

NELSON MACHADO DA SILVA
Engenheiro Agrônomo
Instituto Agronômico - Campinas

ESTUDO DA INFLUENCIA DE FATORES
METEOROLÓGICOS SOBRE O CICLO E
A PRODUÇÃO DO ALGODOEIRO (G.hirsutum L.)

Tese de doutoramento apresentada
à Escola Superior de Agricultura
"Luiz de Queiroz"
da Universidade de São Paulo

PIRACICABA - SÃO PAULO
BRASIL
1972

Dedico
a meus pais,
Marineide, minha esposa,
Lara e Helga, minhas filhas.

AGRADECIMENTOS

Somos especialmente gratos a todas as pessoas que colaboraram na execução deste trabalho, sobretudo às relacionadas a seguir:

Professor Dr. Carivaldo Godoy Jr., pela orientação na pesquisa.

Eng^o Agr^o Dr. Imre Lajos Gridi-Papp, pelas valiosas sugestões apresentadas e constante estímulo.

Eng^o Agr^o Nelson Paulieri Sabino e Toshio Igue, pelo auxílio na computação dos dados.

Eng^o Agr^o Altino Aldo Ortolani e Hilton Silveira Pinto, pelo fornecimento de dados meteorológicos e colaboração no trabalho.

Sr. Francisco Manoel de Mello, pelo auxílio prestado na preparação dos dados.

Srta. Maria Regina de Castro Brochado, pela parte datilográfica.

Sr. Antônio Carlos Micoli, pela parte tipográfica.

INDICE

página

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA	3
2.1. <u>Fase de germinação das sementes</u>	3
2.2. <u>Fase de desenvolvimento inicial das plantas</u>	4
2.3. <u>Fase de florescimento e frutificação</u>	6
3. MATERIAL E MÉTODO	9
3.1. <u>Material</u>	9
3.1.1. 1ª série de ensaios	9
3.1.2. 2ª série de ensaios	11
3.2. <u>Métodos</u>	12
3.2.1. Considerações teóricas	12
3.2.2. Determinação dos períodos mais importantes do ciclo das plantas	12
3.2.2.1. Primeira tentativa	13
3.2.2.2. Segunda tentativa	13
3.2.2.3. Terceira tentativa	14
3.2.2.4. Quarta tentativa	14
3.2.3. Correlações relativas ao ciclo do algodoeiro	15
3.2.4. Determinação de uma Função de Produção a partir de parâmetros meteorológicos	15
3.2.4.1. Estudo no período inicial de desenvolvimento	15
3.2.4.2. Estudo no período de florescimento	16
3.2.4.3. Função de produção	16
3.2.5. Avaliação da Função de produção	16
4. RESULTADOS	18
4.1. Determinação dos períodos mais importantes do ciclo das plantas	18
4.1.1. Primeira tentativa	18
4.1.2. Segunda tentativa	19
4.1.3. Terceira tentativa	21
4.1.4. Quarta tentativa	22

	Página
4.2. <u>Correlações relativas ao ciclo do algodoeiro</u>	23
4.3. <u>Obtenção de uma Função de Produção a partir de parâmetros meteorológicos</u>	24
4.3.1. Estudo no período inicial de desenvolvimento	24
4.3.2. Estudo no período inicial do florescimento	25
4.3.3. Função de produção	25
4.4. <u>Avaliação da Função de produção</u>	26
5. DISCUSSÃO	28
5.1. <u>Interrupção no ciclo das colheitas</u>	28
5.2. <u>Períodos mais importantes do ciclo do algodoeiro</u>	28
5.3. <u>Influência dos parâmetros meteorológicos</u>	30
5.3.1. Correlações simples da produção	31
5.3.2. Análise da regressão múltipla	33
5.3.3. Correlações relativas ao ciclo das plantas	34
5.4. <u>Função de produção</u>	35
5.5. <u>Avaliação da Função de produção</u>	35
6. RESUMO E CONCLUSÕES	37
7. SUMMARY	40
8. BIBLIOGRAFIA CITADA	43
9. APÊNDICE	I-XII

1. INTRODUÇÃO

O algodoeiro anual é cultivado em todo o planalto paulista, onde encontra condições climáticas razoáveis para desenvolvimento e produção. Predominam nas regiões algodoeiras do Estado de São Paulo os tipos de clima Aw, tropical úmido e Cwa, mesotérmico úmido, segundo a classificação de Köppen.

O tipo Aw, mais próprio à cultura, abrange a região norte e noroeste do Estado. Caracteriza-se por apresentar estação chuvosa no verão e seca no inverno; a temperatura do mês mais quente é superior a 22°C e a do mês mais frio superior à 18°C. Ao centro e no nordeste do Estado, predomina o tipo Cwa, que se caracteriza por inverno mais frio, o que não constitui, porém, impedimento ao cultivo do algodoeiro (ORTOLANI e SILVA, 1965).

Embora essas regiões estejam situadas nos limites de transição de clima tropical para sub-tropical, as condições climáticas do planalto satisfazem, em média, às exigências das plantas. Para tanto, há necessidade de se respeitar ocasiões mais próprias à sementeira do algodoeiro (RIGHI, FERRAZ e CORREA, 1965). Na primavera, quando a temperatura está em ascensão e as primeiras chuvas iniciam normalmente a fase de umedecimento do solo, encontra-se condições adequadas para o processo de germinação e de desenvolvimento inicial. A interação luminosidade, calor crescente e umidade, favorece abundante floração. Por fim, na época de maturação e deiscência dos frutos, as chuvas se escasseiam gradativamente e a temperatura torna-se mais amena.

A despeito disto, variações anuais, particularmente dos valores de precipitação com reflexos na temperatura e na luminosidade, são responsáveis pelas maiores oscilações de produtividade e da qualidade do algodão paulista. Torna-se difícil, então, prever com a devida antecipação o volume e a qualidade das safras do Estado, o que seria de inestimável valor na coordenação da exportação do produto.

O presente trabalho relata estudos do relacionamento entre o algodoeiro e as condições ambientais. Teve como

primeiro objetivo, determinar as fases mais importantes do desenvolvimento das plantas. Apresenta, por outro lado, uma tentativa de previsão de produção, em função da variação nos valores dos parâmetros meteorológicos, ocorrida nas fases iniciais do desenvolvimento das plantas. Os resultados de tais estudos, poderão fornecer dados para a seleção de épocas mais adequadas ao plantio do algodoeiro em outras regiões.

2. REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA

É extensa a literatura sôbre o inter-relacionamento da cultura do algodoeiro em suas diferentes fases, com as condições de ambiente. Apesar disto, muitos aspectos continuam conflitantes, em função talvez das condições especiais de cada experimento realizado.

Estudos há, por exemplo, que consideram a influência isolada de um determinado fator sôbre uma dada fase do ciclo das plantas, como: influência da temperatura sôbre o processo de germinação das sementes. Entretanto, em trabalhos mais complexos foi estudada a influência de um ou mais parâmetros climáticos sôbre várias fases do ciclo das plantas ou sôbre o ciclo total.

Para facilidade de exposição, as citações bibliográficas serão grupadas de acordo com a fase correspondente de desenvolvimento do algodoeiro.

2.1. Fase de germinação das sementes

Inúmeros trabalhos relatam os efeitos da temperatura sôbre o processo de germinação das sementes do algodoeiro. BALLS (1915), verificou lentidão no processo em solos a 15°C de temperatura, tendo a germinação dobrado de velocidade entre 20°C e 30°C. CAMP e WALKER (1927), observaram um ótimo por volta de 35°C e, 14°C e 40°C como temperaturas limites. LUDWIG (1932), conseguiu obter germinação à temperatura de 12°C, embora o processo só tenha se acelerado acima de 15°C. Para ARNDT (1945), as temperaturas limites foram de 16°C e 39°C.

HOLEKAMP, HUDSPETH e RAY (1960), em condições de irrigação, obtiveram alta correlação entre a porcentagem de emergência e a média de temperatura do solo, tomada a 20cm de profundidade durante os 10 dias que antecederam ao plantio. GRIDI-PAPP (1965) trabalhando em placas de Petri, conseguiu um máximo de sementes germinadas, aliada à menor incidência

de fungos, entre 26°C e 29°C. WANJURA (1967), notou em condições de irrigação, que a temperatura mínima limite esteve em torno de 18°C. LOMAS e SHASHOWA (1969), trabalhando em condições de campo, determinaram que a temperatura mínima limite do solo foi de 17°C, porém, que germinação aceitável só ocorreu acima de 21°C.

A respeito dos reflexos que uma variação na temperatura do solo, ocorrida durante o processo de germinação, possa ter sobre as fases posteriores de desenvolvimento das plântulas, foram encontradas duas citações importantes. MAUNEY (1966), verificou que a precocidade de florescimento é função das condições ambientais desde a fase de germinação, podendo ser acelerada ou retardada pelas subseqüentes temperaturas noturnas. CHRISTIANSEN e THOMAS (1969), notaram que o início do florescimento atrasou-se em função de baixas temperaturas durante a fase de germinação, o ciclo final alongou-se e houve prejuízo na qualidade do produto colhido.

Quanto ao comportamento de sementes de variedades diferentes, ANDERSON (1971-a) demonstrou que a emergência de variedades tardias foi mais demorada independentemente da temperatura do solo, entretanto algumas diferenças desapareceram até o início do florescimento.

.2. Fase de desenvolvimento inicial das plantas

Nessa fase predominam ainda, os trabalhos sobre a influência da temperatura. BALLS (1915), verificou que em solo à temperatura acima de 37°C, o desenvolvimento inicial do algodoeiro foi prejudicado, devido a auto-intoxicação das plântulas. ARNDT (1937), notou fenômeno semelhante em "seedlings" mantidos em solo à temperatura de 60°C, por uma hora ou à 70°C, por quinze minutos. Esse mesmo autor constatou, por outro lado, murchamento da parte aérea devido ao abaixamento da temperatura do solo (entre 18°C e 10°C). ANDERSON (1971-b) por sua vez, concluiu que a importância das temperaturas máxima diurna e mínima noturna, foi maior durante a fase de germinação do que durante o desenvolvimento inicial do algodoeiro.

Segundo MAUNEY (1966), temperaturas noturnas supe

riores a 28°C, associadas a altas temperaturas diurnas (28°C a 32°C), atrasam o ciclo das plantas. MORAGHAN, HESKETH e LOW (1968), publicaram dados sobre a influencia prejudicial de baixas temperaturas após a emergencia, atrasando o ciclo e diminuindo a área foliar das plantas na fase de "embotoamento". De acordo com LOW, HESKETH e MURAMOTO (1969), regime de altas temperaturas após a emergencia, concorre para elevar o número de nós do ramo principal, atrasando o florescimento. Estes autores, induziram a precocidade em diferentes variedades, mantendo baixo o regime de temperatura diurna/noturna (24°C/19°C), na primeira semana de idade das platinhas. POWELL e AMIN (1969), notaram que plantas jovens estão mais sujeitas à dessecação pelo abaixamento acentuado da temperatura, sendo que os efeitos dessa queda podem se refletir no desenvolvimento posterior das plantas, prolongando o ciclo e diminuindo a produção.

Quanto à influencia de outros fatores, HUXLEY (1964) demonstrou que o crescimento absoluto das platinhas foi maior em máximo de insolação diária. De acordo com MAUNEY (1966), o aumento no comprimento do dia (de 8 horas para 14 ou 24 horas de insolação), diminuiu o efeito inibidor que altas temperaturas noturnas apresentaram sobre o processo de florescimento. Segundo MORAGHAN, HESKETH e LOW (1968) dias curtos, de 7,5 horas de insolação diária, associados a temperaturas baixas, mostraram-se impróprios ao desenvolvimento do algodoeiro. Por outro lado, a importância da umidade do solo é realçada por BROWN (1938). De acordo com esse autor, em condições de saturação do solo em umidade, o desenvolvimento das raízes é bloqueado podendo ocorrer murchamento das plantas em fases posteriores, quando condições atmosféricas incentivarem a evaporação. MULKEY Jr. (1965), verificou que a umidade relativa do ar, entre 50 e 75%, concorreu para diminuir a intensidade de transpiração do algodoeiro, em condições de altas temperaturas.

Sobre o comportamento de variedades, MORAGHAN, HESKETH e LOW (1968), notaram que variedades diferentes (G. hirsutum L. e G. barbadense L.) não reagiram da mesma forma a diversos regimes de temperatura. LOW, HESKETH e MURAMOTO (1969) induziram a precocidade em variedades de G. hirsutum L. com abaixamento de temperatura, mais facilmente do que em va-

riedades de G.barbadense L.

2.3. Fase de florescimento e frutificação

Segundo WADLE, TUGWELL e HUGHES (1965), 80% dos frutos deiscentes nascem de flores abertas no primeiro mes de florescimento. GRIDI-PAPP (1965) indica o primeiro mes de florescimento como a época mais adequada para o melhorista efetuar as operações de cruzamento e autofecundação, uma vez que o índice de pegamento das flores é de 80-90%. Por outro lado, durante o período de deiscencia do fruto, as condições atmosféricas tem influencia maior sobre a qualidade do produto, de acordo com MORRIS (1964).

Também neste capítulo, inúmeros trabalhos relatam a importância da temperatura sobre o desenvolvimento das plantas. Segundo GODOY Jr. (1950), houve correspondencia direta entre produtividade do algodoeiro, na região de Piracicaba, e a relação temperatura média por chuva, nos meses de intenso florescimento. De acordo com HESKETH e LOW (1968), um ótimo de temperatura para a frutificação foi mais baixo do que para crescimento vegetativo, enquanto temperaturas excessivamente altas (30°C) durante a frutificação, provocaram queda acentuada das formações jovens, diminuição do peso de capulho e da porcentagem de fibra. GIPSON e JOHAN (1968), notaram que abaixamentos da temperatura noturna incentivaram o florescimento, enquanto a intensidade de desenvolvimento dos frutos correlacionou-se de forma negativa com a temperatura noturna. POWELL (1969), notou que à temperatura constante de 29,4°C, houve fracasso total na produção de pólen viável, enquanto que à temperatura constante de 32,2°C, não ocorreu fecundação das flores, mesmo sendo utilizados pólenes viáveis. McMAHON e LOW (1972), por sua vez, consideram que sob regime de temperaturas médias em torno de 25°C, aliadas a altas temperaturas máximas (superiores a 32°C), podem prejudicar as plantas mais do que pragas, moléstias ou ervas daninhas.

Outro aspecto interessante, geralmente focalizado, é a influência da temperatura sobre a intensidade de desenvolvimento das fases. MORRIS (1964), determinou alta

correlação ($r = -0,957^{**}$) entre os valores de temperatura máxima, observados durante a frutificação, e o ciclo total da maturação (da antese à deiscência). Segundo GIPSON e JOHAN (1965), o período de frutificação se prolonga em função da queda da temperatura noturna, no intervalo entre 26°C e 10°C. HESKETH e LOW (1968), notaram, também, que temperaturas baixas atrasaram a fase de maturação dos frutos. A resultados semelhantes, chegaram GIPSON e JOHAN (1968) e POWELL (1969). Foram encontrados diversos trabalhos relativos à importância da umidade do solo, na fase de florescimento e frutificação. BALLS (1915), notou que a proporção média normal de "shedding" (45%) das flores, aumentou significativamente com a carência de água no solo. ALBERT e ARMSTRONG (1931), advertem sobre o perigo do excesso de água no solo, condição em que as raízes não se desenvolvem normalmente. De acordo com BROWN (1938), em condições de excessiva seca diminui a atividade fotossintética, enquanto que, em condições de solo saturado, altera-se o funcionamento normal das raízes, podendo ocorrer nos dois casos aumento do "shedding". STOCKTON, DONEEN e WALHOOD (1961), observaram em cultura excessivamente irrigada, aumento na altura das plantas e no "shedding" dos frutos; irrigando escassamente, verificaram restrito desenvolvimento vegetativo e florescimento; tratamento intermediário, possibilitou o necessário equilíbrio, do que resultou maior produção final. RIJKS (1967), resumindo trabalhos efetuados em Uganda, África, considera ser a disponibilidade de água o fator limitante da cultura algodoeira, particularmente na época da sementeação e do intenso florescimento.

