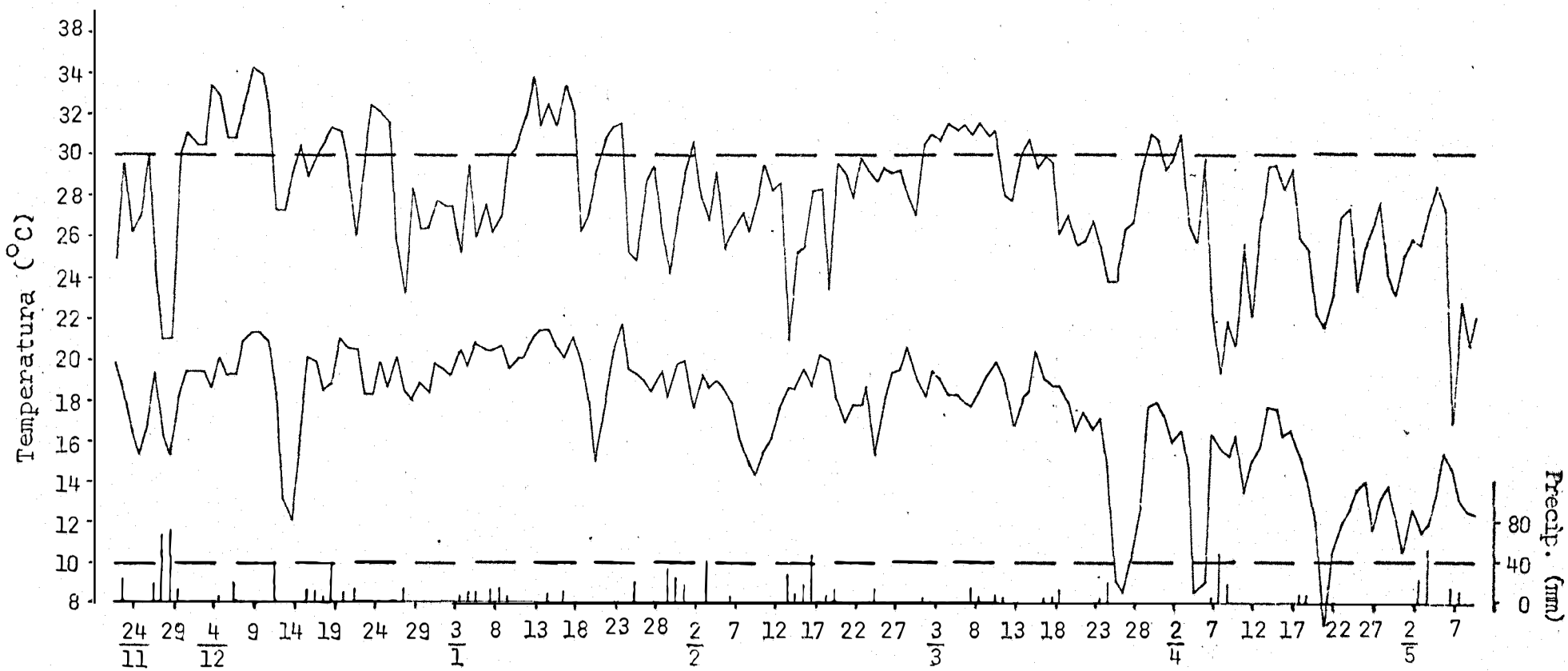


Tabela 10. Valores obtidos para os coeficientes da equação de regressão e coeficientes de correlação considerando os índices I_D, I_T e I_{K*} respectivamente, para a variedade Paraná.
Y_1 - índice referente a 1a. fase
Y_2 - índice referente a 5a. fase

ESPAÇAMENTO	MÉTODO DE ESTIMATIVA	a	b	(R)
$E_{30 \times 5}$	Y_1	-2573,4877	106,4212	0,75
	Y_2	4145,0592	-27,6584	-0,54
$E_{45 \times 5}$	Y_1	-2395,6864	105,9337	0,73
	Y_2	4628,8240	-30,7426	-0,58
$E_{60 \times 5}$	Y_1	-3579,4201	143,5901	0,76
	Y_2	5934,3398	-41,5968	-0,60
$E_{30 \times 5}$	Y_1	-2157,3451	7,1502	0,82
	Y_2	-3461,6428	3,8999	0,56
$E_{45 \times 5}$	Y_1	-2340,7797	7,8727	0,88
	Y_2	-4544,3154	4,9300	0,70
$E_{60 \times 5}$	Y_1	-3422,9462	10,4988	0,90
	Y_2	-6164,3966	6,4111	0,69
$E_{30 \times 5}$	Y_1	-2015,9317	0,3301	0,80
	Y_2	-2628,5318	0,1637	0,76
$E_{45 \times 5}$	Y_1	-2155,3457	0,3604	0,85
	Y_2	-3172,8409	0,1935	0,88
$E_{60 \times 5}$	Y_1	-2716,1483	0,4202	0,72
	Y_2	-3437,7170	0,2059	0,68

Tabela 11. Valores obtidos para os coeficientes da equação de regressão e coeficientes de correlação considerando os índices I_D, I_T e I_{k*} respectivamente, para a variedade Davis.

Y_1 - índice referente a 1a. fase
Y_2 - índice referente a 5a. fase

ESPAÇAMENTO	MÉTODO DE ESTIMATIVA	a	b	(R)
$E_{30 \times 5}$	Y_1	-254,2907	38,8505	0,36
	Y_2	3825,9868	-25,0004	-0,52
$E_{45 \times 5}$	Y_1	-1934,2264	93,9187	0,70
	Y_2	4940,3998	-32,6951	-0,55
$E_{60 \times 5}$	Y_1	-3470,3799	142,3398	0,79
	Y_2	6167,8238	-42,3057	-0,52
$E_{30 \times 5}$	Y_1	-694,3385	3,8458	0,58
	Y_2	-1808,7573	2,3698	0,50
$E_{45 \times 5}$	Y_1	-1845,8697	6,8711	0,82
	Y_2	-3864,8859	4,2565	0,73
$E_{60 \times 5}$	Y_1	-3200,5561	10,1275	0,90
	Y_2	-6443,8827	6,4893	0,82
$E_{30 \times 5}$	Y_1	-679,5295	0,1837	0,58
	Y_2	-1226,6508	0,0971	0,63
$E_{45 \times 5}$	Y_1	-1680,7987	0,3141	0,80
	Y_2	-2486,4198	0,1608	0,84
	Y_1	-3024,8044	0,4699	0,88
	Y_2	-4202,6486	0,2394	0,93