Quanto à influência da luminosidade, há uma concordância bastante grande sobre seu efeito benéfico. Segundo DUNLAP (1945), insolação insuficiente incentiva mais o "shedding" do que calor ou seca excessivos. Para CHRISTIDIS e HARRISON (1955), a queda acentuada das formações jovens, notada com frequência após períodos chuvosos, é devida mais à precária insolação do que a efeitos diretos da chuva sobre a flor. De acordo com RIJKS (1967), um aumento na luminosidade diária durante a maturação, diminui a queda dos frutos e aumenta a produção. PALLAS, MICHEL Jr. e HARRIS (1967), notaram que a fotossíntese foi proporcional à intensidade luminosa, em condições de suficiente umidade do solo; caso con-

trário, a ação fotossintética aumentou até certo ponto, caindo acentuadamente a seguir.

Por fim, destacam-se as informações de HESKETH e LOW (1968) sobre o comportamento semelhante de diferentes variedades, quando submetidas a regimes diversos de temperatura após o início do florescimento.

3. MATERIAL E MÉTODO

3.1. Material

3.1.1. 1ª série de ensaios

Foram utilizados dados de ensaio permanente de "Épocas de plantio x Variedades", conduzido durante os anos agrícolas de 1950/51 a 1955/56, em solo Latossolo Roxo, série Chapadão (¹), do Centro Experimental de Campinas, pertencente ao Instituto Agrônomo do Estado.

O município de Campinas localiza-se a 22°53' de latitude sul, 47°04' de longitude oeste, com altitude de 663 metros acima do nível do mar. Na região predomina clima mesotérmico úmido, com estiagem no inverno. As normais climáticas do município são: 15,5°C, de temperatura mínima; 20,6°C de temperatura média; 27,3°C, de temperatura máxima; 1365,1mm anuais de precipitação pluviométrica; 72,4% de umidade relativa do ar e um total de 2567,4 horas de insolação anual. (²)

Na referida série de ensaios, as linhagens IACampinas 817-42/259 RP, IA.7387-24940 e IA.7111-028-16824, originárias respectivamente das variedades americanas Stoneville 2B, Express e Texas Big-Boll (CAVALERI, 1969), foram estudadas em condições de campo, sendo semeadas em quatro distintas épocas: 10 e 30 de outubro, 19 de novembro e 9 de dezembro. Para facilidade de expressão, no texto as linhagens serão tratadas por números, conforme segue: Linhagem nº 1, IACampinas 817; Linhagem nº 2, Express e Linhagem nº 3, Texas.

Adotou-se o delineamento em Parcelas Sub-divididas, sendo que Épocas ocuparam as parcelas e Variedades as sub-parcelas; a distribuição foi em Blocos ao Acaso. A parcela experimental foi formada por oito linhas de 7,00m de comprimento cada, das quais duas de cada lado foram consideradas marginais e, das seis restantes, cada par foi semeado com uma

(¹) Classificação fornecida pela Seção de Pedologia do Instituto Agrônomo de Campinas

(²) Dados relativos ao período compreendido entre 1929 e 1971, fornecidos pela Seção de Climatologia Agrícola do Instituto Agrônomo de Campinas

variedade.

O plantio foi efetuado em covas, distanciadas de 0,20m sendo que as linhas guardaram espaçamento igual a 1,00m. Foi efetuada adubação básica no sulco de plantio que forneceu N, P_2O_5 e K_2O , respectivamente nas doses de 20, 60 e 30 kg/ha.

O desenvolvimento das plantas foi acompanhado com o registro de datas de cada evento importante, como emergência, abertura da primeira flor e deiscência do primeiro fruto. O florescimento foi controlado diariamente, pela contagem de flores amarelas, ou seja, flores abertas no dia, a partir do desabrochar do primeiro botão floral. A colheita foi efetuada semanalmente, a contar da deiscência dos primeiros frutos, sendo conduzida dessa forma até aos últimos capulhos.

No presente estudo foram considerados somente os dados de produção, tendo-se interrompido a contagem das colheitas por volta de 85% do volume total, segundo estudo preliminar efetuado, cujos detalhes serão apresentados posteriormente.

Foram utilizados dados climáticos diários fornecidos pelo posto meteorológico (primeira classe) situado próximo ao local dos ensaios. Seguem as variáveis meteorológicas utilizadas nas diversas fases do estudo:

a) Precipitação pluvial, média diária em mm de chuva, determinada em pluviômetro tipo paulista.

b) Frequência de chuva, calculada pela relação dias de chuva por total do ciclo em dias.

c) Intensidade diária de chuva, em mm, calculada pela relação entre o total de chuva e o número de dias em que houve precipitação.

d) Umidade relativa, média diária em porcentagem, determinada no conjunto de termômetro seco e úmido, à sombra.

e) Luminosidade, ou número de horas de insolação, determinada no heliógrafo, marca R.Fuess, modelo 96C.

f) Temperatura mínima, média diária em graus centígrados determinada por leitura direta no termômetro de mínima, marca R.Fuess, à sombra.

g) Temperatura máxima, média diária em graus centígrados determinada por leitura direta no termômetro de máxima, marca R.Fuess, à sombra.

h) Temperatura média, média diária, em graus cen-

tígrados calculada pela fórmula

$$t_{me} = \frac{t_7 + t_{14} + 2 \times t_{21}}{4}$$

onde t_7 , t_{14} e t_{21} correspondem respectivamente às temperaturas médias registradas às 7, 14 e 21 horas, em termômetro R. Fuess, à sombra.

i) Amplitude de variação da temperatura, em graus centígrados, calculada pela diferença entre a temperatura máxima e a temperatura mínima.

j) Mínima absoluta do período, em graus centígrados.

l) Máxima absoluta do período, em graus centígrados.

m) Deficiência hídrica do solo, média em mm, determinada no cálculo do Balanço Hídrico pelo método de THORNTWAITE e MATHER (1955).

n) Excedente hídrico do solo, média em mm, determinado de forma semelhante à deficiência hídrica.

3.1.2. 2ª série de ensaios

O ensaio de "Épocas de plantio x Variedades" prosseguiu nos anos de 1956/57, 57/58, 59/60, 60/61 e 61/62, mantendo as mesmas características gerais expostas em 3.1.1, com alteração apenas nas variedades. As tres linhagens citadas anteriormente, foram substituídas pelas variedades IAC 8, IAC 10-6114 e IAC 12-58/77, originárias respectivamente da Stoneville 2B, Delta and Pineland e Stoneville 2B x Delfos, conforme NEVES e outros (1969).

Em prosseguimento ao estudo de correlação múltipla entre os parâmetros meteorológicos e a produção do algodoeiro, foram utilizados da presente série de ensaios, dados da Variedade IAC 8.

3.2. Métodos

3.2.1. Considerações teóricas

O produto final do algodoeiro, em quantidade e qualidade, é função de uma série de fatores que atuam a cada momento sobre o desenvolvimento das plantas. Os fatores ambientais, constituem-se em variáveis importantíssimas que, em qualquer fase do desenvolvimento, podem atuar modificando a produção e a qualidade do produto final.

Foi tentado um estudo do relacionamento entre variáveis meteorológicas e o comportamento do algodoeiro cultivado em condições naturais sempre no mesmo local, tendo sido adotados tratos culturais semelhantes nos vários anos de plantio.

Para tanto, admitiu-se uma relação linear entre a produção absoluta e os vários fatores meteorológicos, sendo efetuado estudo de correlação múltipla em computador IBM 1130, pertencente à Universidade Estadual de Campinas, utilizando-se programa idealizado no Instituto Agrônomo. O referido programa forneceu além dos resultados finais da regressão múltipla, os coeficientes de regressão simples e parcial e os coeficientes de correlação simples e parcial, os quais foram usados no selecionamento das variáveis.

Para efeito de correlação, foram considerados os valores de produção e do ciclo das plantas, observados em cada época de sementeira, durante os seis anos de estudo, o que totalizou vinte e quatro observações.

3.2.2. Determinação dos períodos mais importantes do ciclo das plantas

Foi esquematizado um processo gráfico para interrupção do ciclo das plantas, conforme exposto nas curvas médias dos quadros 1, 2 e 3. Na curva das colheitas semanais acumuladas, rebateu-se a tangente no máximo da frutificação (100%); na altura em que essa projeção rebatida tocou a referida curva, foi interrompida a computação das colheitas.

Estabelecido, assim, o final que correspondeu em

média a 85% da produção total, tentou-se determinar os períodos mais importantes das plantas através da produção obtida.

3.2.2.1. Primeira tentativa

Como primeiro passo, projetou-se um estudo entre os valores de produção absoluta da linhagem nº 1, pertencente à primeira série de ensaios, e diversas características meteorológicas, em determinados períodos do ciclo do algodoeiro. Tendo por base datas importantes do desenvolvimento das plantas, como plantio, início do florescimento e colheita final (no caso a correspondente a 85% de produção total), foram experimentados os períodos que seguem discriminados:

a) Período inicial: desde 10 dias antes da sementeação até 23 dias antes do início do florescimento, data que corresponde aproximadamente ao início da meiose dos botões florais (GRIDI-PAPP, 1965).

b) Período da meiose e florescimento: desde 23 dias antes do início do florescimento a 60 dias da colheita final.

c) Período de frutificação e maturação: os 60 dias restantes do ciclo.

d) Ciclo total: compreendendo o período desde 10 dias antes do plantio até à data correspondente a 85% da produção.

Foram utilizadas as variáveis climáticas relacionadas anteriormente em 3.1.1, exceto os dados referentes à amplitude de variação de temperatura.

3.2.2.2. Segunda tentativa

Foi estudada a relação entre os valores de produção absoluta da Linhagem nº 1 e características meteorológicas em sub-divisões dos períodos adotados na etapa anterior. As subdivisões foram efetuadas levando-se em conta datas importantes do ciclo das plantas, como anteriormente. Seguem as fases consideradas nessa etapa do estudo:

a₁) Plantio à emergência: desde 10 dias antes da

semeação até à data de emergência.

a₂) Desenvolvimento inicial: desde a data de emergência até o início teórico da meiose dos primeiros botões florais.

b₁) Início da meiose: 23 dias anteriores ao início do florescimento, até a abertura das primeiras flores.

b₂) Florescimento: desde a data da abertura das primeiras flores até 60 dias antes da produção final.

c₁) Frutificação: desde 60 dias da produção final até 30 dias antes do fim do ciclo.

c₂) Maturação: 30 dias finais do ciclo das plantas.

Foram utilizadas as mesmas variáveis meteorológicas consideradas em 3.2.2.1.

3.2.2.3. Terceira tentativa

Substituindo-se os valores de frequência de chuva pelos de amplitude de variação de temperatura, da série de parâmetros citada em 3.2.2.1, promoveu-se ao estudo de regressão múltipla entre produção das 3 linhagens e as condições meteorológicas observadas durante o período de "Florescimento".

A seguir, efetuou-se subdivisão nesse período, o mais importante do ciclo das plantas, conforme segue:

b₂₁) Primeiro período do florescimento: compreendendo os 21 dias iniciais do florescimento.

b₂₁) Segundo período do florescimento: compreendendo do 21º dia ao 42º dia do início do florescimento.

3.2.2.4. Quarta tentativa

Ainda no período de "Florescimento", foi estudada a influência sobre a produção de três séries de 7 parâmetros climáticos cada, objetivando reduzir o número de variáveis no estudo de regressão múltipla. As variáveis meteorológicas foram combinadas, de modo que em cada série não ocorressem parâmetros interrelacionados pela maneira de determinar cada um, conforme segue:

1ª série: chuva, umidade relativa, luminosidade, temperatura média, amplitude de variação de temperatura, temperatura mínima absoluta e temperatura máxima absoluta.

2ª série: substituição da temperatura média e amplitude de variação de temperatura, da primeira série por temperatura mínima e temperatura máxima.

3ª série: substituição da temperatura mínima, da segunda série por excedente hídrico.

3.2.3. Correlações relativas ao ciclo do algodoeiro

Considerando-se datas do desenvolvimento das plantas da Linhagem nº 1, como plantio, emergência, início de florescimento e colheita final (85% do ciclo), foi efetuado estudo de correlação múltipla entre o comprimento de diversas fases do ciclo do algodoeiro e os parâmetros meteorológicos citados em 3.2.2.3, excetuando-se os valores de intensidade de chuva.

3.2.4. Determinação de uma Função de Produção a partir de parâmetros meteorológicos

3.2.4.1. Estudo no período inicial de desenvolvimento

A importância dos parâmetros meteorológicos foi estudada por etapas, desde 10 dias anteriores ao plantio até 50 dias dessa operação, procurando-se meios de previsão tendo em vista a variação das condições meteorológicas durante o desenvolvimento inicial das plantas. Diferiu do estudo anterior, de determinação das fases mais importantes, quando os períodos variaram de acordo com a época de sementeira e com o ano agrícola.

Foram utilizados os dados de produção absoluta obtidos pela Linhagem nº 1 e as variáveis de clima relacionadas em 3.2.2.3, excetos os valores relativos a intensidade de chuva. Os períodos fixos considerados foram: 10 dias antes do plantio; 10 dias antes, mais 10 dias após; 10 dias antes, mais 20 dias após; 10 dias antes, mais 30 dias após; 10 dias antes

mais 40 dias após e 10 dias antes, mais 50 dias após o plantio.

3.2.4.2. Estudo no período de florescimento

De forma semelhante à citada em item anterior, efetuou-se o estudo por etapas fixas, a partir do início de florescimento, até 60 dias dessa data. Nessa fase, entretanto, foi considerado também o parâmetro intensidade de chuva.

3.2.4.3. Função de Produção

Utilizando-se os fatores meteorológicos mais relacionados à produção em cada período, considerados em sua fase inicial e de florescimento (40 dias fixos), foi formulada uma função de produção, de natureza:

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n),$$

onde $n = 10$, X_1, X_2, X_3, X_4 e X_5 , parâmetros climáticos que se destacaram durante o desenvolvimento inicial e X_6, X_7, X_8, X_9 e X_{10} , parâmetros mais importantes durante os primeiros 40 dias de florescimento. Na seleção dos fatores meteorológicos, foram considerados os altos coeficientes de correlação simples ou parcial, a consistência dos valores dos coeficientes e a independência entre os parâmetros.

3.2.5. Avaliação da Função de Produção

Utilizando-se dados de produção da variedade IAC8 cultivada na segunda série de ensaios, foi testada a eficiência da Função de Produção.

Os valores de produção estimados, ou seja, obtidos pela aplicação da Função de Produção, foram corrigidos tendo em vista a diferença de produtividade entre as variedades. Somou-se, assim, a cada valor de produção estimado, a diferença entre a produção média de IAC 8 e da IA Campinas

Foram calculados os desvios, pela diferença entre os valores observados e os estimados corrigidos. A distribuição dos desvios foi comparada à distribuição normal através do teste qui-quadrado. Os valores de frequência esperada, foram obtidos de tabelas de frequência da distribuição normal. As frequências observadas foram calculadas dividindo os desvios em cinco classes.

4. RESULTADOS

4.1. Determinação dos períodos mais importantes do ciclo das plantas

O processo gráfico adotado para interromper a contagem das colheitas, levou a resultados semelhantes quando aplicado às curvas acumuladas de frutificação ou florescimento, conforme indicado nas figuras 1, 2 e 3.

Para fins demonstrativos, foi apresentado o referido processo em curvas dos valores médios de produção das linhagens estudadas. Entretanto, o processo foi aplicado em cada época dentro dos seis anos. A análise estatística dos dados conduziu a resultados não significativos, tendo sido de 85,2%, 86,1% e 84,9% as médias onde se deveria interromper a computação das colheitas das Linhagens nº 1, nº 2 e nº 3, respectivamente. Adotou-se a média geral, que foi de 85,4 % ou, simplificando, de 85% da produção total.

4.1.1. Primeira tentativa

O quadro 1 registra os valores dos coeficientes de correlação simples e de correlação parcial, obtidos no estudo de regressão múltipla entre os dados de produção da Linhagem nº 1 e os valores das variáveis meteorológicas.

Tendo em vista os valores dos coeficientes de determinação (R^2), a frequência de valores dos coeficientes de correlação significativos, e a magnitude de significância dos mesmos, percebe-se pela análise do quadro em questão, que no período da "Meiose e florescimento" foi mais importante a variação das condições meteorológicas tendo em vista os reflexos sobre a produção final. Seguem em ordem decrescente de importância, os períodos "Inicial" e de "Frutificação e maturação".

No período da "Meiose e florescimento", as características climáticas em questão explicaram 91% da variação dos dados de produção ($R^2 = 0,910$), enquanto explicaram 79 %

($R^2 = 0,794$) e 69% ($R^2 = 0,692$) nos períodos "Inicial" e de "Frutificação e maturação", respectivamente. O valor do coeficiente de determinação ($R^2 = 0,874$) obtido no estudo do "Ciclo total", foi intermediário entre os valores citados anteriormente, explicando, também, uma grande variação dos dados de produção (87%).

No estudo de correlação simples foi obtido significância entre a produção e diversos parâmetros meteorológicos, principalmente no período de "Meiose e florescimento" onde a chuva e excedente hídrico correlacionaram-se de modo positivo e frequência de chuva, luminosidade, temperaturas mínima, média e máxima, temperatura máxima absoluta e deficiência hídrica, correlacionaram-se negativamente.

No estudo de correlação parcial efetuado no período principal, destacaram-se os parâmetros climáticos: luminosidade, temperatura máxima e temperatura máxima absoluta. A primeira e a última correlacionaram-se negativamente, enquanto foi de natureza positiva a correlação entre a temperatura máxima e a produção.

No quadro 3 são apresentadas as médias dos fatores climáticos obtidas por período. Na "Meiose e florescimento", ocorreram os maiores totais de precipitação, as chuvas mais intensas, os mais altos valores de temperaturas e de excedente hídrico. No período "Inicial", ocorreram os mais baixos valores de umidade relativa e os mais altos de deficiência hídrica. Finalmente, houve destaque no período final, de "Frutificação e maturação", para os menores valores de chuva, de temperaturas e excedente hídrico, e maiores valores de luminosidade.

4.1.2. Segunda tentativa

O quadro 2 apresenta os valores e a significância estatística dos coeficientes de correlação simples e parcial, obtidos no estudo da regressão múltipla entre produção absoluta da Linhagem nº 1 e os valores dos parâmetros meteorológicos relacionados em 3.2.2.2, em subdivisões dos períodos de desenvolvimento das plantas considerados anteriormente.

Pela análise dos dados constantes do quadro em

questão, nota-se um ganho de eficiência obtido na subdivisão do período "Meiose e florescimento". Com efeito, no sub-período denominado de "Florescimento", as variáveis climáticas puderam explicar 95% da variação da produção ($R^2 = 0,946$), o que vem demonstrar a importância dessa fase de desenvolvimento do algodoeiro. O estudo foi melhorado, também, nos outros períodos de desenvolvimento das plantas, principalmente no último. Foram obtidos valores significativos dos coeficientes de determinação nos sub-períodos denominados de "Maturação" e de "Desenvolvimento inicial", respectivamente de 0,804 e 0,798 os quais explicaram, em ordem, 80% e 79% das variações da produção.

No estudo de correlação simples, as primeiras fases mostraram-se mais abundantes em valores de coeficientes significativos. No sub-período do "Plantio e emergência", os valores de produção correlacionaram-se positivamente com os dados de umidade relativa e negativamente com luminosidade e temperatura máxima. Na fase subsequente, denominada de "Desenvolvimento inicial", foram obtidos valores significativos no estudo da correlação simples entre produção e temperaturas mínima, média e máxima, todos de natureza negativa. No "Início da meiose", média de chuva correlacionou-se de forma positiva, enquanto as temperaturas mínima, média e máxima e a temperatura máxima absoluta, de forma negativa. No sub-período mais importante, de "Florescimento", a produção correlacionou-se positivamente com os valores média de chuva e excedente hídrico, enquanto a correlação foi de natureza negativa quando se consideraram os parâmetros intensidade diária de chuva e luminosidade.

Na fase de "Florescimento", destacaram-se os parâmetros média diária de chuva, frequência de chuva, temperaturas mínima e máxima, que se correlacionaram positivamente (correlação parcial) com a produção e intensidade diária de chuva umidade relativa, temperatura média, temperatura máxima absoluta, excedente e deficiência hídricos que apresentaram valores negativos de coeficientes de correlação parcial. Na fase do "Plantio à emergência", destacou-se a correlação negativa da luminosidade. Na fase final, de "Maturação", houve efeito positivo da temperatura máxima e do excedente hídrico, enquanto média de chuva, intensidade diária de chuva, lumino-

sidade e deficiência hídrica, correlacionaram-se negativamente com a produção.

O quadro 3, traz as médias dos valores dos parâmetros climáticos obtidos nos períodos estudados. Pela sua análise, percebe-se uma tendência para aumento nos valores médios de chuva, de intensidade diária de chuva, de umidade relativa, de temperaturas em geral e do excedente hídrico do primeiro sub-período até ao de "Florescimento", de um modo gradativo. Tais valores caem abruptamente para os dois últimos sub-períodos, exceção feita aos dados de umidade relativa. A média de luminosidade obtida na fase de "Florescimento" só foi superior à do primeiro sub-período. As médias mais baixas de umidade relativa do ambiente, foram obtidas nas duas primeiras fases do ciclo das plantas. Finalmente, merecem destaque a maior média de luminosidade e a menor de excedente hídrico, ambas obtidas na última fase do ciclo das plantas, a de "Maturação".

4.1.3. Terceira tentativa

Com a substituição dos valores de frequência de chuva por amplitude de variação de temperatura, foi promovida a fase seguinte do estudo de regressão múltipla, cujos resultados são apresentados nos quadros 4, 5 e 6.

Analisando os resultados constantes do quadro 4, percebe-se que a referida alteração nos parâmetros meteorológicos, proporcionou um pequeno ganho de precisão no estudo das três primeiras fases, enquanto levou a uma diminuição dos valores de R^2 nas fases subsequentes (confrontar com quadro 2). A inclusão da amplitude de variação de temperatura entre as variáveis meteorológicas, realçou a importância dos valores gerais de temperatura na segunda fase do ciclo do algodoeiro, a de "Desenvolvimento inicial". Entretanto, na fase de "Florescimento" a inclusão dos novos valores de temperatura transformou completamente a influência da temperatura mínima. De igual forma, tornaram-se não significativos os coeficientes de correlação parcial obtidos para os valores de intensidade diária de chuva, na fase de "Florescimento" e de temperatura máxima, no subperíodo final do ciclo.

As médias obtidas para amplitude de determinação da temperatura nos seis sub-períodos considerados, foram em ordem de 11,69; 11,54; 11,26; 10,80; 11,09 e 11,45°C. Percebe-se que a oscilação da temperatura, em média, diminuiu até à fase do "Florescimento", voltando a crescer para a fase final do ciclo.

Nos quadros 5 e 6 estão registrados os resultados dos coeficientes de correlação simples e parcial obtidos no estudo de regressão múltipla entre os parâmetros meteorológicos e os valores de produção absoluta, respectivamente das Linhagens n^os 2 e 3. Confrontando os resultados constantes desses quadros com aqueles apresentados no quadro 1, nota-se um comportamento muito semelhante das tres linhagens, em função da variação das condições climáticas.

A tentativa de subdividir a fase de "Florescimento", procurando detalhar o estudo no subperíodo mais importante, levou à uma perda significativa de precisão, no estudo de quaisquer das linhagens, razão porque não são apresentados os resultados.

4.1.4. Quarta tentativa

O quadro 7 traz os resultados do estudo de regressão múltipla entre a produção da Linhagem n^o 1 e os parâmetros meteorológicos observados durante o período de "Florescimento", considerados em tres séries distintas, visando diminuir o número de variáveis.

Verificando os valores dos coeficientes de correlação parcial, nota-se a constante influencia da precipitação, sempre concorrendo para aumentar o nível de produção e da temperatura máxima absoluta, reduzindo esse nível.

Pelos valores do coeficiente de determinação (R^2), a melhor combinação obteve-se na terceira série de parâmetros quando foram considerados os valores média de chuva, umidade relativa, luminosidade, temperatura máxima, temperatura mínima absoluta, temperatura máxima absoluta e excedente hídrico.

4.2. Correlações relativas ao ciclo do algodoeiro

No quadro 8 encontram-se os valores e a significância dos coeficientes de correlação simples e parcial, obtidos no estudo de regressão múltipla entre o comprimento de períodos de desenvolvimento das plantas e valores de parâmetros meteorológicos

Analisando os resultados dos coeficientes de determinação (R^2), percebe-se o alto relacionamento do ciclo com as condições climáticas, em qualquer dos períodos considerados, notadamente no de "Florescimento e maturação", quando os coeficientes de correlação simples do comprimento do ciclo, foram altamente significativos. Concorreram para alongar o ciclo os parâmetros umidade relativa, luminosidade, e temperaturas de um modo geral, exceto a mínima e máxima absoluta, que se correlacionaram negativamente. Em importância, segue o período de "Plantio à emergência", onde os parâmetros tiveram comportamento semelhante, a não ser as temperaturas absolutas que aqui concorreram também para alongar o ciclo do algodoeiro. Já no período de "Desenvolvimento inicial", destacaram-se os parâmetros umidade relativa e temperaturas em geral que contribuíram para alongamento do ciclo.

Quanto ao coeficiente de correlação parcial, houve destaque para a umidade relativa que contribuiu para aumentar o comprimento dos três períodos; da temperatura média, aumentando o ciclo no primeiro e terceiro período e da mínima absoluta, concorrendo para um atraso no primeiro.

Quanto à correlação simples entre produção e comprimento dos períodos do ciclo considerados, nenhum resultado significativo foi obtido.

4.3. Obtenção de uma Função de Produção a partir de parâmetros meteorológicos.

4.3.1. Estudo no período inicial de desenvolvimento

O quadro 9 apresenta os valores dos coeficientes de correlação simples e parcial obtidos no estudo de regressão múltipla entre produção e parâmetros climáticos, efetuado em fases fixas do desenvolvimento inicial das plantas.

Pela análise do referido quadro e da figura 4, nota-se que os valores dos coeficientes de determinação (R^2) caem paulatinamente conforme se avança no ciclo, com um pico ascendente por ocasião dos 30 dias da sementeação. Surpreendentemente, o maior valor de R^2 foi obtido na fase correspondente aos 10 dias anteriores ao plantio.

Quanto à influência dos parâmetros meteorológicos, houve destaque para a luminosidade, que em todas as fases correlacionou-se negativamente (correlação simples ou parcial) com a produção. Os coeficientes de correlação simples foram significativos em todas as fases, enquanto os de correlação parcial apenas nas três primeiras. A umidade relativa do ar, correlacionou-se de forma positiva, invariavelmente. Os coeficientes de correlação simples foram sempre altos, e significativos na segunda e terceira fases. Também os coeficientes de correlação parcial foram altos até a quarta fase, tendo alcançado significância estatística na primeira. Os coeficientes obtidos no estudo das temperaturas médias e máxima foram altos, embora significância tenha sido obtida apenas no estudo da correlação simples com a produção, nas quatro últimas fases. Os valores de chuva se correlacionaram de forma negativa com os de produção. No estudo da correlação parcial, foram obtidos os maiores coeficientes, exceto na terceira fase, sendo que houve significância estatística na segunda fase. Finalmente, destacou-se o parâmetro temperatura máxima absoluta, pelas correlações sempre negativas e costumeiramente altas.

4.3.2. Estudo no período inicial do florescimento

Conforme demonstram os resultados do quadro 10 e a curva da figura 4, houve uma tendência contrária aquela obtida no estudo do desenvolvimento inicial. Em outras palavras, os valores do coeficiente de determinação (R^2) aumentaram à medida que se avançou, por etapas fixas, no período de florescimento, com um pico descendente aos 50 dias.

O parâmetro chuva correlacionou-se sempre positivamente com a produção. Coeficientes de correlação simples foram significativos nas quatro últimas fases, enquanto que o coeficiente de correlação parcial alcançou significância apenas na quarta fase. Os coeficientes de correlação obtidos no estudo da umidade relativa do ar foram constantemente altos, tendo alcançado significância (correlação simples) na segunda, quarta e quinta fases. O parâmetro excedente hídrico teve comportamento semelhante ao da chuva, com a diferença que os valores do coeficiente de correlação parcial alcançaram significância na segunda e terceira fases. Finalmente, entre as temperaturas, destacaram as absolutas, mínima e máxima, que invariavelmente se correlacionaram de forma negativa com a produção. A mínima absoluta apresentou valor de coeficiente de correlação simples significativo na primeira fase e a máxima absoluta, valor de coeficiente de correlação parcial significativo na primeira e na quarta fase do florescimento.

4.3.3. Função de Produção

Tendo em vista a tendência das curvas expostas na figura 4 e os valores dos coeficientes de correlação apresentados nos quadros 9 e 10, foram selecionadas as principais variáveis meteorológicas observadas durante os 40 dias iniciais fixos de desenvolvimento das plantas e as mais importantes variáveis durante os 40 dias iniciais fixos do florescimento.

Os parâmetros foram escolhidos tendo em vista não só o valor dos coeficientes de correlação e sua consistência até à quarta fase, assim como a independência entre eles. No período inicial, destacaram-se chuva, umidade relativa, lumi-

nosidade, temperatura média e temperatura máxima absoluta. No período de florescimento foram mais importantes, chuva, umidade relativa, temperatura mínima absoluta, temperatura máxima absoluta e excedente hídrico.

O quadro 11 traz os resultados do estudo de regressão múltipla entre a produção e as variáveis meteorológicas selecionadas nos períodos iniciais do ciclo das plantas. Percebe-se, pela sua análise, que a despeito de um pequeno de crescimento, o valor do coeficiente de determinação (R^2) manteve-se significativo estatisticamente. De acordo com os coeficientes de correlação parcial, houve destaque apenas para o parâmetro luminosidade, que se correlacionou negativamente.

O quadro em questão apresenta, ainda, os valores dos coeficientes de regressão (B) e da constante (A) componentes da seguinte equação de regressão múltipla:

$$Y = 21,1755 - 0,0777X_1 - 0,0804X_2 - 0,3389X_3 - 0,1089X_4 - \\ -0,1791X_5 + 0,0251X_6 - 0,0118X_7 + 0,0683X_8 - 0,1609X_9 + \\ +0,1462X_{10}$$

onde Y representa a produção esperada ($\text{kg}/14\text{m}^2$) e $X_1, X_2, X_3, \dots, X_{10}$ as variáveis meteorológicas conforme seguem: chuva (X_1), umidade relativa (X_2), luminosidade (X_3), temperatura média (X_4) e temperatura máxima absoluta (X_5), observadas durante os 40 dias iniciais fixos de desenvolvimento e, chuva (X_6), umidade relativa (X_7), temperatura mínima absoluta (X_8), temperatura máxima absoluta (X_9) e excedente hídrico (X_{10}), observadas durante os primeiros 40 dias fixos do florescimento.