Tabela 12. Valores obtidos para os coeficientes da equação de regressão e coeficientes de correlação considerando os índices I_D, I_T e I_{k*} respectivamente, para a variedade Viçoja.
Y_1 - índice referente a 1a. fase
Y_2 - índice referente a 5a. fase

ESPAÇAMENTO	MÉTODO DE ESTIMATIVA	a	b	(R)
$E_{30 \times 5}$	Y_1	-721,2719	47,3786	0,69
	Y_2	-523,4836	15,7032	0,33
$E_{45 \times 5}$	Y_1	-2225,4758	96,9959	0,88
	Y_2	-3889,9640	51,2454	0,67
$E_{60 \times 5}$	Y_1	-2311,8038	104,2173	0,69
	Y_2	-2088,3907	36,4952	0,35
$E_{30 \times 5}$	Y_1	-783,6361	3,6563	0,78
	Y_2	-1175,8888	1,7344	0,68
$E_{45 \times 5}$	Y_1	-1927,5640	6,6923	0,88
	Y_2	-3406,2075	3,7349	0,91
$E_{60 \times 5}$	Y_1	-2225,7885	7,6268	0,73
	Y_2	-3475,4337	3,9356	0,70
$E_{30 \times 5}$	Y_1	-1128,4890	0,2042	0,68
	Y_2	-832,8538	0,0728	0,65
$E_{45 \times 5}$	Y_1	-2629,4660	0,3801	0,79
	Y_2	-2773,9350	0,1606	0,89
$E_{60 \times 5}$	Y_1	-3370,7145	0,4638	0,70
	Y_2	-2714,7715	0,1658	0,67

Tabela 13. Valores obtidos para os coeficientes da equação de regressão e coeficientes de correlação considerando os índices I_D, I_T e I_{k*} respectivamente, para a variedade UFV-1.
Y_1 - índice referente a 1a. fase
Y_2 - índice referente a 5a. fase

ESPAÇAMENTO	MÉTODO DE ESTIMATIVA	a	b	(R)
$E_{30 \times 5}$	Y_1	-1261,6035	50,8003	0,90
	Y_2	310,1173	6,5900	0,14
$E_{45 \times 5}$	Y_1	-2283,8969	77,1465	0,88
	Y_2	423,6760	7,4287	0,10
$E_{60 \times 5}$	Y_1	-2760,8994	90,3908	0,90
	Y_2	-1221,7155	21,8374	0,26
$E_{30 \times 5}$	Y_1	-1126,1454	3,5761	0,87
	Y_2	645,7263	0,3027	0,36
$E_{45 \times 5}$	Y_1	-2174,9773	5,5842	0,88
	Y_2	380,0588	0,6051	0,46
$E_{60 \times 5}$	Y_1	-2625,6143	6,5308	0,88
	Y_2	151,9348	0,8394	0,55
$E_{30 \times 5}$	Y_1	-978,4236	0,1602	0,85
	Y_2	-1245,0282	0,0846	0,87
$E_{45 \times 5}$	Y_1	-1862,3828	0,2440	0,84
	Y_2	-2570,3012	0,1396	0,92
$E_{60 \times 5}$	Y_1	-2200,3408	0,2808	0,83
	Y_2	-2972,4010	0,1592	0,91

Figura 2. Curva da função produtividade x índice de desenvolvimento (I_{k*} e I_T) para a variedade Paraná em três espaçamentos: 30 x 5 (E_{30}), 45 x 5 (E_{45}) e 60 x 5 (E_{60}).