4.4. Avaliação da Função de Produção

Aplicando-se a equação supra aos dados de produção da variedade IAC 8, cultivada na segunda série de ensaios, foram obtidos os valores estimados e os desvios correspondentes, expostos no quadro 12.

O teste de normalidade dos desvios acusou um va-

lor de qui-quadrado total igual a 0,47, com quatro graus de liberdade, que correspondeu a 97,5% de probabilidade, não sendo significativo. As classes individuais também não acusaram valor de qui-quadrado significativo.

5. DISCUSSÃO

5.1. Interrupção no ciclo das colheitas

Embora o algodoeiro anual apresente um ciclo determinado, que em nosso meio raramente ultrapassa 200 dias, pode em anos excepcionais estender seu ciclo além desse limite.

A colheita nas duas séries de ensaios foi efetuada semanalmente enquanto houvesse um capulho na parcela experimental. Ora, houve caso da colheita ser efetuada no mes de agosto.

Na prática esse fato não ocorre, em parte por não ser compensadora a colheita de pequenas quantidades de algodão, e, em parte também, pelo maior ataque de pragas tardias.

Por essas razões idealizou-se o processo gráfico anteriormente discutido, que indicou o nível de 85% da produção total como o melhor momento para a interrupção das colheitas.

5.2. Períodos mais importantes do ciclo do algodoeiro

Pela divisão efetuada no ciclo total das plantas da linhagem IA.Campinas 817-42/259 RP (nº 1), em tres períodos com aproximadamente 62 dias cada, foi verificado maior relacionamento entre a produção do algodoeiro e as condições ambientais observadas durante o período intermediário. Nessa fase de desenvolvimento ocorre o máximo de florescimento e de pegamento das flores (GRIDI-PAPP, 1965, e WADLE, TUGWELL e HUGHES 1965). Por outro lado, corresponde em nosso meio ao período de maiores precipitações e de máximo calor, conforme dados expostos no quadro 3. Esses dois fatos explicam a importancia do maior relacionamento entre o algodoeiro e os parâmetros climáticos, no terço médio de desenvolvimento das plantas.

Detalhando o estudo, os três períodos foram subdivididos, com o que obteve-se um ganho geral em eficiencia.

No terço médio, por exemplo, determinou-se importância enorme dos fatores meteorológicos no subperíodo de florescimento propriamente dito, ou seja, aquele correspondente a 42 dias da abertura da primeira flor. Pela observação da figura 1, nota-se que tal ponto está entre a sexta e sétima semanas, que corresponde a 65-75% de florescimento, se projetado na curva das acumuladas. Ora, já foi exposto que na fase inicial de florescimento ocorre o desenvolvimento da maior parte das flores que vingam, ou seja, o desenvolvimento desde a divisão celular (meiose) que se dá na fase de botão floral até à abertura da flor propriamente dita (GRIDI-PAPP, 1965). Variações climáticas na ocasião, portanto, devem refletir de forma sensível no estabelecimento da carga das maçãs e tais variações ocorrem, conforme demonstrado no quadro 3. Os valores médios de temperatura, chuva, intensidade de chuva e excedente hídrico do solo crescem de forma gradativa até o subperíodo de florescimento, caindo acentuadamente nas fases finais.

Seguem em importância o subperíodo de "Maturação", pertencente ao terço final do ciclo e o subperíodo de "Desenvolvimento inicial".

Como fase de "Maturação" foram considerados os 30 dias finais do ciclo das plantas. Conforme se vê na figura, seus limites estão entre a décima primeira e a décima sexta semanas de florescimento correspondendo, na curva acumulada da colheita, a 55% do número de frutos colhidos, ou seja à grande proporção da colheita, se considerarmos que essa operação foi interrompida em 85% do total (55% de 85 = 65%). Embora se saiba que nessa fase os problemas com condições adversas devem ser menores, oscilações climáticas de outono - próprias de climas de transição como de boa parte do planalto paulista -, frequentemente afetam a qualidade do produto em muitas vezes o próprio volume de produção (NEVES, 1956). Nota-se pela análise do quadro 3, que as condições meteorológicas foram muito diferentes daquelas observadas, por exemplo, no período de florescimento, com queda acentuada das precipitações e da temperatura, e aumentos na luminosidade e no déficit de água do solo.

Na fase de "Desenvolvimento inicial" das plantas, ou seja, entre a emergência e o início da meiose dos primeiros botões florais (42 dias, em média), ocorreu outro relacio

namento significativo entre a produção e as variáveis meteorológicas. Corresponde ao período de estabelecimento da cultura que deverá determinar não só o número de plantas por área, se considerarmos ter sido normal a germinação, como também deverá estabelecer um equilíbrio entre desenvolvimento radicular e aéreo com reflexos importantes sobre as fases subsequentes (BROWN, 1938). Nessa ocasião, a temperatura encontra-se em fase ascendente enquanto as precipitações, mais abundantes, diminuem sensivelmente o déficit de água do solo conforme valores apresentados no quadro 3.

Estudos análogos foram efetuados para as outras duas linhagens de algodoeiro, que permitiram verificar o comportamento semelhante de todas elas em função das variações climáticas nas diversas fases do ciclo, consideradas. Por essa razão, passou-se a trabalhar apenas com uma das linhagens, a IA.Campinas 817-42/259 RP (nº 1), uma vez que representava a variedade paulista em distribuição à grande lavoura na época dos ensaios em questão.

Uma subdivisão do período de "Florescimento", em duas fases de 21 dias cada, levou à perda de precisão no estudo de regressão múltipla devido, talvez, à menor variação dos fatores climáticos obtidos em fases mais curtas. Entretanto, essa tentativa de detalhar o estudo no período mais importante, foi válida, uma vez que confirmou o comportamento semelhante das três linhagens de algodoeiro. Esse fato condiz com as observações de HESKETH e LOW (1968) e ANDERSON (1971-a) enquanto está em desacordo com MORAGHAN, HESKETH e LOW (1968) LOW, HESKETH e MURAMOTO (1969), que entretanto, trabalharam com variedades de espécies diferentes (Gos. hirsutum L. e G. barbadense L.).

5.3. Influência dos Parâmetros climáticos

Conforme exposto no início, o objetivo principal do trabalho era tentar determinar as fases mais importantes do ciclo do algodoeiro, em função das condições ambientais. Posteriormente pretendia-se estudar a influência individual de cada parâmetro sobre o desenvolvimento das plantas.

Nos primeiros cálculos foi utilizado o máximo pos

sível de fatores climáticos, visando obter os coeficientes de correlação simples, também fornecidos pelo programa utilizado. Apesar do risco que se corre usando número elevado de variáveis para número relativamente pequeno (igual a 24) de observações, em estudo de regressão múltipla (SNEDECOR, 1960), os coeficientes de determinação obtidos em condições diversas (quadro 2, 4, 5, 6 e 7) foram coerentes, discriminando a contento as fases diferentes do ciclo.

No estudo da correlação parcial, foram considerados fatores interdependentes, como deficiência e excedente hídricos juntamente com temperatura média e chuva. Os valores dos dois primeiros parâmetros, foram calculados pelo sistema proposto por THORNTWAITE e MATHER (1948), cuja aplicabilidade às condições do planalto paulista foi demonstrada por CAMARGO (1962). Em seu sistema, THORNTWAITE e MATHER formularam uma complexa equação, baseada em dados de temperatura média diária e da duração do dia, para o cálculo de evapotranspiração potencial, a partir do que foram calculados os valores de deficiência e excedente hídricos.

5.3.1. Correlações simples da produção

Desde a remota fase de germinação, a produção mostrou-se relacionada, de forma positiva, com a umidade relativa e de forma negativa com a luminosidade e com a temperatura máxima. Na literatura consultada muitos trabalhos relatam a importância da temperatura nessa fase, mantendo-se sob condições controladas outros fatores. Entretanto, as informações do comportamento das plantas se restringem ao processo de germinação em si, como em BALLS (1915), CAMP e WALKER (1927) LUDWIG (1932), ARNDT (1945), HOLEKAMP, HUDSPETH e RAY (1960), GRIDI-PAPP (1965), WANJURA (1967), LOMAS e SHASHOVA (1969) e ANDERSON (1971-b), fornecendo escassos elementos do efeito sobre outras fases de crescimento. MAUNEY (1966), por sua vez demonstrou que a precocidade de florescimento inicia-se na fase de germinação, enquanto CHRISTIANSEN e THOMAS (1969) consideraram o efeito da temperatura observada na primeira fase, prolongando-se até à colheita e notaram que o frio precoce não afetou a produção em volume, mas muito em qualidade.

Durante o desenvolvimento inicial das plantinhas, destacou-se o efeito depressivo da temperatura sobre a produção final. A esse respeito, MULKEY Jr. (1965), notou que temperaturas altas incentivaram a transpiração e MAUNEY (1966) verificou acentuado atraso no desenvolvimento de plantas submetidas a temperaturas excessivas. LOW, HESKETH e MURAMOTO (1969), por sua vez, induziram o florescimento com temperaturas baixas na primeira semana de crescimento, enquanto temperaturas altas proporcionaram crescimento excessivo. GIPSON e JOHAN (1968), com abaixamento da temperatura noturna, obtiveram florescimento mais intenso e, em alguns casos, a formação de um maior número de frutos. BALLS (1915) e ARNDT (1937) verificaram anomalias em plantinhas submetidas a excessivas temperaturas durante o seu primeiro desenvolvimento. McMAHON e LOW (1972), indicam que calor excessivo pode prejudicar mais do que pragas, moléstias ou ervas daninhas. Entretanto, MORAGHAN, HESKETH e LOW (1968) demonstraram que a área foliar do algodoeiro relacionou-se diretamente com o regime de temperatura inicial e POWELL e AMIN (1969), indicam que esfriamentos repentinos prejudicam o desenvolvimento e, às vezes, a própria produção.

No primeiro período do florescimento, ou seja, na fase de meiose das primeiras flores, a chuva já influenciou positivamente a produção, enquanto persistiu o efeito depressivo da temperatura.

No período de florescimento mais ativo, quando ocorre a abertura da maior parte das flores e a meiose de grande número delas, a chuva e o excedente hídrico correlacionaram-se negativamente com a produção.

A natureza da relação entre umidade do solo e "shedding" de formações jovens de algodão, é função das condições próprias em que se fazem as observações. BALLS (1915), trabalhando em condições áridas, diminuiu a queda de frutos, e aumentou a produção com uma irrigação moderada. BROWN (1932) e RIJKS (1967), consideram ser a umidade do solo o fator controlador do "shedding", aumentando-o quando em falta ou em excesso. A resultados semelhantes chegaram STOCKTON, DONEEN e WALHOOD (1961). Fase de excessiva seca e de altas temperaturas podem provocar, segundo BROWN (1938), aumento no "shedding" de plantas com sistema radicular débil, formado em

ocasiões muito úmidas. Condições de encharcamento do solo, entretanto, são inteiramente desfavoráveis como demonstram ALBERT e ARMSTRONG (1931). Observação interessante foi efetuada por GODOY Jr., (1950), relativa ao equilíbrio entre, calor e umidade (temperatura média e chuva) na fase de florescimento do algodoeiro.

Quanto à importância da luminosidade na fase de florescimento, os autores são quase unânimes em considerá-lo como fator benéfico: DUNLAP (1945), CHRISTIDIS e HARRISON (1955), HUXLEY (1964), MAUNEY (1966), MORAGHAN, HESKETH e LOW (1968), RIJKS (1967) e PALLAS, MICHEL Jr. e HARRIS (1967). Esses últimos, porém, notaram que a intensidade luminosa proporciona um aumento gradativo na fotossíntese em presença de umidade disponível; quando falta umidade, a fotossíntese cai verticalmente.

A explicação para a influencia negativa da luminosidade no presente caso, pode estar relacionada à disponibilidade de água no solo, uma vez que é um fator diretamente relacionado à temperatura máxima ($r = 0,850^{**}$) e ambos à deficiência hídrica ($r = 0,820^{**}$ e $r = 0,807^{**}$).

No período final de maturação e deiscência, nada de importante se verificou. Com respeito à fase de deiscência, está de acordo com MORRIS (1964).

O parâmetro amplitude de variação de temperatura (diferença entre máxima e mínima diárias), introduzido na terceira tentativa (quadro 4), correlacionou-se significativamente apenas na primeira fase de desenvolvimento e de forma negativa, o que deve estar associado ao efeito da temperatura máxima.

5.3.2. Análise da regressão múltipla

Anteriormente foi citado a limitação que representou o pequeno número de observações, igual a 24, no estudo de regressão múltipla. Deve-se ressaltar, entretanto, que essas observações representam uma combinação de quatro épocas distintas de sementeação, distribuídas de 10 de outubro a 10 de dezembro, em seis anos de cultivo. Com essa combinação, o algodoeiro foi submetido a uma variação maior de vários dos

fatores climáticos durante o seu ciclo, do que se fosse considerada uma determinada data de sementeação durante 24 anos sucessivos.

Outro aspecto do valor relativo do esquema de correlação múltipla considerado, refere-se à natureza das variáveis meteorológicas estudadas. Inicialmente, não foi efetuada prévia seleção dos parâmetros, como conviria para o estudo da regressão múltipla. Alguns fatores considerados representam, na realidade, medidas diferentes do mesmo fenômeno físico, como temperaturas mínima, média e máxima. Também, existem fatores dependentes como excedente e deficiência hídricos, chuva e temperatura média.

A despeito disso, o estudo de regressão múltipla conduziu, na determinação das fases mais importantes do ciclo do algodoeiro, a resultados coerentes quando aplicado a dados de diferentes linhagens (quadro 4, 5 e 6).

Tendo em vista a interdependência entre certos parâmetros e o fato de alguns representarem medidas de fenômeno semelhante, deixamos de discutir os valores absolutos dos coeficientes de correlação parcial, pois ajustar os demais fatores para o estudo de um determinado deles representa uma situação forçada, que só ocorreria artificialmente.

Por essa razão na etapa da determinação dos períodos mais importantes, foram selecionados parâmetros meteorológicos não relacionados pela natureza de determinar cada um (quadro 7). O estudo da regressão múltipla conduziu a resultados finais muito próximos (confrontar quadro 4 e 7), o que reforça a validade do estudo efetuado nessa primeira etapa.

5.3.3. Correlações relativas ao ciclo das plantas.

A influencia dos fatores climáticos sobre a velocidade de desenvolvimento do algodoeiro foi maior do que sobre o volume de produção, conforme indicam os valores dos coeficientes de determinação dos quadros 4 e 8. Entretanto, não se detectou um relacionamento significativo entre o ciclo (total, ou das diversas fases) e a produção (quadro 8).

A umidade relativa concorreu sempre para aumentar o ciclo das plantas, assim como a média das temperaturas. Na

fase do florescimento à maturação, entretanto, os extremos de temperatura (mínima e máxima) influenciaram negativamente a velocidade de desenvolvimento, o que concorda com GIPSON e JOHAM (1965), HESKETH e LOW (1968), GIPSON e JOHAM (1968) e POWELL (1969), quanto à temperatura mínima e discorda de MORRIS (1964) quanto à temperatura máxima.