———— : índice referente a 1a. fase

- - - - - : índice referente a 5a. fase

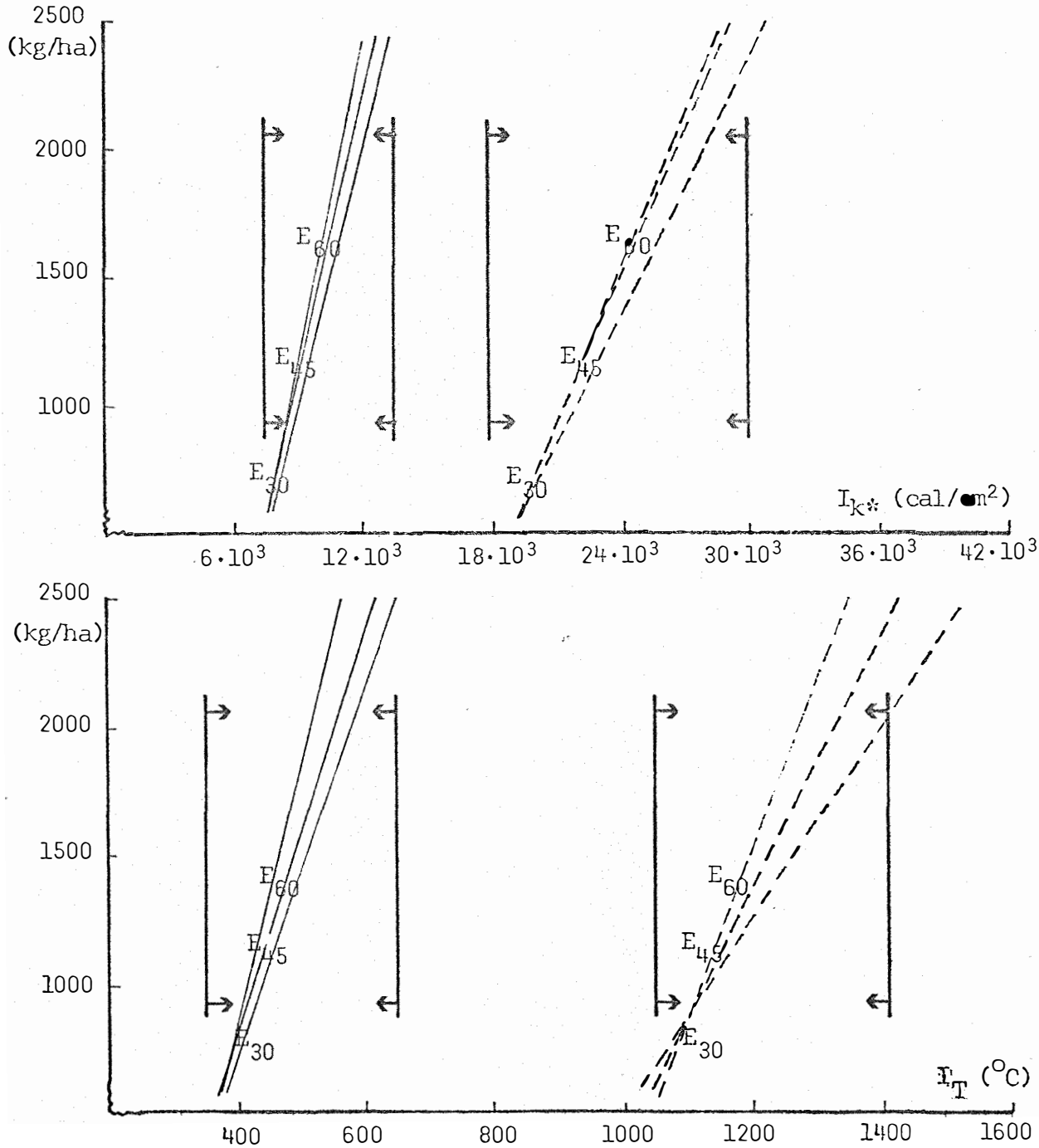


Figura 3. Curva da função produtividade x índice de desenvolvimento (I_{k*} e I_T) para a variedade Davis em três espaçamentos: 30 x 5 (E_{30}), 45 x 5 (E_{45}) e 60 x 5 (E_{60}).

———— : índice referente a 1a. fase

- - - - - : índice referente a 5a. fase

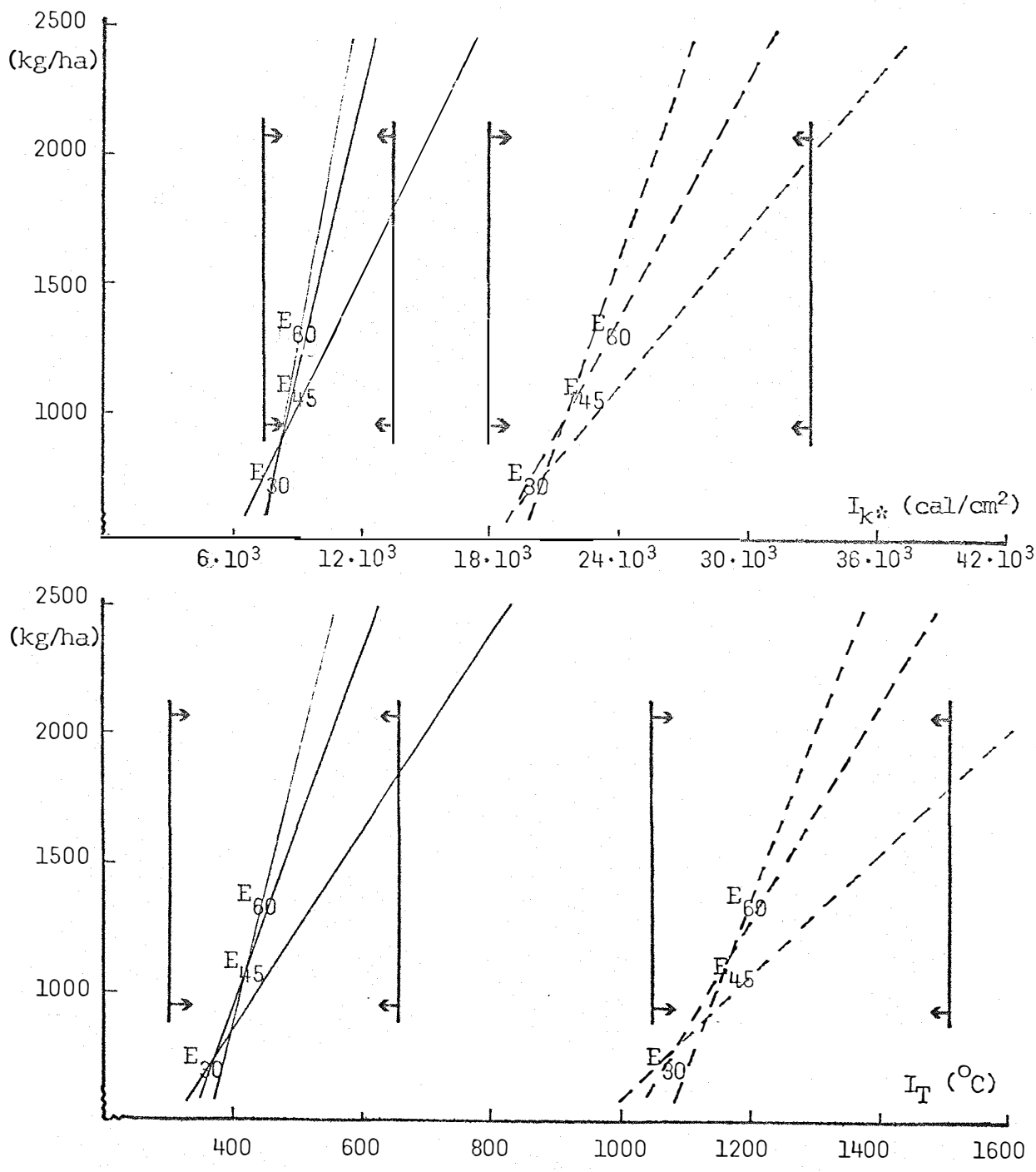


Figura 4. Curva da função produtividade x índice de desenvolvimento (I_{k*} e I_T) para a variedade Viçoja em três espaçamentos: 30 x 5 (E_{30}), 45 x 5 (E_{45}) e 60 x 5 (E_{60}).

———— : índice referente a 1a. fase

- - - - - : índice referente a 5a. fase

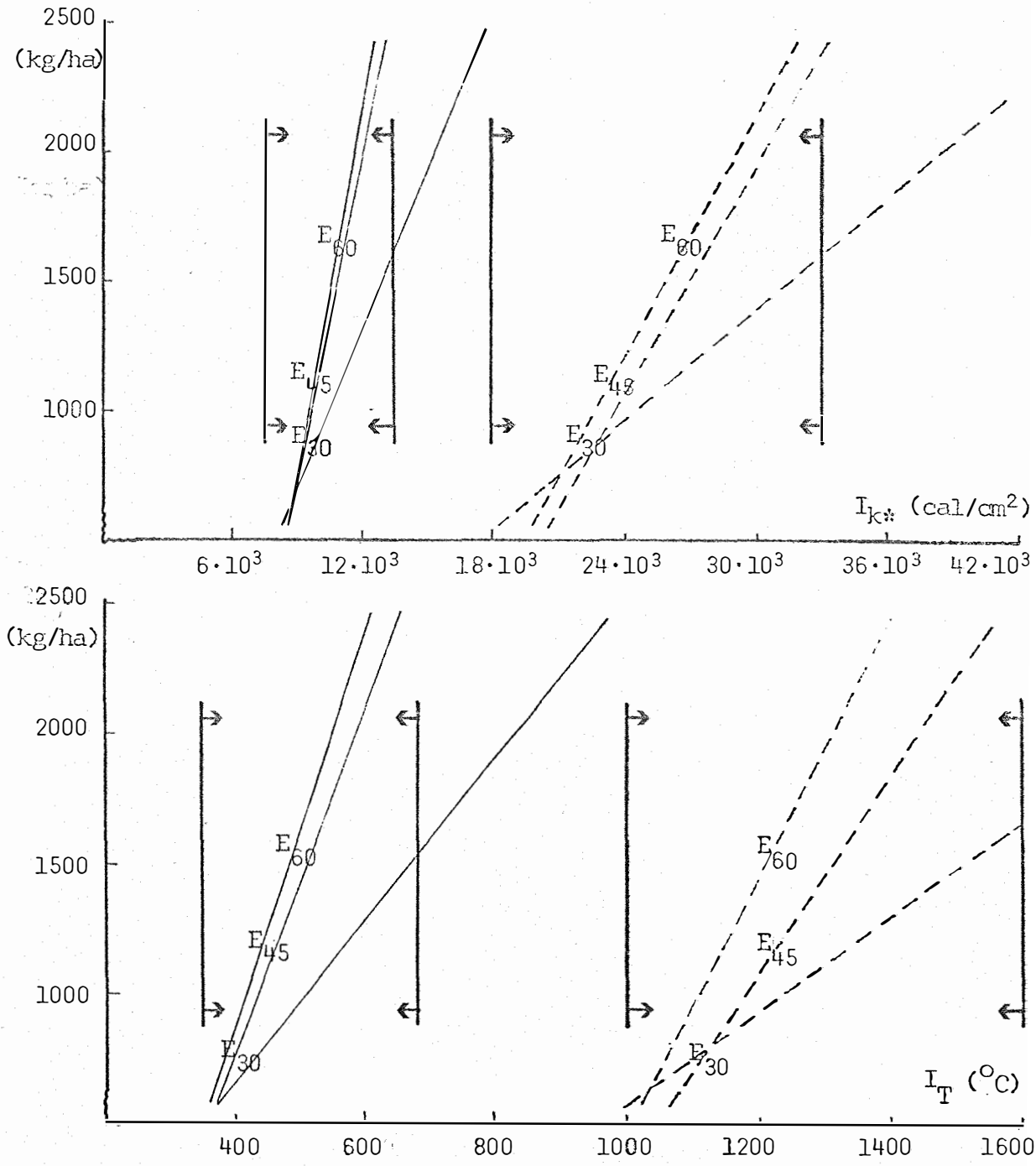
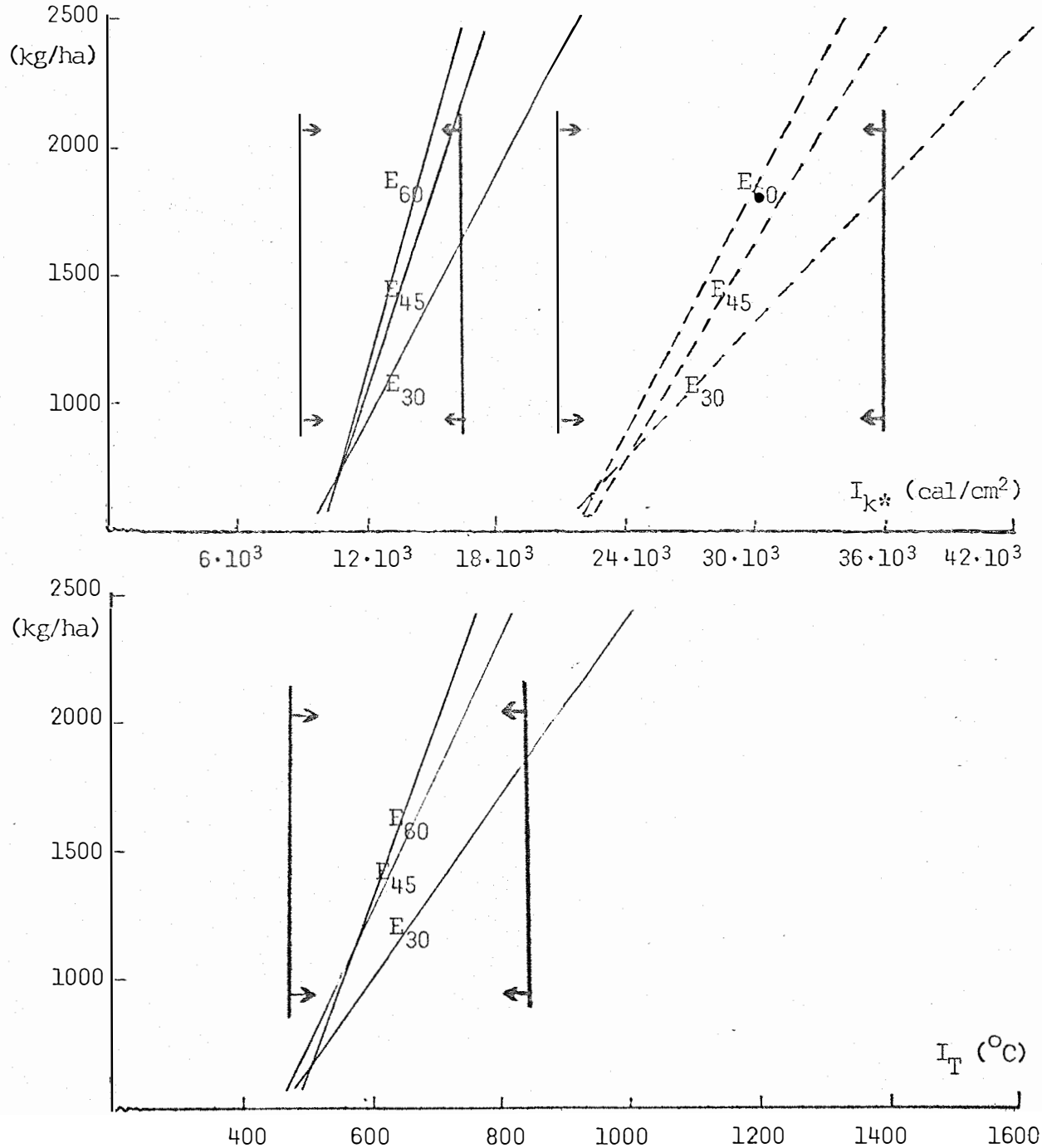