5.4. Função de produção

A seleção dos parâmetros meteorológicos constantes da Função de Produção apresentada em 4.3.3., foi efetuada não só tendo em vista a consistência e a significância dos valores dos coeficientes de correlação, como também a natureza e independência das variáveis. No período inicial, por exemplo, houve destaque no estudo de correlação para parâmetros temperatura média e temperatura máxima, tendo sido escolhido apenas o primeiro, pois representam medidas de um mesmo fenômeno físico.

Após a seleção dos cinco parâmetros feita em cada período, partiu-se diretamente para o estudo da regressão múltipla de primeiro grau entre a produção e as dez variáveis meteorológicas. Não se tentou selecionar a melhor equação de regressão, como costumeiramente se faz (DRAPER e SMITH 1966), uma vez que a seleção deveria ser feita no estudo conjunto dos dois períodos. Dessa forma, seriam reunidos 23 parâmetros (11 do período inicial, mais 12 do florescimento), enquanto a capacidade do programa utilizado para o computador era de 15 variáveis, apenas.

A função de produção, obtida para dados de uma determinada variedade, cultivada em quatro diferentes épocas de plantio, durante seis anos, é proposta como uma primeira aproximação ao assunto.

5.5. Avaliação de Função de produção

A eficiência da Função de Produção foi testada em dados de outra variedade de algodoeiro, de origem genética co

mum, cultivada no período imediatamente posterior.

Embora o teste qui-quadrado aplicado aos desvios, tenha demonstrado a alta probabilidade de terem sido devidos ao acaso, há valores individuais altos. Para verificar a eficiência da função proposta, podem ser tomados dados mais gerais, como as médias dos valores de produção observados e estimados, calculados por época. Na primeira época foram obtidos os valores 2,81 e 1,55, respectivamente de produção observada e estimada; na segunda época de 2,22 e 1,76; na terceira, de 1,38 e 1,25 e na quarta de 0,69 e 0,76. Exceção feita à primeira época, as diferenças entre as produções nas demais mostram-se bem relacionadas. Em linhas gerais, as produções estimadas indicam que, para a região, a época mais adequada para a sementeira estaria entre 10 e 30 de outubro com um ótimo teórico deslocado para o fim do referido mes.

6. RESUMO E CONCLUSÕES

Utilizando-se dados de experimentos de "Épocas de plantio x Variedades", conduzidos com o algodoeiro durante o período de 1950/51 a 1961/62, em Campinas, Estado de São Paulo, foi estudado o relacionamento entre a produção das plantas e determinadas variáveis meteorológicas, observadas em posto meteorológico de primeira classe, situado próximo à área experimental.

Inicialmente, um estudo de regressão linear múltipla foi conduzido com dados da linhagem IA.Campinas 817-42/259 RP, originada da variedade Stoneville 2B (Goss. hirsutum L.), cultivada no período de 1950/51 a 1955/56. Puderam ser extraídas as seguintes conclusões, nesta etapa:

1. O algodoeiro mostrou-se mais sensível às variações meteorológicas durante a fase inicial do florescimento, que correspondeu ao período mais úmido e quente.

2. Seguiu em importância, a fase de deiscência dos frutos, que correspondeu ao período mais seco e intensamente iluminado, com temperaturas mais amenas.

3. Algum relacionamento significativo foi obtido, também, durante a fase de desenvolvimento inicial das plantas, ocasião em que a temperatura achava-se em ascensão e o solo já umedecido.

Estudos paralelos efetuados com dados das linhagens IA-7387-24940 e IA 71-111-028-16824, originados respectivamente das variedades Express e Texas Big-Boll (Goss. hirsutum L.), conduziram a resultados finais semelhantes.

No estudo da primeira linhagem, foram obtidas as seguintes correlações simples significativas da produção:

1. Positiva com a umidade relativa do ar e negativa com a luminosidade e a temperatura máxima, no período da germinação.

2. Negativa com as temperaturas mínima, média e máxima, observadas na fase de desenvolvimento inicial.

3. Positiva com a chuva e negativa com as temperaturas mínima, média e máxima, na fase de meiose das primeiras flores.

4. Positiva com a chuva e o excedente hídrico do solo e negativa com a frequência de chuva, luminosidade e deficiência hídrica do solo, no período de máximo florescimento.

Quanto ao estudo do comprimento do ciclo das plantas da referida linhagem, destacaram-se as seguintes correlações simples:

1. Positiva com a umidade relativa do ar, em qualquer fase do ciclo das plantas.

2. Positiva com as médias de temperaturas, exceto com a mínima e máxima no período de florescimento e maturação.

Em uma segunda etapa, tentou-se obter dados que possibilitassem meios de previsão de safra. Foram correlacionados dados de produção da primeira linhagem com fatores meteorológicos observados em fases fixas do desenvolvimento inicial. Nos dois períodos mais importantes, o dos 40 primeiros dias fixos de desenvolvimento e o dos 40 dias fixos iniciais do florescimento, foram selecionadas as variáveis mais correlacionadas. Como resultado final do estudo de regressão múltipla, foi proposta a seguinte Função de Produção:

$$Y = 21,1755 - 0,0777X_1 - 0,0804X_2 - 0,3389X_3 - 0,1089X_4 - \\ - 0,1791X_5 + 0,0251X_6 - 0,0118X_7 + 0,0683X_8 - 0,1609X_9 + \\ + 0,1462X_{10}$$

onde Y representa a produção estimada, em $kg/14m^2$; X_1 , X_2 , X_3 e X_4 correspondem, respectivamente, aos valores médios de chuva, umidade relativa do ar, luminosidade e de temperatura média observados durante o desenvolvimento inicial; X_6 , X_7 e X_{10} correspondem, respectivamente, aos valores médios de chuva, umidade relativa do ar e de excedente hídrico do solo, observados durante o florescimento inicial; finalmente, X_5 , representa a temperatura máxima absoluta do primeiro período e X_8 e X_9 , respectivamente, a mínima e a máxima absoluta do segundo período.

A referida Função de Produção, apresentada como uma primeira aproximação no assunto, foi testada com dados

da variedade IAC 8, cultivada durante o período de 1956/57 a 1961/62, dando resultados aceitáveis, cujo valor é brevemente discutido.

7. SUMMARY

The relations between some meteorological variables, measured in a first class weather station located near the experimental area, and cotton yield obtained in field experiments of Planting dates x Varieties, conducted at Campinas, in the State of São Paulo, during the period of 1950/51 to 1961/62, were investigated.

Initially, a multiple linear regression study was carried on with data of IA.Campinas 817-42/259 RP cotton line, a selection of the variety Stoneville 2B (Goss. hirsutum L.) cultivated during the period of 1950/51 to 1955/56. The following was concluded:

1. Cotton plants showed more sensibility to meteorological variations during the initial phase of blooming, which coincided with the warmest and wettest period.

2. In second place of sensibility follows the phase of dehiscence of the bolls, the brightest and driest period, with mild temperatures.

3. Some relations between meteorological factors and yield were found also considering the very beginning of vegetative growth, when temperature is increasing and the soil is already moist.

The same study conducted with IA.7387-24940 and IA.71111-028-16824 cotton lines, respective selections of the varieties Express and Texas Big-Boll (Goss. hirsutum L.), showed similar results.

Using the IA.Campinas 817 line the following significant simple correlation coefficients with yield were obtained:

1. A positive one with relative umidity of the air and negative with solar radiation and maximum temperature during germination.

2. Negative one with average, minimum and maximum temperature in the beginning of vegetative growth.

3. A positive one with rainfall and negative with minimum and maximum temperatures, during meiosis of the first flowers.

4. Positive one with rainfall and water surplus in the soil, and negative with rainfall frequencies, solar radiation and water deficit in the soil during maximum blooming.

As to the study of the influence of meteorological factors on the cycle of the plants several significant linear correlation coefficients were obtained the principal one of which are the following:

1. Positive one with relative umidity of the air in all phases of the plants' cycle.

2. Positive one with the means of temperatures, except with the mean minimum and the mean maximum, during the periods of blooming and maturing of the bolls.

In a following stage, the possibility to establish a linear equation to predict yield was investigated. For such purpose two periods were considered for the meteorological data, the forty days of beginning of vegetative growth, and the inicial forty days of blooming. The most important variables were considered for each period, making up ten meteorological variables. The following function was deduced from the corresponding multiple regression study:

$$Y = 21,1755 - 0,0777X_1 - 0,0804X_2 - 0,3389X_3 - 0,1089X_4 - \\ -0,1791X_5 + 0,0251X_6 - 0,0118X_7 + 0,0683X_8 - 0,1609X_9 + \\ +0,1462X_{10}$$

where \underline{Y} represents the estimated yield, in $\text{kg}/14\text{m}^2$; X_1 , X_2 , X_3 and X_4 , stand, respectively, for the mean of rainfall, relative umidity of the air, solar radiation and the average of temperature, measured during the first period mentioned above; X_6 , X_7 and X_{10} are respectively, the mean daily rainfall, the relative umidity of air and water surplus of the soil measured during the initial phase of blooming; finally, X_5 represents the absolute maximum temperature, measured during the first period and X_8 and X_9 represent respectively the absolute minimum and the absolute maximum temperatures, measured during the second period.

This function, proposed as a first approach to the matter was tested using data of the years 1956 to 1962, and checking with yields presented by IAC 8 in these years. The

results were acceptable and are briefly discussed.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- ALBERT, W.B. e ARMSTRONG, G.M., 1931. Effects of high soil moisture and lack of soil aeration upon fruiting behaviour of young cotton plants. *Plant Physiol.* 6:585-591.
- ANDERSON, W.K., 1971-a. Responses of five cotton varieties to two field soil temperature regimes at emergence. *Cot. Grow. Rev.* 48:42-50.
- _____, 1971-b. Emergence and early growth response of cotton to controlled temperature regimes. *Cot. Grow. Rev.* 48:104-115.
- ARNDT, C.H., 1937. Water absorption in the cotton plant as affected by soil and water temperature. *Plant Physiol.* 12:703-720.
- _____, 1945. Temperature growth relations of the roots and hypocotyls of cotton seedlings. *Plant Physiol.* 20:200-220.
- BALLS, W.L., 1915. The development and properties of raw cotton. London, A. & C. Black Ltd. 221p.
- BAYER, W.H., 1967. Handbook of tables for probability and statistics. Cleveland, Ohio, The Chemical Rubber Co.
- BROWN, H.B., 1938. Cotton. 2^o ed. New York, McGraw-Hill Book Co.
- CAMP, A.F. e WALKER, M.N., 1927. Soil temperature studies with cotton. Florida, Agric. Exp. Sta. 32p. (Bull. 189)
- CAMARGO, A.P., 1962. Contribuição para a determinação da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo. *Bragantia*, 21(12):163-213.
- CAVALERI, P.A., 1965. IV-A Semente. In: *Cultura e Adubação do Algodoeiro*. São Paulo, Inst. Bras. de Potassa, p.162-219.
- CHRISTIANSEN, M.N. e THOMAS, R.O., 1969. Season long effects of chilling treatments applied to germinating cotton seed. *Crop Sc.*, 9:672-673.
- CHRISTIDIS, B.G. e HARRISON, G.J., 1955. Cotton growing problems. New York, McGraw-Hill Book Co. 633p.
- DRAPPER, N.R. e SMITH, H., 1966. Selecting the "best" regression equation. In: *Applied Regression Analyses*, John Wiley & Sons, Inc.

- DUNLAP, A.A., 1945. Fruiting and shedding of cotton in relation to light and other limiting factors. Texas, Agric.Exp.Sta., bull. 677.
- GIPSON, J.R., 1965. Influence of night temperature on cotton fiber development and maturity. Proc.of Seventeenth An.Cot.Impr.Conf., Atlanta, Ga. 12-13:94-95.
- _____, e JOHAN, H.E., 1968. Influence of night temperature on growth and development of cotton (Goss. hirsutum L.) I- Fruiting and boll development. Agron.J. 60: 292-295.
- GODOY, Jr., C., 1950. Período crítico para o algodoeiro no clima paulista. Rev. Agric. 25(11-12):329-336.
- GRIDI-PAPP, I.L., 1965. III- Botânica e Genética. In: Cultura e Adubação do Algodoeiro. São Paulo, Inst.Bras. de Potassa, p.117-160.
- HESKETH, J.D. e LOW, A., 1968. Effect of temperature on components of yield and fibre quality of cotton varieties of diverse origin. Cot.Grow.Rev. 45:243-257.
- HOLEKAMP, E.R., HUDSPETH, E.B. e RAY, L.L., 1960. Soil temperature - a guide to timely cotton planting. Texas, Agric.Exp.Sta., Misc.Publ. 465, 7p.
- HUXLEY, P.A., 1964. Some effects of artificial shading on the growth of Upland cotton seedlings. Emp.Cot. Grow. Rev., 41:100-111.
- LOMAS, J. e SHASHOUA, Y., 1969. Influence of soil temperature on emergence of cotton seedlings under field conditions. Cot.Grow.Rev. 46:174-180.
- LOW, A., HESKETH, J. e MURAMOTO, H. 1969. Some environmental node number of the first fruiting branch. Cot. Grow. Rev. 46:181-188.
- LUDWIG, C.A., 1932. The germination of cotton seed at low temperature. J.Agric.Res. 44(4):367.
- MAUNEY, J.R., 1966. Floral initiation of upland cotton Goss. hirsutum L., in response to temperatures. J.Exp.Bot. 17:452-459.
- McMAHON, J. e LOW, A., 1972. Growing degree days as a measured of temperature effects on cotton. Cot.Grow.Rev. 49:39-49.
- MORAGHAN, B.J., HESKETH, J. e LOW, A., 1968. Effects of temperature and photoperiod on floral initiation among

- strains of cotton. Cot.Grow.Rev. 45:91-100.
- MORRIS, D.A., 1964. Variation on the boll maturation period of cotton. Emp.Cot.Grow.Rev. 41:114-123.
- MULKEY, Jr., J.R., 1965. The role of light quality, air temperature and relative humidity on transpirational water losses of cotton plants. Proc. of Seventeenth Ann. Cot. Imp.Conf., Atlanta, Ga., 12-13:93.
- NEVES, O.S., 1956. Clima e Solo. Instruções técnicas. Campinas, Instituto Agronômico. (mimeografado).
- ORTOLANI, A.A. e SILVA, N.M., 1965. VI- Clima das zonas algodoeiras do Brasil. In: Cultura e Adubação do Algodoeiro. São Paulo, Inst.Bras.de Potassa. p.235-253.
- PALLAS, J.E., MICHEL Jr., B.E. e HARRIS, D.G., 1967. Photosynthesis, transpiration, leaf temperature and stomatal activity of cotton plants under varying water potentials. Plant Physiol. 42(1):76-88.
- POWELL, R.D., 1969. Effect of temperature on boll wet and development of Goss. hirsutum L.. Cot.Grow.Rev.46:29-36
- _____, AMIN, J.V., 1969. Effect of chilling temperatures on the growth and development of cotton. Cot.Grow. Rev. 46:21-28.
- RIGHI, N.R., FERRAZ, C.A.M. e CORREA, D.M., 1965. VII- Cultura. In: Cultura e Adubação do Algodoeiro. São Paulo Inst.Bras.de Potassa. p.255-318.
- RIJKS, D.A., 1967. Optimum sowing date for yield: a review of work in the BP 52 cotton area of Uganda. Cot. Grow. Rev., 44:247-256.
- SNEDECOR, G.W., 1950. Statistical methods. Ames, Iowa, The Iowa State College Press. 485p.
- STOCKTON, J.R., DONEEN, L.D. e WALHOOD, V.T., 1961. Boll shedding and growth of the cotton plant in relation to irrigation frequency. Agron. J. 53(4):272-275.
- THORNTHAITE, C.W., e MATHER, J.R., 1955. The water balance publications in climatology. vol. VIII, nº 1. Centerton, N.S. 104p.
- WADLE, B.A., TUGWELL, N.P. e HUGHES, C., 1965. Factors affecting fruiting and quality of cotton Arkansas. Proc. of Seventeenth An. Cot.Improv.Conf., Atlanta, Ga, 12-13:55-69.
- WANJURA, D.F., 1967. Temperature emergence of cotton seed under natural diurnal fluctuation. Agron.J. 59:217-219.

A P Ê N D I C E

Quadro 1. Coeficientes de correlação simples e parcial, obtidos na primeira tentativa do estudo de regressão linear múltipla entre dados de produção absoluta (kg/parc.) da linhagem de algodoeiro IA.Campinas 817-42/259 RP (nº 1) e valores de parâmetros meteorológicos, visando estabelecer as principais fases do desenvolvimento das plantas

PARÂMETROS METEOROLÓGICOS	P E R Í O D O S			
	a	b	c	d
	Inicial	Meiose e florescimento	Frutifi- cação e Maturação	ciclo total
	Correlação		Simples	
1- Chuva	-0,255	0,655**	0,198	0,492*
2- Freq. de chuva	0,133	-0,668**	0,075	-0,680**
3- Int.de chuva	-0,325	0,242	0,156	0,105
4- Umid.Relativa	0,224	0,356	0,012	0,329
5- Luminosidade	-0,473*	-0,487*	0,092	-0,582**
6- Temp. mínima	-0,381	-0,461*	0,161	-0,043
7- Temp. média	-0,489*	-0,488*	0,160	-0,231
8- Temp. máxima	-0,591**	-0,419*	0,338	-0,173
9- Min. absoluta	-0,091	-0,058	0,070	-0,034
10- Max. absoluta	-0,349	-0,507*	0,293	-0,428*
11- Def. hídrica	-0,085	-0,477*	0,124	-0,222
12- Exc. hídrico	-0,168	0,557*	0,378	0,496*
Coef. de det. (R^2)	0,794	0,910	0,662	0,874
Valores de "F"	3,53*	9,27**	1,79	6,34**
	Correlação		Parcial	
1- Chuva	-0,064	-0,201	-0,291	-0,363
2- Freq. de chuva	0,204	-0,447	0,099	0,106
3- Int.de chuva	-0,129	0,251	0,180	-0,067
4- Umid. relativa	-0,083	-0,356	-0,259	-0,383
5- Luminosidade	-0,105	-0,555*	-0,228	-0,728**
6- Temp. mínima	0,123	-0,268	-0,056	0,140
7- Temp. média	-0,033	-0,059	-0,165	0,027
8- Temp. máxima	-0,214	0,715**	0,426	-0,047
9- Min. absoluta	0,249	-0,251	0,030	0,351
10- Max. absoluta	-0,307	-0,574*	0,124	0,003
11- Def. hídrica	0,149	0,090	-0,363	0,452
12- Exc. hídrico	0,089	0,382	0,369	0,667*

* Significativo ao nível de 5%

** Significativo ao nível de 1%

Quadro 2. Coeficientes de correlação simples e parcial obtidos na segunda tentativa do estudo de regressão linear múltipla entre dados de produção absoluta (kg/parc.) da linhagem de algodoeiro IA Campinas 817-42/259 RP (Nº 1) e valores de parâmetros meteorológicos, visando estabelecer as principais fases do desenvolvimento das plantas

PARÂMETROS METEOROLÓGICOS	P E R Í O D O S					
	a ₁	a ₂	b ₁	b ₂	c ₁	c ₂
	Plantio à emer- gência	Desenvol- vimento inicial	Início da meiose	Flores- cimento	Frutifi- cação	Deis- cência
	Correlação			Simples		
1- Chuva	-0,067	-0,291	0,404*	0,561**	0,286	-0,024
2- Freq.de chuva	-0,163	0,383	-0,301	-0,501*	0,017	0,115
3- Int.de chuva	-0,309	-0,207	0,183	0,089	0,316	-0,168
4- Umid.relativa	0,462*	-0,006	0,245	0,378	0,217	-0,090
5- Luminosidade	-0,658**	-0,081	-0,370	-0,409*	-0,019	0,123
6- Temp.mínima	-0,111	-0,466*	-0,561**	0,031	0,173	0,118
7- Temp.média	-0,357	-0,483*	-0,547**	-0,281	0,169	0,138
8- Temp.máxima	-0,548**	-0,432*	-0,450*	-0,230	0,257	0,330
9- Min.absoluta	-0,011	-0,311	-0,205	-0,025	0,112	0,082
10- Max.absoluta	-0,186	-0,330	-0,420*	-0,372	0,301	0,224
11- Def.hídrica	-0,088	-0,011	-0,326	-0,430*	0,051	0,138
12- Exc.hídrico	-0,199	-0,140	0,353	0,549**	0,394	0,039
Coef.de det. (R ²)	0,743	0,798	0,664	0,946	0,611	0,804
Valores de "F"	2,65	3,63*	1,81	16,00**	1,44	3,76*
	Correlação			Parcial		
1- Chuva	-0,270	0,196	0,227	0,850**	-0,324	-0,644*
2- Freq.de chuva	-0,021	0,485	-0,026	0,744**	0,536	0,293
3- Int.de chuva	-0,063	-0,445	-0,002	-0,785**	0,233	-0,635*
4- Umid.relativa	0,220	-0,404	0,167	-0,706**	0,120	0,418
5- Luminosidade	-0,619*	0,279	-0,202	0,423	-0,264	-0,663*
6- Temp. mínima	-0,278	0,430	-0,547	0,681*	-0,202	-0,413
7- Temp. média	0,223	-0,449	0,289	-0,786**	0,187	0,083
8- Temp. máxima	0,014	-0,317	0,066	0,779**	0,194	0,809**
9- Min.absoluta	0,157	0,320	0,393	0,495	0,180	-0,081
10- Max.absoluta	-0,123	-0,053	-0,034	-0,902**	0,007	0,375
11- Def.hídrica	-0,046	-0,077	-0,065	-0,656*	-0,106	-0,610*
12- Exc.hídrico	0,305	-0,137	-0,182	-0,709**	0,468	0,650*

* Significativo ao nível de 5%

** Significativo ao nível de 1%

Quadro 3. Médias dos valores das variáveis meteorológicas, obtidas por período, nas duas primeiras tentativas do estudo de regressão linear múltipla entre dados de produção absoluta (kg/parc.) da linhagem de algodoeiro IA.Campinas 817-42/256 RP (Nº 1) e valores das variáveis meteorológicas, visando estabelecer as principais fases do desenvolvimento das plantas

PARÂMETROS METEOROLÓGICOS	P E R Í O D O S					
	a	b	c	d		
	Inicial	Meiose e Flo rescimento	Frutificação e Maturação	Ciclo total		
Primeira tentativa						
1- Chuva	5,70	6,67	3,38	5,32		
2- Freq.de chuva	2,65	22,29	4,62	2,66		
3- Int.de chuva	14,52	14,91	10,61	13,97		
4- Umid.relaviva	70,3	73,5	73,7	72,5		
5- Luminosidade	6,86	6,80	7,27	6,95		
6- Temp. mínima	17,40	18,82	16,32	17,57		
7- Temp. média	22,53	23,59	21,30	22,52		
8- Temp. máxima	28,98	29,76	27,59	28,80		
9- Min.absoluta	13,00	14,63	10,32	9,60		
10- Max.absoluta	34,22	34,19	32,38	34,63		
11- Def.hídrica	0,61	0,43	0,47	0,49		
12- Exc.hídrico	2,11	3,09	1,15	2,14		
Média em dias	62,8	65,3	60,0	188,1		
Segunda tentativa						
1- Chuva	a ₁	a ₂	b ₁	b ₂	c ₁	c ₂
	Plantio ã emer- gencia	Desenvol vimento inicial	Início da meiose	Flores- cimento	Frutifi cação	Ciclo total
1- Chuva	4,68	6,25	6,38	6,87	4,19	2,56
2- Freq.de chuva	0,31	0,39	0,40	0,43	0,25	0,14
3- Int.de chuva	13,54	14,96	14,44	15,32	11,32	9,07
4- Umid.relaviva	69,6	70,9	72,3	74,4	74,3	73,0
5- Luminosidade	6,48	7,03	7,08	6,65	7,15	7,38
6- Temp. mínima	16,80	17,73	18,60	18,93	17,23	15,43
7- Temp. média	21,95	22,85	23,57	23,56	22,08	20,52
8- Temp. máxima	28,48	29,22	29,83	29,70	28,31	26,87
9- Min.absoluta	13,29	14,14	15,73	15,50	12,88	11,02
10- Max.absoluta	33,17	33,92	33,59	33,92	32,34	30,57
11- Def. hídrica	0,81	0,51	0,46	0,42	0,39	0,52
12- Exc.hídrico	1,13	2,66	2,87	3,24	1,70	0,64
Média em dias	21,1	41,8	23,0	42,3	30,0	30,0

Quadro 4. Coeficientes de correlação simples e parcial, obtidos na terceira tentativa do estudo de regressão linear múltipla entre os dados de produção absoluta (kg/parc.) da linhagem de algodoeiro IACampinas 817-42/259 RP (nº 1) e os valores dos parâmetros meteorológicos, visando estabelecer as principais fases do desenvolvimento das plantas

PARÂMETROS METEOROLÓGICOS	P E R Í O D O S					
	a ₁ Plantio à emer- gência	a ₂ Desenvol- vimento inicial	b ₁ Início da meiose	b ₂ Floresci- mento	c ₁ Frutifi- cação	c ₂ Deis- cência
	Correlação Simples					
1- Chuva	-0,067	-0,290	0,404*	0,561**	0,286	-0,024
2- Int.de chuva	-0,309	-0,207	0,183	0,089	0,316	-0,168
3- Umid.relativa	0,462*	-0,006	0,245	0,378	0,217	-0,090
4- Luminosidade	-0,657**	-0,081	-0,370	-0,409*	-0,019	0,123
5- Temp.mínima	-0,111	-0,466*	-0,561**	0,031	0,172	0,118
6- Temp. média	-0,357	-0,483*	-0,547**	-0,281	0,169	0,138
7- Temp.máxima	-0,548**	-0,432*	-0,450*	-0,230	0,257	0,329
8- Amp.var.temp.	-0,480*	-0,024	-0,154	-0,357	0,146	0,331
9- Min.absoluta	-0,011	-0,311	-0,205	-0,025	0,112	0,082
10- Max.absoluta	-0,186	-0,330	-0,419*	-0,372	0,301	0,224
11- Def.hídrica	-0,088	-0,011	-0,326	-0,430*	0,050	0,138
12- Exc.hídrico	-0,199	-0,140	-0,353	0,549**	0,394	0,039
Coef.de det.(R ²)	0,765	0,853	0,761	0,928	0,481	0,786
Valores de "F"	2,98*	5,33*	2,92*	11,87**	0,85	3,36*
	Correlação Parcial					
1- Chuva	-0,348	-0,461	0,352	0,759**	-0,333	-0,597*
2- Int.de chuva	-0,117	0,376	-0,074	0,173	0,179	-0,609*
3- Umid.relativa	0,143	0,223	0,360	-0,640*	0,195	0,345
4- Luminosidade	-0,637*	0,086	-0,165	0,225	-0,211	-0,597*
5- Temp.mínima	-0,379	0,688**	0,391	-0,181	0,122	-0,100
6- Temp. média	0,209	-0,115	0,310	-0,694**	0,149	0,081
7- Temp.máxima	0,293	-0,671*	-0,525	0,735**	-0,186	0,167
8- Amp.var.temp.	-0,295	0,666*	0,538	-0,639*	0,222	0,013
9- Min.absoluta	0,204	0,645*	0,368	0,234	0,101	-0,067
10- Max.absoluta	-0,057	-0,119	0,086	-0,861**	0,198	0,318
11- Def.hídrica	-0,105	0,497	-0,014	-0,435	-0,029	-0,521
12- Exc.hídrico	0,200	0,092	-0,120	-0,574*	0,391	0,640*

* Significativo ao nível de 5%

** Significativo ao nível de 1%

Quadro 5. Coeficientes de correlação simples e parcial, obtidos na terceira tentativa do estudo de regressão linear múltipla entre os dados de produção absoluta (kg/parc.) da linhagem de algodoeiro, IA 7387-24940 (Nº 2) e os valores dos parâmetros meteorológicos, visando estabelecer as principais fases do desenvolvimento das plantas

PARÂMETROS METEOROLÓGICOS	P E R Í O D O S					
	a ₁	a ₂	b ₁	b ₂	c ₁	c ₂
	Plantio à emer- gência	Desenvol- vimento inicial	Início da meiose	Flores- cimento	Frutifi- cação	Deis- cência
	Correlação			Simples		
1- Chuva	-0,024	-0,224	0,401	0,596**	0,255	-0,094
2- Int.de chuva	-0,296	-0,209	0,186	0,125	0,261	-0,201
3- Umid.relativa	0,516**	0,086	0,285	0,458*	0,272	-0,106
4- Luminosidade	-0,685**	-0,177	-0,381	-0,458*	-0,031	0,153
5- Temp.mínima	-0,081	-0,415*	-0,561**	-0,033	0,110	0,012
6- Temp. média	-0,368	-0,500*	-0,602**	-0,344	0,086	0,029
7- Temp. máxima	-0,541**	-0,468*	-0,493*	-0,302	0,169	0,230
8- Amp.var.temp.	-0,494*	-0,112	-0,202	-0,408*	0,116	0,379
9- Min.absoluta	0,013	-0,284	-0,181	-0,098	0,049	-0,038
10- Max.absoluta	-0,187	-0,367	-0,453*	-0,447*	0,195	0,119
11- Def.hídrica	-0,102	-0,055	-0,364	-0,500*	0,055	0,155
12- Exc.hídrico	-0,192	-0,074	0,379	0,596**	0,374	0,018
Coef.de det.(R ²)	0,759	0,846	0,689	0,931	0,436	0,799
Valores de "F"	2,89*	5,04**	2,03	12,34**	0,71	3,64*
	Correlação			Parcial		
1- Chuva	-0,248	-0,378	0,163	0,780**	-0,279	-0,639*
2- Int.de chuva	-0,206	0,251	-0,097	0,081	0,148	-0,582*
3- Umid.relativa	0,142	0,126	0,255	-0,388	0,274	0,351
4- Luminosidade	-0,635**	-0,019	-0,100	0,176	-0,136	-0,626*
5- Temp.mínima	-0,247	0,707**	0,356	-0,332	0,076	-0,135
6- Temp. média	0,096	-0,213	0,148	-0,490	0,188	0,078
7- Temp.máxima	0,195	-0,667*	-0,460	0,708**	-0,148	0,211
8- Amp.var.temp.	-0,161	0,670*	0,470	-0,602*	0,168	-0,020
9- Min.absoluta	0,198	0,533	0,291	0,297	0,067	-0,123
10- Max.absoluta	-0,008	-0,128	0,136	-0,880**	0,141	0,321
11- Def.hídrica	-0,215	0,459	0,003	-0,368	0,056	-0,565*
12- Exc.hídrico	0,131	0,030	0,030	-0,579*	0,338	0,678*

* Significativo ao nível de 5%

** Significativo ao nível de 1%

Quadro 6. Coeficientes de correlação simples e parcial obtidos na terceira tentativa do estudo de regressão linear múltipla entre os dados de produção absoluta (kg/parc.) da linhagem de algodoeiro IA 7111-028-16824 (Nº 3) e os valores dos parâmetros meteorológicos, visando estabelecer as principais fases do desenvolvimento das plantas