Figura 5. Curva da função produtividade x índice de desenvolvimento (I_{k*} e I_T) para a variedade UFV-1 em três espaçamentos: 30 x 5 (E_{30}), 45 x 5 (E_{45}) e 60 x 5 (E_{60}).

———— : índice referente a 1a. fase

- - - - - : índice referente a 5a. fase



5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A sequência adotada na discussão dos resultados tem por objetivo o estudo das proposições apresentadas na Introdução.

É extensa a bibliografia que critica os métodos de unidades de calor considerando, quase sempre, dois fatores limitantes para estes métodos: a temperatura base e a umidade de solo, onde o primeiro é característico para cada fase e o segundo é incontrolável em condições de campo. O autor, na figura 1, assinala as temperaturas base dentro da variação de temperatura máxima e mínima diárias. Nesta figura observa-se, com facilidade, que as temperaturas base não são fontes de erro no cálculo do índice de desenvolvimento I_T devido ao fato de na maioria dos dias a temperatura máxima e mínima estar no intervalo 10 e 30°C. Na mesma figura a distribuição de precipitação mostra que, durante os ensaios, não ocorreram estiagens prolongadas que pudessem afetar o desenvolvimento das plantas.

A discussão destes resultados tem a finalidade de esclarecer sobre as condições de desenvolvimento do "método" que deve ser simplificado ao ponto de se considerar apenas variável de fácil medida e corrente em qualquer ponto meteorológico. Um exemplo é apresentado por BROWN e CHAPMAN (1960) que desenvolveram equações para precipitações ótima e abaixo

desta ótima sem a introdução do fator disponibilidade hídrica.

O modelo para cálculo de graus-dia foi escolhido com base na bibliografia pertinente que cita 10 e 30°C como as temperaturas bases para a soja.

Quanto ao modelo de índice de desenvolvimento I_{k*} foi aplicada uma equação que considera um albedo de 0,34 para campos cultivados com soja. Este albedo não difere dos apresentados por BLAD e BAKER (1972) para uma cultura de soja que aos 50 dias após o plantio, num espaçamento de 60 x 5cm já apresenta 100% de cobertura do solo.

O índice de desenvolvimento I_D é o mais usado pelos agricultores que, sem uma quantificação exata, concluem que a planta que permanece mais tempo no campo deve produzir mais. Este raciocínio seria totalmente correto, se a planta estivesse programada para apenas sintetizar e quando as condições fossem adversas o material sintetizado seria "protegido". Este índice, apesar de falho, está sendo e será usado até que modelos mais precisos venham substituí-lo.

Pelos resultados encontrados e discutidos o autor concorda com a boa aproximação das condições de campo, quando se aplicam os dados observados em estações meteorológicas, nas estimativas de comportamento de culturas. Estas estimativas devem partir de um embasamento teórico-prático do comportamento da cultura face a algumas variações do tempo. Para a soja BROWN (1960) e BROWN e CHAPMAN (1960) apresentaram modelos de crescimento e EGLI e LEGGETT (1973) modelos de regressão entre produtividade biológica, econômica e índices de desenvolvimento. O autor identifica as fases emergência-início de floração e emergência-maturação fisiológica, como as que melhor se ajustam para a identificação de cultivares devido ao comportamento dos três índices de desenvolvimento para todas as variedades, espaçamentos e épocas. Três fatores podem ser responsáveis por este ajuste:

a) as temperaturas base escolhidas são realmente as ideais para estas fases;

b) os erros na identificação de estágios de desenvolvimento não aconteceram para os limites destas fases;

c) serem estas as fases que melhor identificam a variedade.

A primeira hipótese já foi discutida. A segunda pode ser verdadeira e está associada às dificuldades de se fazer observações fenológicas neste tipo de cultura em condições de campo. A veracidade desta hipótese pode ser observada nos quadros que contém os índices de desenvolvimento por variedade e por época. Quando analisados com detalhes, a variação encontrada em algumas fases é bastante grande. Para a primeira e quinta fases esta variação é menor e tem uma tendência que, com base na bibliografia, poderia ser considerada lógica. Os índices são altos em torno da época "tradicional" de plantio e decrescentes para plantios precoces e tardios. A terceira hipótese é aceita pelo autor e nela estão contidas as outras duas hipóteses sendo vantajosa pela facilidade em se caracterizar estas fases e, principalmente, porque a primeira fase permite uma previsão bastante antecipada do comportamento da planta em termos de produção.

Os dois índices (I_T e I_{k*}) na 1a. e 5a. fases e a produção econômica apresentaram uma mesma tendência, como se pode observar nas tabelas 2 a 9, daí as equações de regressão apresentarem alta correlação que são mostradas nas tabelas de 10 a 13 e nas figuras 2 a 5. Estes resultados específicos para fases confirmam as observações de BROWN e CHAPMAN (1960) de que as relações entre o crescimento e os índices de desenvolvimento são diferentes em cada fase e que a regressão entre a duração da fase em dias x material reprodutivo sintetizado é li-

near (EGLI e LEGGETT, 1973).