PARÂMETROS METEOROLÓGICOS	P E R Í O D O S					
	a ₁	a ₂	b ₁	b ₂	c ₁	c ₂
	Plantio à emer- gência	Desenvol- vimento inicial	Início da meiose	Flores- cimento	Frutifi- cação	Deis- cência
	Correlação			Simples		
1- Chuva	-0,066	-0,175	0,452*	0,608**	0,231	-0,148
2- Int.de chuva	-0,332	-0,189	0,173	0,152	0,214	-0,244
3- Umid.relativa	0,530**	0,159	0,340	0,502*	0,322	-0,143
4- Luminosidade	-0,615**	-0,261	-0,420	-0,495*	-0,097	0,209
5- Temp. mínima	-0,073	-0,401	-0,561**	-0,029	0,096	-0,059
6- Temp. média	-0,360	-0,542*	-0,649**	-0,368	0,061	-0,033
7- Temp. máxima	-0,505*	-0,533*	-0,541**	-0,342	0,070	0,176
8- Ampl.var.temp.	-0,465*	-0,200	-0,254	-0,455*	0,136	0,433*
9- Min.absoluta	-0,002	-0,258	-0,169	-0,119	0,015	-0,117
10- Max.absoluta	-0,205	-0,408*	-0,528**	-0,471*	0,162	0,074
11- Def.hídrica	-0,112	-0,117	-0,399	-0,515**	-0,015	0,169
12- Exc.hídrico	-0,236	0,038	0,443*	0,623**	0,353	-0,005
Coef.de det. (R ²)	0,699	0,873	0,768	0,894	0,472	0,844
Valores de "F"	2,13	6,30**	3,04*	7,70**	0,82	4,96**
	Correlação			Parcial		
1- Chuva	-0,258	-0,297	0,196	0,594*	-0,346	-0,681*
2--Int.de chuva	-0,127	0,178	-0,278	0,080	0,122	-0,618*
3- Umid.relativa	0,231	0,046	0,233	-0,270	0,265	0,407
4- Luminosidade	-0,563*	0,052	-0,039	0,008	-0,238	-0,659*
5- Temp.mínima	-0,201	0,727**	0,507	-0,286	0,169	-0,169
6- Temp. média	0,115	-0,337	0,108	-0,308	0,141	0,098
7- Temp.máxima	0,164	-0,675*	-0,587*	-0,605*	-0,236	0,244
8- Amp.var.temp.	-0,129	0,672*	0,594*	0,511	0,257	-0,024
9- Min.absoluta	0,045	0,576*	0,239	0,080	0,085	-0,184
10- Max.absoluta	0,042	-0,122	0,131	-0,782**	0,239	0,432
11- Def.hídrica	-0,228	0,472	-0,053	-0,121	0,032	-0,633*
12- Exc.hídrico	0,084	-0,101	0,155	-0,311	0,391	0,727**

* Significativo ao nível de 5%

** Significativo ao nível de 1%

Quadro 7. Coeficientes de correlação parcial obtidos no estudo de regressão múltipla entre produção absoluta (kg/parc) da linhagem IA.Campinas 817-42/259 RP (Nº 1) e parâmetros meteorológicos observados durante o período de "Florescimento" (b2) consideradas em três séries distintas, na tentativa de reduzir o número de parâmetros meteorológicos

PARÂMETROS METEOROLÓGICOS	1ª série	2ª série	3ª série
1- Chuva	0,689**	0,711**	0,470*
3- Umidade relativa	-0,154	-0,319	-0,203
4- Luminosidade	-0,125	-0,330	-0,249
5- Temperatura mínima	-----	0,039	-----
6- Temperatura média	0,348	-----	-----
7- Temperatura máxima	-----	0,439	0,620**
8- Ampl.variação temp.	0,150	-----	-----
9- Temp.mínima absoluta	0,255	0,138	0,226
10- Temp.máxima absoluta	-0,632**	-0,746**	-0,683**
12- Excedente hídrico	-----	-----	-0,163
Coef.Determinação (R^2)	0,636	0,748	0,755
Valores de "F"	4,00*	6,79**	7,03**

* Significativo ao nível de 5%

** Significativo ao nível de 1%

Quadro 8. Coeficientes de correlação simples e parcial, obtidos no estudo de regressão múltipla entre dados do ciclo das plantas (em dias) da linhagem IA.Campinas 817-42/259 RP (Nº 1) e valores dos parâmetros meteorológicos observados nas diversas fases do ciclo do algodoeiro e coeficientes de correlação simples entre produção absoluta e comprimento das diversas fases

PARÂMETROS METEOROLÓGICOS	PERÍODOS			
	1 Plantio à emer- gência	2 Desenvol- vimento inicial	3 Floresci- mento e ma- turação	4 Ciclo total
Correlação Simples				
1- Chuva	0,071	0,200	0,124	0,361
2- Umid. relativa	0,941**	0,901**	0,950**	0,931**
3- Luminosidade	0,739**	0,206	0,672**	0,297
4- Temp. mínima	0,956**	0,868**	0,748**	0,923**
5- Temp. média	0,966**	0,873**	0,822**	0,865**
6- Temp. máxima	0,976**	0,922**	0,893**	0,934**
7- Ampl.var.temp.	0,941**	0,587**	0,904**	0,850**
8- Min. absoluta	0,297	-0,286	-0,675**	-0,781**
9- Max. absoluta	0,405*	-0,281	-0,538**	-0,265
10- Def. hídrica	0,701**	-0,055	0,216	0,119
11- Exc. hídrico	-0,046	0,123	0,223	0,330
Coef. de det. (R^2)	0,997	0,994	0,999	0,999
Valores de "F"	313,41**	192,94**	764,04**	2817,91**
Prod. absoluta	-0,113	0,273	0,321	0,314
Correlação Parcial				
1- Chuva	-0,317	-0,126	0,475	0,034
2- Umid. relativa	0,767**	0,804**	0,916**	0,950**
3- Luminosidade	-0,382	-0,336	-0,213	-0,444
4- Temp. mínima	-0,335	-0,061	0,014	0,175
5- Temp. média	0,595*	0,395	0,883**	0,884**
6- Temp. máxima	-0,002	0,057	-0,050	-0,250
7- Ampl.var.temp.	-0,005	-0,050	0,055	0,305
8- Min. absoluta	-0,551*	-0,112	-0,033	-0,648*
9- Max. absoluta	0,103	0,063	0,327	0,094
10- Def. hídrica	-0,290	-0,456	0,363	-0,529
11- Exc. hídrico	0,336	-0,007	-0,486	0,021

* Significativo ao nível de 5%

** Significativo ao nível de 1%

Quadro 9. Coeficientes de correlação simples e parcial, obtidos no estudo de regressão linear múltipla entre valores de produção (kg/parc.) da linhagem de algodoeiro IA.Campinas 817-42/259 RP (Nº1) e de variáveis meteorológicas, observadas durante o desenvolvimento inicial considerado por etapas fixas, na tentativa de se estabelecer uma Função de Produção

PARÂMETROS METEOROLÓGICOS	DIAS DO PLANTIO					
	-10	-10 a +10	-10 a +20	-10a +30	-10a +40	-10 a + 50
Correlação Simples						
1- Chuva	-0,251	-0,037	-0,114	-0,246	-0,228	-0,132
2- Umid. relativa	0,287	0,437*	0,480*	0,333	0,310	0,273
3- Luminosidade	-0,677**	-0,675**	-0,657**	-0,540**	-0,522**	-0,511*
4- Temp. mínima	-0,079	-0,142	-0,211	-0,299	-0,331	-0,396
5- Temp. média	-0,233	-0,429*	-0,433*	-0,494*	-0,504*	-0,515**
6- Temp. máxima	-0,395	-0,635**	-0,650**	-0,598**	-0,620**	-0,603**
7- Amp. var. temp.	-0,318	-0,505**	-0,532**	-0,351	-0,372	-0,303
8- Min. absoluta	-0,078	0,035	-0,152	-0,141	-0,141	-0,140
9- Max. absoluta	-0,306	-0,263	-0,343	-0,396	-0,397	-0,411*
10- Def. hídrica	0,041	-0,077	-0,142	-0,088	-0,085	-0,099
11- Exc. hídrico	-0,294	-0,123	-0,212	-0,202	-0,260	-0,128
Coef. de det. (R^2)	0,850	0,832	0,790	0,841	0,747	0,719
Valores de "F"	6,20**	5,40**	4,11*	5,76**	3,21*	2,79*
Correlação Parcial						
1- Chuva	-0,435	-0,546*	-0,099	-0,494	-0,324	-0,382
2- Umid. relativa	0,700*	0,455	0,426	0,311	0,060	0,023
3- Luminosidade	-0,795**	-0,668**	-0,597*	-0,297	-0,373	-0,443
4- Temp. mínima	0,042	-0,100	0,184	-0,470	-0,343	0,090
5- Temp. média	0,472	0,511	0,422	0,438	0,139	0,060
6- Temp. máxima	-0,263	-0,017	-0,252	0,287	0,263	-0,178
7- Amp. var. temp.	0,434	0,016	0,258	-0,308	-0,280	0,186
8- Min. absoluta	0,407	0,272	0,148	0,224	0,561*	0,541*
9- Max. absoluta	-0,675**	-0,294	-0,395	-0,546*	-0,500	-0,433
10- Def. hídrica	-0,213	-0,028	-0,093	0,338	0,193	0,049
11- Exc. hídrico	-0,149	0,270	-0,150	0,417	0,140	0,183

* Significativo ao nível de 5%

** Significativo ao nível de 1%

Quadro 10. Coeficientes de correlação simples e parcial, obtidos no estudo de regressão múltipla entre os dados de produção (kg/parc.) da linhagem de algodoeiro IA.Campinas 817-42/259 RP (nº 1) e valores dos parâmetros meteorológicos, observados durante a fase inicial de florescimento considerada por etapas fixas, na tentativa de se estabelecer uma Função de Produção

PARÂMETROS METEOROLÓGICOS	DIAS DO INÍCIO DO FLORESCIMENTO					
	10	20	30	40	50	60
Correlação Simples						
1- Chuva	0,331	0,414*	0,568**	0,612**	0,696**	0,734**
2- Umid. relativa	0,369	0,445*	0,388	0,449*	0,450*	0,397
3- Luminosidade	-0,423*	-0,487*	-0,400	-0,385	-0,384	-0,361
4- Temp. mínima	-0,533**	-0,267	0,034	0,154	0,287	0,343
5- Temp. média	-0,564**	-0,421*	-0,301	-0,259	-0,180	0,013
6- Temp. máxima	-0,524**	-0,386	-0,272	-0,216	-0,160	0,040
7- Amp. var. temp.	-0,379	-0,354	-0,331	-0,321	-0,357	-0,238
8- Min. absoluta	-0,429*	-0,379	-0,055	0,196	0,169	0,126
9- Max. absoluta	-0,122	-0,142	-0,351	-0,373	-0,224	-0,176
10- Def. hídrica	-0,376	-0,484*	-0,405	-0,455*	-0,432*	-0,363
11- Exc. hídrico	0,292	0,543**	0,641**	0,643**	0,715**	0,755**
12- Int. de chuva	-0,190	-0,060	0,146	0,089	0,346	0,527**
Coef. de det. (R^2)	0,675	0,666	0,810	0,808	0,754	0,843
Valores de "F"	1,91	1,83	3,91*	3,85*	2,81	4,91**

Correlação Parcial

1- Chuva	0,083	0,059	0,062	0,562*	0,182	0,002
2- Umid. relativa	-0,426	-0,227	-0,372	-0,242	-0,244	-0,171
3- Luminosidade	0,132	-0,457	0,088	-0,158	-0,095	-0,153
4- Temp. mínima	0,006	0,002	0,025	0,007	0,008	0,004
5- Temp. média	-0,454	0,000	0,154	-0,223	-0,238	-0,280
6- Temp. máxima	-0,004	0,003	-0,023	-0,001	0,004	0,010
7- Amp. var. temp.	0,004	-0,003	0,021	0,003	-0,001	-0,006
8- Min. absoluta	-0,051	-0,525	-0,528	-0,297	-0,014	-0,303
9- Max. absoluta	-0,648*	0,070	-0,048	-0,559*	-0,352	-0,110
10- Def. hídrica	-0,468	0,005	-0,207	-0,311	-0,255	-0,354
11- Exc. hídrico	0,004	0,556*	0,645*	0,292	0,165	0,264
12- Int. de chuva	-0,415	-0,486	-0,479	-0,232	0,197	0,276

* Significativo ao nível de 5%

** Significativo ao nível de 1%

Quadro 11. Coeficientes de correlação simples e parcial, obtidos no estudo de regressão múltipla entre os valores de produção (kg/parc.) da linhagem de algodoeiro IA.Campinas 817-42/259, RP (Nº 1) e os valores dos principais parâmetros meteorológicos verificados durante os 40 primeiros dias de desenvolvimento e de florescimento na tentativa de se estabelecer uma Função de Produção.

PARÂMETROS METEOROLÓGICOS	Período (40 dias)	Coeficiente de Correlação		Coeficiente de Regressão (B)
		Simples	Parcial	
1- Chuva	inicial	-0,246	-0,212	-0,0777
2- Umid. relativa	inicial	0,333	-0,206	-0,0604
3- Luminosidade	inicial	-0,540**	-0,539*	-0,3389
4- Temp. média	inicial	-0,494*	-0,209	-0,1089
5- Max. absoluta	inicial	-0,396	-0,330	-0,1791
6- Chuva	florescimento	0,612**	0,059	0,0251
7- Umid. relativa	florescimento	0,449*	-0,058	-0,0118
8- Min. absoluta	florescimento	0,196	0,180	0,0683
9- Max. absoluta	florescimento	-0,373	-0,173	-0,1609
10- Exc. hídrico	florescimento	0,643**	0,314	0,1462
Coef. de det. (R ²)		0,756		
Valor de "F"		4,02*		
Constante da Equação de Regressão Múltipla (A)				21,1755

* Significativo ao nível de 5%
 ** Significativo ao nível de 1%

Quadro 12. Dados médios de produção (kg/parc.) obtidos pela Linhagem IA.Campinas 817-42/259 RP e pela Variedade IAC 8, assim como resultados da aplicação da Função de Produção, obtida com dados da Linhagem IA.Campinas 817 aos valores de produção da Variedade IAC 8

Ano	Época	Produção (kg/ha) IAC-817	Ano	Época	Produção Observada (kg/ha)	Produção Estimada Corr. (1)	Desvio
1950/51	1ª	2,24	1956/57	1ª	1,81	2,22	-0,41
	2ª	2,10		2ª	1,01	3,10	-2,09
	3ª	1,81		3ª	0,60	1,82	-1,22
	4ª	1,47		4ª	0,73	1,49	-0,76
1951/52	1ª	0,93	1957/58	1ª	3,09	1,44	1,65
	2ª	1,01		2ª	2,52	2,18	0,34
	3ª	1,11		3ª	1,80	2,41	-0,61
	4ª	0,82		4ª	0,62	0,42	0,20
1952/53	1ª	1,52	1959/60	1ª	4,96	2,05	2,91
	2ª	1,17		2ª	4,14	1,97	2,22
	3ª	0,55		3ª	2,25	1,15	1,10
	4ª	0,28		4ª	1,39	0,84	0,55
1953/54	1ª	1,78	1960/61	1ª	2,63	1,40	1,23
	2ª	1,94		2ª	1,99	1,16	0,83
	3ª	1,44		3ª	1,11	0,61	0,50
	4ª	0,64		4ª	0,16	0,65	-0,49
1954/55	1ª	2,53	1961/62	1ª	1,58	0,66	0,92
	2ª	0,83		2ª	1,46	0,37	1,09
	3ª	0,22		3ª	1,13	0,23	0,90
	4ª	0,17		4ª	0,54	0,42	0,12
1955/56	1ª	0,83					
	2ª	0,92					
	3ª	0,48					
	4ª	0,21					
Média		1,13			1,78	1,33	0,45
Desvio padrão (s)							1,1760
Soma dos valores de qui-quadrado							0,47
Probabilidade dos desvios serem devidos ao acaso							97,5%