Analisando as equações de regressão através dos coeficientes de correlação, e os resultados estatísticos aplicados aos dados de produção observa-se que as variedades se comportaram de formas diferentes dentro de um mesmo espaçamento e que esta diferença se acentua com o aumento da distância entre plantas dentro da mesma época de plantio. Este comportamento é marcado pelo coeficiente angular da equação de regressão e a variedade mais sensível aos elementos estudados é a Paraná. Neste caso uma pequena variação em qualquer dos índices de desenvolvimento adotados afeta, de forma acentuada, a produção. A sensibilidade da soja ao fotoperíodo determina um menor desenvolvimento vegetativo até a época de floração, quando for plantada fora da época "tradicional". Aquela sensibilidade contribui para um florescimento de plantas ainda pouco desenvolvidas e que se comportam como indivíduos e não como comunidade, o que as torna mais suscetíveis às variações do meio. Este raciocínio fundamenta-se também no fato de que as variedades se comportam de forma diferente numa mesma época, diferença que não é observada em torno da época "tradicional" quando todas as variedades têm desenvolvimento suficiente para formar uma comunidade.

Com base na grande variação dos coeficientes das equações de regressão e nos resultados dos testes estatísticos o autor considera perigoso o uso de uma equação única para todos os espaçamentos. As equações devem ser desenvolvidas para variedades, espaçamentos e índices de desenvolvimento: para as variedades a fim de que haja representação das características genéticas ligadas aos hábitos de crescimento, de porte e de sensibilidade as variações do meio; para os espaçamentos porque o nível de comunidade é atingido em populações diferentes em cada variedade e o elemento comunidade é bastante importante para a análise da influência do meio e finalmente para os índices de desenvolvimento porque, pelos resultados

apresentados, vemos que uma mesma produção correlaciona-se de forma diferente, dependendo do índice de desenvolvimento considerado.

6. CONCLUSÕES

Considerando-se os dados apresentados e discutidos o autor conclui que:

1) É possível obter-se boa aproximação nas estimativas de comportamento da cultura de soja em condições de campo a partir de dados obtidos em postos agrometeorológicos e fazendo uso das equações desenvolvidas;

2) O critério usado na caracterização de estágios mostrou ser falho, precisando ser melhorado, pois é grande o efeito devido à subjetividade em algumas fases;

3) O valor dos índices na fase emergência-início de floração mostrou ser um indicativo que caracteriza de forma razoável a produção da variedade;

4) O índice de desenvolvimento I_D nas fases emergência-início de floração se ajusta de forma razoável para a estimativa de produção em todas variedades e espaçamentos;

5) O índice de desenvolvimento I_T nas fases emergência-início de floração e emergência-maturação fisiológica se ajusta de forma aceitável para a estimativa de produção em todas

variedades e espaçamentos;

6) O índice de desenvolvimento I_{k*} nas fases emergência-início de floração e emergência-maturação fisiológica é o que melhor se ajusta para a estimativa de produção para todas variedades e espaçamentos;

7) O melhor índice para estimativa de produção é o de graus-dia na fase emergência-início de floração.

8) Para a variedade UFV-1 as equações com maior coeficiente de correlação são aquelas em que participa o índice de desenvolvimento I_{k*} referente a fase emergência-maturação fisiológica e são as seguintes:

no espaçamento 30 x 5cm $Y = -1245,02 + 0,08\ I_{k*}$ (0,87)

no espaçamento 45 x 5cm $Y = -2570,30 + 0,14\ I_{k*}$ (0,92)

no espaçamento 60 x 5cm $Y = -2972,40 + 0,16\ I_{k*}$ (0,91)

onde Y representa a produção por hectare e o valor entre parênteses o coeficiente de correlação.

9) Para a variedade Viçoja as equações com maior coeficiente de correlação envolvem o índice de desenvolvimento I_T na fase emergência-início de floração e são as seguintes:

no espaçamento 30 x 5cm $Y = -783,64 + 3,66\ I_T$ (0,78)

no espaçamento 45 x 5cm $Y = -1927,56 + 6,69\ I_T$ (0,88)

no espaçamento 60 x 5cm $Y = -2225,79 + 7,63\ I_T$ (0,74)

10) Para a variedade Davis as equações com maior coeficiente de correlação envolvem o índice de desenvolvimento I_{k*} na fase emergência-maturação fisiológica e são as seguintes:

no espaçamento 30 x 5cm $Y = -1226,65 + 0,10\ I_{k*}$ (0,63)

no espaçamento 45 x 5cm $Y = -2486,42 + 0,16\ I_{k*}$ (0,84)

no espaçamento 60 x 5cm $Y = -4202,65 + 0,24\ I_{k*}$ (0,93)

11) Para a variedade Paraná as equações com maior coeficiente de correlação envolvem o índice de desenvolvimento I_T referente a fase emergência-início de floração e são as seguintes:

no espaçamento 30 x 5cm $Y = -2157,34 + 7,15\ I_T$ (0,82)

no espaçamento 45 x 5cm $Y = -2340,78 + 7,87\ I_T$ (0,88)

no espaçamento 60 x 5cm $Y = -3422,95 + 10,5\ I_T$ (0,90)

7. RESUMO

O presente trabalho estuda o comportamento de quatro variedades de soja (Glycine max (L.) Merril) em três populações identificadas por: Paraná (30 x 5), (45 x 5) e (60 x 5); Davis (30 x 5), (45 x 5) e (60 x 5); Viçoja (30 x 5), (45 x 5) e (60 x 5) e UFV-1 (30 x 5), (45 x 5) e (60 x 5), sujeitas às variações de alguns elementos de clima, em dezesseis épocas de plantio.

Os ensaios foram montados na Estação Experimental da Fundação Instituto Agronômico do Paraná localizada numa latitude de 23°23'S, longitude de 51°11'W e altitude de 566 metros no período 24/11/75 a 08/03/76. Foram estudadas as correlações entre os valores de balanço de radiação de onda curta acumulado, graus-dia acumulados e duração de cada fase do desenvolvimento da planta e produção de graus das quatro variedades nas três populações. Os valores acumulados em cada fase são definidos como índices de desenvolvimento.

Foram obtidos valores diferentes para um mesmo índice com as dezesseis épocas de plantio e sua correlação com a produção foi analisada procurando basicamente: a) identificar a fase na qual os índices melhor se correlacionam com a produção; b) identificar o índice que melhor se correlaciona com a produção e c) desenvolver uma equação que permita a estimativa da produção de grãos de soja, a partir de um índice de

desenvolvimento.

Com base nos resultados encontrados o autor conclui que: a diferença de sensibilidade existente entre a variedade nas diversas populações não permite o estabelecimento de uma equação única representativa da produção como função de índice de desenvolvimento; as fases em que os limites melhor se correlacionam com a produção são emergência-início de floração e emergência-maturação fisiológica; o índice de desenvolvimento que melhor se ajusta para equações de estimativa é o que envolve balanço de radiação de onda curta.

8. SUMMARY

A study of four soybean varieties (*Glycine max* (L.) Merril), planted under three densities (30 x 5cm), (45 x 5cm) and (60 x 5cm) was made, considering 16 planting dates in the period from 24/11/75 to 08/03/76.

The experimental field was located in the Estação Experimental da Fundação Instituto Agronômico do Paraná, latitude 23°23'S, longitude 51°11'W and altitude 566 meters.

The author established a regression equation relating the duration of the phenological phases with the accumulated short wave net radiation and degree-day accumulation. The grain production was observed for the four varieties and three planting densities. Accumulated values for each climatic element during the phenological phases were considered as development indices.

Analysing the different index values for the planting dates and the correlation with production data, the author tried:

a) to identify the phenological phase in which the indices showed better correlation with production;

b) to identify the index that showed better correlation

with grain production; and

c) to develop an equation which will permit to estimate the grain production from one of the development indices.

The results of this study showed that the sensibility difference among varieties, planted in three population densities, do not permit the establishment of one equation that represents the production or a function of development index only. It was observed that the best correlation was obtained in the emergence-flowering phase and emergence-maturation phase.

Finally, the author showed that the short wave net radiation was the best development index to estimate grain production.

9. BIBLIOGRAFIA CITADA

ARON, R.H., 1975. A method for estimating the number of hours below a selected temperature threshold. J. Appl. Meteorol. 14(8):1415-1418.

BAIER, W. e G.W.ROBERTSON, 1968. The performance of soil moisture estimates as compared with the direct use of climatological data for estimating crop yields. Agric. Meteorol. 5:17-31.

BASKERVILLE, G.L. e P.EMIN, 1969. Rapid estimation of heat accumulation from maximum and minimum temperatures. Ecology 50(3):514-517.

BASNET, B., E.L.MADER e C.D.NICKELL, 1974. Influence of altitude on seed yield and other characters of soybeans differing in maturity in skkim (Himaloyan Kingdom). Agron. J. 66:531-533.

BERLATO, M.A. e V.R.SUTILI, 1976. Ecologia de Milho. II. Determinação das temperaturas bases dos sub-períodos emergência-pendoamento e emergência-espigamento de 3 cultivares de milho (Zea mays, L.). XXI Reunião Técnica de Milho e Sorgo. Porto Alegre, 20-23 julho, 1976.

BLAD, B.L. e D.G.BAKER, 1972. Reflected radiation from a soybean crop. Agron. J. 64:277-280.

BROWN, D.M., 1960. Soybean ecology. I. Development - temperature relationships from controlled environment studies. Agron. J. 52(9):493-496.

BROWN, D.M., 1976. Heat units for corn in southern Ontario. Ministry of Agriculture and Food. Order nº 75 - 077.

BROWN, D.M. e L.J.CHAPMAN, 1960. Soybean ecology. II. Development - temperature - moisture relationships from studies. Agron. J. 52(9):496-499.

DORNHOFF, G.M. e R.M.SHIBLES, 1970. Varietal differences in net photosynthesis of soybeans leaves. Crop. Sci. 10:42-45.

EGLI, D.B. e J.E.LEGGETT, 1973. Dry matter accumulation patterns in determinate and indeterminate soybeans. Crop. Sci 13: 220-222.

FRANQUIN, P., 1968. Determination of the climatic equations of development in short-day cultivated species. Agronomic significance - Agroclimatological methods. Proceedings of the Reading Symposium/Methodes Agroclimatologiques. Actes du Colloque de Reading. Paris, UNESCO. p. 321-330.

GARNER, W.W. e H.A.ALLARD, 192[illegible]. Effect of the relative length of day and night and other factors of the environment on growth and reproduction in plants. J. Agric. Res. 18:553-606.

HOLMES, R.M. e G.W.ROBERTSON, 1959. Heat units and crop growth. Ottawa (Canadá). Department of Agriculture. Publicação nº 1.042. p. 32.

HOWELL, R.W. e L.C.JACKSON, 1953. Physiological factors affecting composition of soybens. I. Correlation of temperatures during certain portions of the pod filling stage

with oil percentage in mature beans. Agron. J. 45(10):526--527.

HUXLEY, P.A., 1973. Incoming solar radiation and degree-hours of temperature near Kampala, Uganda. Agric. Meteorol. 11: 437-443.

JOHNSON, B.J. e H.B.HARRIS, 1969. Influence of plant population on yield and other characteristics of soybeans. Agro. J. 59:447-450.

KUROIWA, S., 1968. Theoretical evaluation of dry-matter production of a crop canopy under insolation and temperature climate: a summary. Agroclimatological methods. Proceedings of the Reading Symposium/Méthodes Agroclimatologiques. Actes du Colloque de Reading, p. 231-332. Paris, UNESCO.

LINACRE, E.T., 1964. A note on a feature of leaf and air temperature. Agric. Met. 1:66-72.

MAJOR, D.J., D.R.JOHNSON e V.D.LUEDDERS, 1975b. Evaluation of eleven thermal unit methods for predicting soybean development. Crop. Sci. 15:172-174.

MAJOR, D.J., D.R.JOHNSON, J.W.TANNER e I.C.ANDERSON, 1975. Effects of daylength and temperature of soybean development. Crop. Sci. 15:174-179.

MOTA, F.S., 1976. Estimativas da radiação líquida em Pelotas, Rio Grande do Sul. Ciência e Cultura 28(10):1174-1178.

MURATA, Y., 1975. Estimation and simulation of rice yield from climatic factors. Agric. Meteorol. 15:117-131.

NEWMAN, J.E., W.C.COOPER, W.REUTHER, G.A.CAHOON e A.PEYNADO, 1967. Orange fruit maturity and net heat accumulations. p. 127-147. In: R.H.Shaw (ed.), Ground level climatology, Baltimore, The Horn - Shafer Company, 408 p. (Publication

nº 86 of the American Association for Advancement of Science.

NUTTONSON, M.Y., 1948. Some preliminary observations of phenological data as a tool in the study of photoperiodic and thermal riqueriments of various plant material. Vernalization and photoperiodism. A Symposium, p. 129-143. Waltham, Mass., Chronica Botanica.

OLIVEIRA, J.J. e O.G.GOEDERT, 1971. Graus-dias e época de maior produção de aspargo em Pelotas, RS, IPEAS, Ministério da Agricultura - Boletim Técnico nº 72.