(1) Os valores esperados foram corrigidos, somando-se a diferença entre as médias de produção das variedades (0,65)

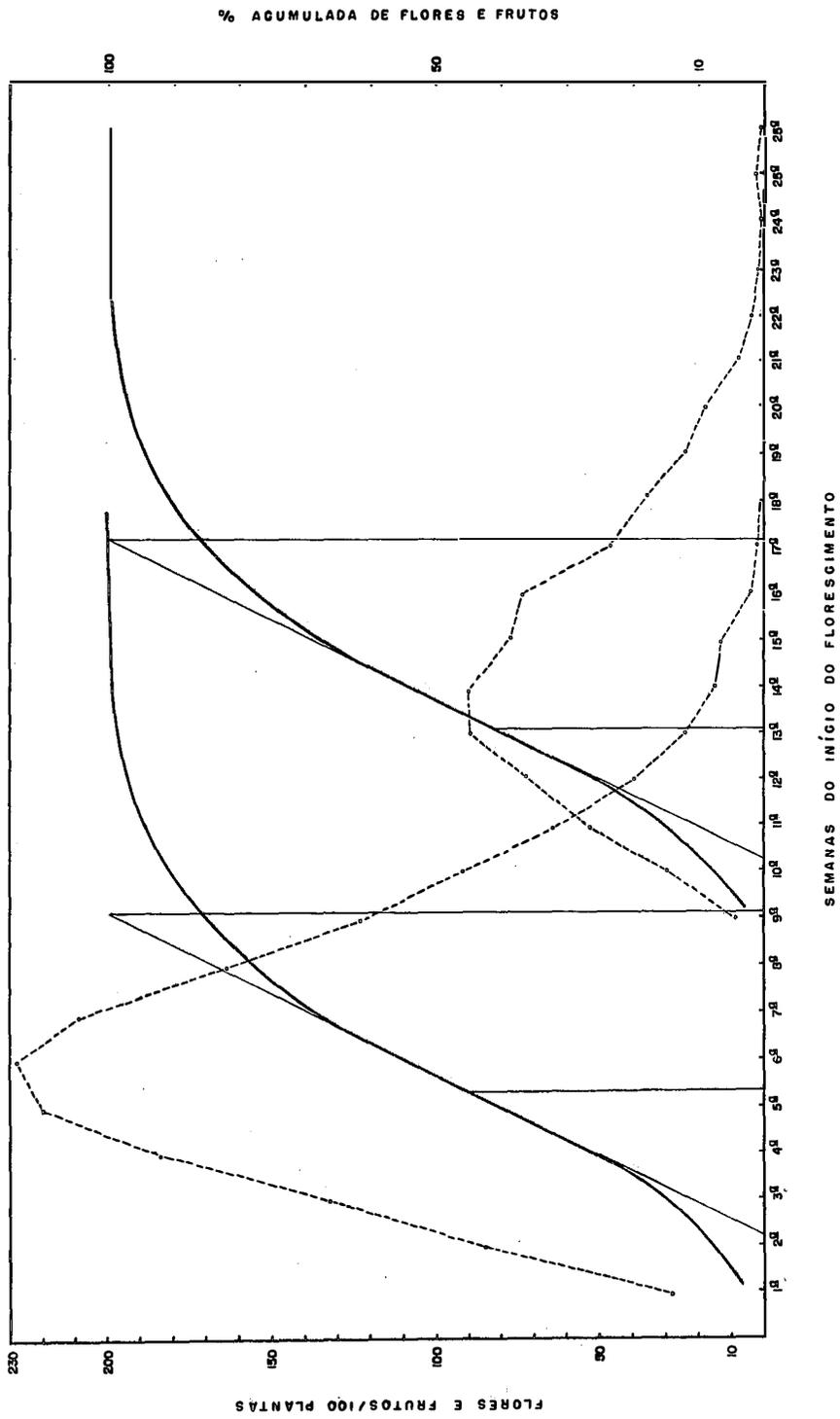


Figura 1. Curvas do florescimento e da frutificação semanais (linha interrompida) e curvas dos valores acumulados (linha contínua) efetuadas com dados da linhagem IACampinas 817-42/256 RP (nº 1), nas quais esquematizou-se o sistema de interrupção das colheitas.

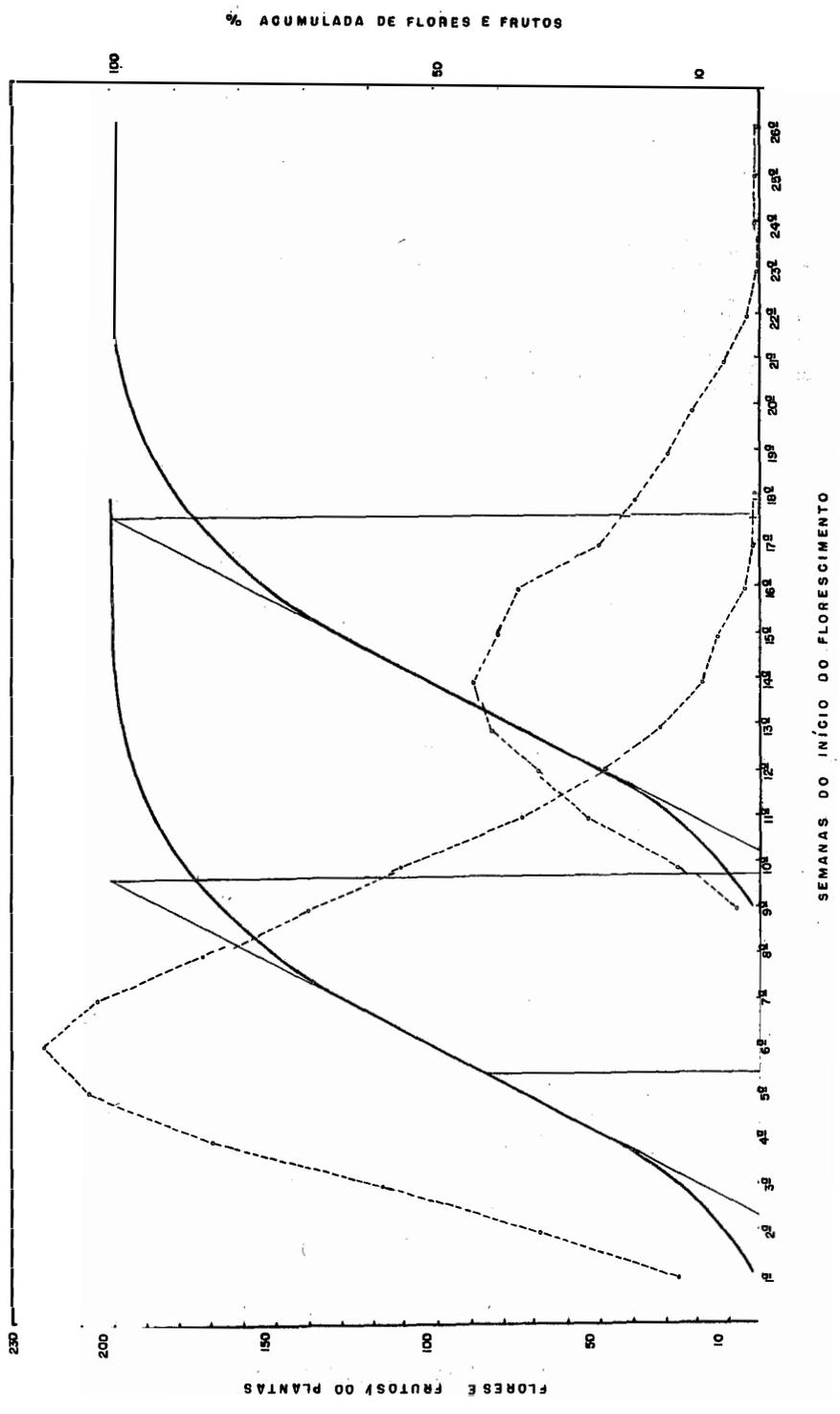


Figura 2. Curvas do florescimento e da frutificação semanais (linha interrompida) e curvas dos valores acumulados (linha contínua) efetuadas com dados da linha-gem IA 7387-24940 (nº 2), nas quais esquematizou-se o sistema de interrupção das colheitas.

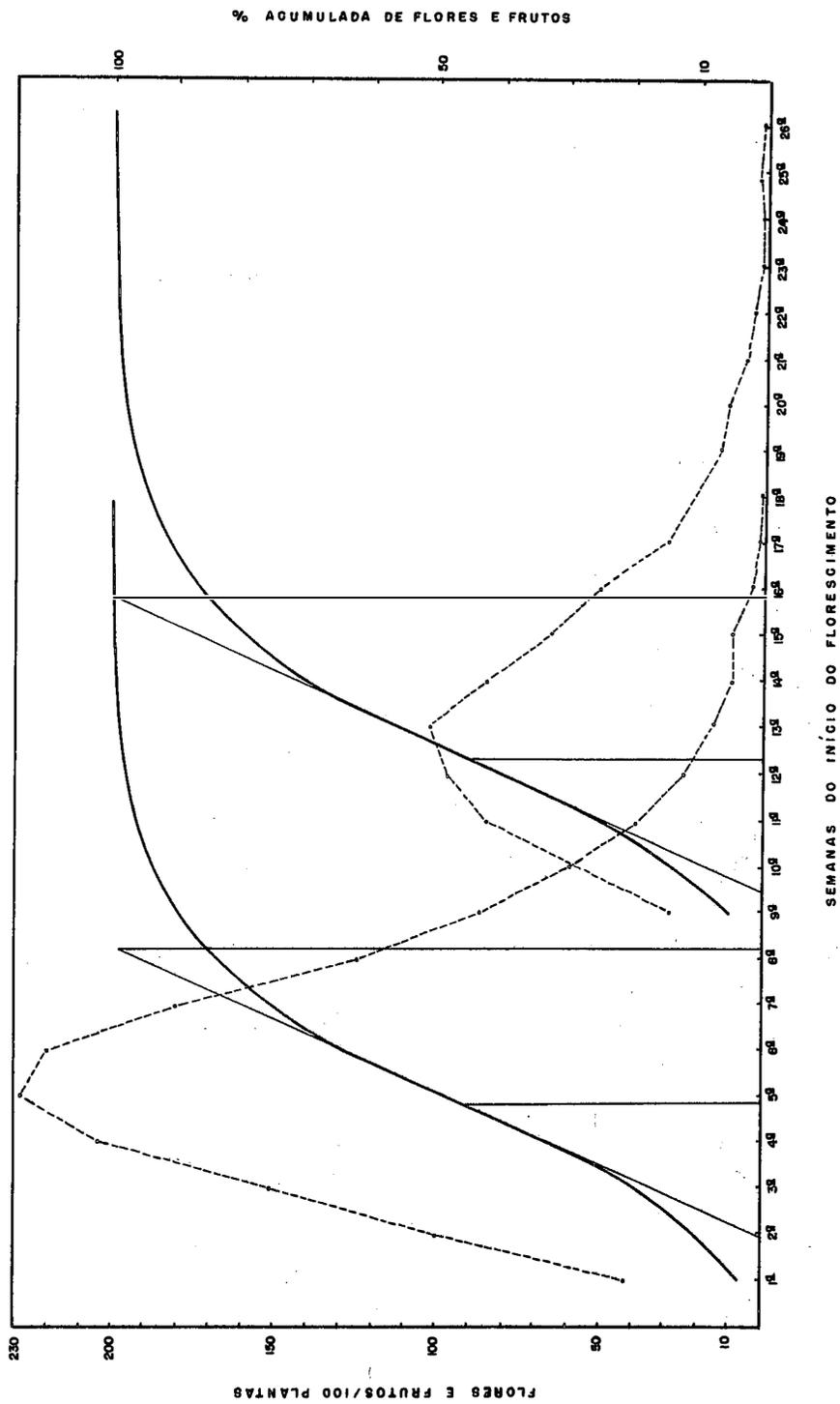


Figura 3. Curvas do florescimento e da frutificação semanais (linha interrompida) e curvas dos valores acumulados (linha contínua) efetuadas com dados da linhagem IA 7111-028-16824 (nº 3), nas quais esquematizou-se o sistema de interrupção das colheitas.

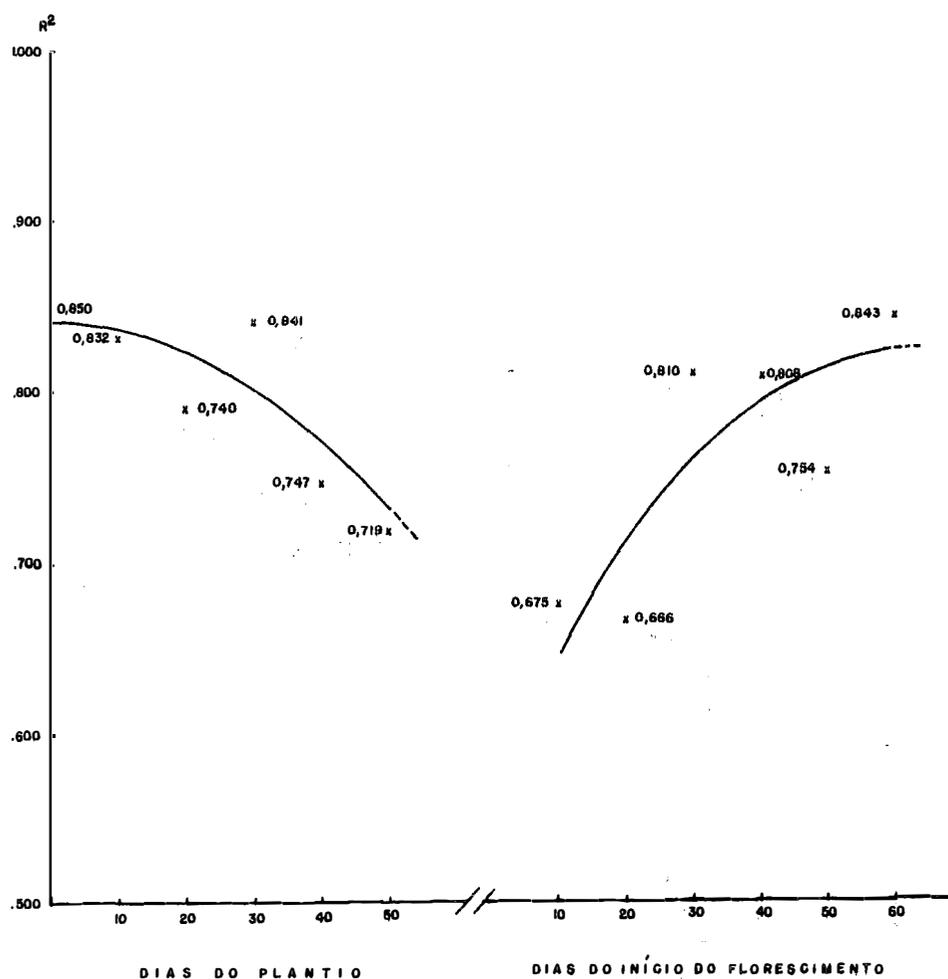


Figura 4. Resultados dos coeficientes de determinação (R^2), obtidos no estudo da regressão múltipla de 1º grau entre a produção absoluta e os principais parâmetros meteorológicos, observados desde 10 dias antes do plantio até 50 dias após esta data, assim como desde 10 dias do início do florescimento até 60 dias da abertura da primeira flor.