PALMER, A.F.E., 1973. Photoperiod and temperature effects on a number of plant characters in several races of maize grown in the field. Plant response to climatic factors. Proceedings of the Uppsala Symposium/Réponse des plantes aux facteurs climatiques. Actes du Colloque d'Uppsala, p. 113-119, Paris, UNESCO.

REATH, A.N. e S.W.WITTWER, 1952. The effects of temperature and photoperiod on the development of pea varieties. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 60:301-310.

RÉAUMUR, R.A.F. de, 1735. Observation du thérmomètre, faites à Paris pendant l'année 1735, comparées avec celles qui ont été faites sous la ligne, à l'Isle de France, à Alger et en qualques - unes de nos isles de l'Amerique. Mém. Acad. des Sci., Paris 1735:545. Citado por Robertson (1973).

ROBERTSON, G.W., 1973. Development of simplified agroclimatic procedures for assessing temperature effects on crop development. Plant response to climatic factors. Proceedings of the Uppsala Symposium/Réponse des plantes aux facteurs climatiques. Actes du Colloque d'Uppsala, p. 327-343, Paris, UNESCO.

ROBERTSON, G.W. e R.M.HOLMES, 1958. A new concept of the measurement of evaporation for climatic purpuses. Assemblé

générale de l'U.I.G.G., Toronto, 1957. III:399-405. Gentbrugge, Association Internationale pour l'Hydrologie Scientifique.

ROBERTSON, G.W., 1968. A biometeorological time scale for a cereal crop involving day and night temperatures and photoperiod. Int. J. Biomet. 12(3):191-223.

SAKAMOTO, C.M. e R.H.SHAW, 1967. Apparent photosynthesis in field soybeans communities. Agron. J. 59:73-75.

TISSERAND, F., 1875. Mémoire sur la végétation dans les hautes latitudes, 217 p. (Mémoires de la Societé Centrale d'Agriculture, 271 p. Citado por Robertson (1973).

TORRIER, J.H. e G.M.BRIGGS, 1955. Effect of planting data on yield and other characteristics of soybeans. Agron. J. 47 (3):210-212.

THORNTHWAITE, C.W. e J.R.MATHER, 1954. Climate in relation to crops. Met. Monogr. 2(8):1-10.

UTAAKER, K., 1968. A temperature - growth index. The respiration equivalent used in climatic studies on the meso-scale in Norway. Agric. Met. 5:351-359.

VALLI, V.J. e C.A.JAWORSKI, 1965. Influence of biometeorological factors in tomato transplant production. Proc. Fla. State Hort. Soc. 78:102-106.

VILLA NOVA, M.J.PEDRO Jr., A.R.PEREIRA e J.C.OMETTO, 1972. Estimativa de graus-dia acumulados acima de qualquer temperatura base, em função das temperaturas máxima e mínima. 30 caderno de ciências da terra, p. 8. Instituto de Geografia, USP.

WALTER, A., 1969. A relationship between incoming solar radiations and degree-hours of temperature. Agric. Met. 6:

435-438.

WANG, J.Y., 1960. A critique of the unit approach to plant response studies ecology, 41(4):785-790.

WARNOCK, S.J. e R.L.ISAACS, 1969. A linear heat unit system for tomatoes in California. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94(6): 677-678.

WENT, F.W., 1956. The role of environment in plant growth. Amer. Scientist 44:378-399.

WILLIANS, G.D.V. e K.H. Mac KAY, 1970. Tables of daily degree - - days above or below any base temperature. Ottawa, Canadá. Department of Agriculture, Publicação nº 1.409, 37 p.

A P Ê N D I C E

QUADRO DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA PRODUÇÃO POR ÁREA

C. VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Variedades (V)	3	16212267,1875	5404089,0625	63,3
Espaçamentos (E)	2	12031789,3229	6015894,6615	70,4
Épocas (D)	15	79877136,9791	5325142,4653	62,4
V x E	6	6329071,0937	1054845,1823	12,3**
V x D	45	20184286,9792	448539,7107	5,2**
E x D	30	4062823,1771	135427,4393	1,58 n.s.
V x E x D	90	7683149,7396	85368,3305	
T o t a l	191	146380524,4791		

D E S D O B R A M E N T O S

C. VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
V d E_1	3	979632,4219	326544,1406	3,82*
V d E_2	3	7238876,1720	2412958,7204	28,26**
V d E_3	3	14322829,6380	4774276,5460	55,92**
Resíduo	90	7683149,7396	85368,3305	

C. VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
E d V_1	2	858176,0417	429088,0209	5,02**
E d V_2	2	1517154,1667	758577,0834	8,88**
E d V_3	2	809954,1667	404977,0834	4,74**
E d V_4	2	15175576,0420	7537788,0210	88,88**
Resíduo	90	7683149,7396	85368,3305	

C. VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
D d V_1	15	32017986,9800	2134532,4653	25,00**
D d V_2	15	30345364,5834	2023024,3056	23,70**
D d V_3	15	26767381,2497	1784492,0833	20,90**
D d V_4	15	10930691,1460	728712,7431	8,54**
Resíduo	90	7683149,7396	85368,3305	

C. VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
V d D_1	3	1180050,0000	393350,0000	4,61**
V d D_2	3	1577456,2500	525818,7500	6,16**
V d D_3	3	261333,3337	87111,1112	1,02 n.s.
V d D_4	3	1802656,2500	600885,4167	7,04**
V d D_5	3	476772,9176	158924,3056	1,86 n.s.
V d D_6	3	1711300,0000	570433,3333	6,68**
V d D_7	3	334672,9167	111557,6389	1,31 n.s.
V d D_8	3	349856,2500	116618,7500	1,37 n.s.
V d D_9	3	2504839,5834	834946,5278	9,78**
V d D_{10}	3	7497122,9167	2499040,9722	29,27**
V d D_{11}	3	1490316,6670	496772,2223	5,82**
V d D_{12}	3	3149789,5830	1049929,8610	12,30**
V d D_{13}	3	3183741,6667	1061247,2222	12,43**
V d D_{14}	3	5736150,0000	1912050,0000	22,40**
V d D_{15}	3	2760002,0833	920000,6944	10,78**
V d D_{16}	3	1675106,2500	558368,7500	6,54**
Resíduo	90	7683149,7396	85368,3305	