JAIRO ANDRADE DA SILVA

INFLUÊNCIA DA UMIDADE DO SOLO NAS EXIGÊNCIAS TÉRMICAS DE TRÊS CULTIVARES DE MILHO (*Zea mays* L.)

Tese Apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como Parte das Exigências do Curso de Meteorologia Agrícola, para Obtenção do Título de "Magister Scientiae".

T
631.3
S586i
1989
ex. 2

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
JULHO - 1989

BIBLIOTECA
DEPTO. ENG. AGRÍCOLA

Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

Ficha catalográfica preparada pela Área de Catalogação
e Classificação da Biblioteca Central da UFV

T

S516i
1989

Silva, Jairo Andrade.
Influência da umidade do solo nas exigências térmicas de três cultivares de milho (Zea mays L.). Viçosa, UFV, 1989.
79p.

Tese (M.S.) - UFV

1. Meteorologia agrícola. 2. Milho - Graus dias. 3. Milho - Fenologia. 4. Milho - Unidades Térmicas. 5. Milho - Estações de crescimento 6. Milho - Plantio, época.

CDD 18.ed. 630.2515
CDD 19.ed. 630.2515

JAIRO ANDRADE DA SILVA

INFLUÊNCIA DA UMIDADE DO SOLO NAS EXIGÊNCIAS TÉRMICAS DE TRÊS CULTIVARES DE MILHO (*Zea mays* L.)

Tese Apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como Parte das Exigências do Curso de Meteorologia Agrícola, para Obtenção do Título de "Magister Scientiae".

APROVADA: 16 de dezembro de 1988.

Dr. Luiz Marcelo Aguiar Sans

Prof. José Tarcísio L. Thièbaut

Prof. Hélio Alves Vieira

Bernardo Carvalho Avelar

Prof. José Maria Nogueira da Costa
(Orientador)

Ao meu pai Jadir,

À minha mãe Arlete,

À minha avó Lourdes (in memoriam),

À Goretti.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa, por intermédio do Departamento de Engenharia Agrícola, pela oportunidade de realização deste Curso.

Ao Professor José Maria Nogueira da Costa, pela orientação, pelo empenho e pela amizade.

Ao Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo CNPMS-EMBRAPA, pela possibilidade de realização deste trabalho em suas dependências e pelo apoio dos pesquisadores e funcionários.

Ao conselheiro Dr. Luiz Marcelo Aguiar Sans, pela dedicação e pela orientação neste trabalho.

Ao Professor Hélio Alves Vieira, pela cuidadosa e dedicada atenção.

Ao Professor José Tarcísio Lima Thièbaut, pela especial atenção, pelas sugestões e pela orientação estatística.

Ao pesquisador da EMBRAPA, Bernardo de Carvalho Avelar, pela colaboração e pelos esclarecimentos.

Aos funcionários dos setores de dados meteorológicos, processamento de dados, reprografia e serviços auxiliares, pela colaboração.

À CAPES, pelo apoio financeiro.

Aos colegas de Universidade, pela amizade.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

JAIRO ANDRADE DA SILVA, filho de Jadir Santana da Silva e Arlete de Lourdes Gallo Silva, nasceu em São João del Rei, Minas Gerais, em 12 de fevereiro de 1960.

Realizou seus estudos de primeiro grau na Escola Estadual Maria Tereza e de segundo grau no Colégio Estadual Conêgo Osvaldo Lustosa, em São João del Rei-MG.

Em 1980, iniciou o Curso de Agronomia na Universidade Federal de Viçosa, terminando-o em dezembro de 1984.

Durante esse tempo, realizou vários estágios, freqüentou cursos extracurriculares e participou de congressos.

Em 1985, continuou os estudos, iniciando o Curso de Mestrado em Meteorologia Agrícola na Universidade Federal de Viçosa.

Em 1986 e 1987, realizou seu trabalho de tese no Centro Nacional de Milho e Sorgo - CNPMS/EMBRAPA, em Sete Lagoas-MG.

CONTEÚDO

Página

LISTA DE QUADROS viii

LISTA DE FIGURAS xii

LISTA DE SÍMBOLOS xiv

EXTRATO xv

1. INTRODUÇÃO 1

2. REVISÃO DE LITERATURA 4

2.1. Considerações sobre o Efeito da Temperatura do Ar na Fenologia da Cultura do Milho 4
2.2. Necessidades Hídricas da Cultura do Milho Durante o Ciclo Fenológico 10

3. MATERIAL E MÉTODOS 13

3.1. Características da Área 13
3.2. Dados Meteorológicos 13
3.3. Dados Fenológicos 14
3.4. Cálculo de Graus-Dias 14
3.5. Balanço Diário de Água no Solo 15
3.6. Determinação da Água Disponível no Solo 16
3.7. Determinação da Estação de Crescimento em Sete Lagoas (MG) 18
3.8. Análise Estatística dos Dados Fenológicos .. 19

4.RESULTADOS E DISCUSSÃO 20

4.1. Exigências Térmicas de Três Cultivares de Milho para Atingir os Estádios Fenológicos

de Emergência, Pendoamento e Espigamento, em Oito Diferentes Datas de Plantio 20
4.1.1. Período de Plantio-Emergência 20
4.1.2. Período de Plantio-Pendoamento 25
4.1.3. Período de Plantio-Espigamento 31
4.1.4. Análise das Regressões Lineares entre Estádios de Desenvolvimento Fenológico e Graus-Dias, para Três Cultivares de Milho, em Sete Lagoas(MG) 35
4.2. Influência do Teor de Umidade do Solo na Variação dos Graus-Dias Acumulados para a Ocorrência dos Estádios Fenológicos da Cultura do Milho 43
4.2.1. Período de Plantio-Emergência 44
4.2.2. Período de Plantio-Pendoamento 49
4.2.3. Período de Plantio-Espigamento 53
4.3. Análise Agroclimática da Cultura do Milho em Sete Lagoas (MG) 59

5. RESUMO E CONCLUSÕES 62

BIBLIOGRAFIA 64

APÊNDICES 69

APÊNDICE A - Coeficientes de Cultura e Evapotranspiração Real para o Milho, no CNPMS. 70
APÊNDICE B - Precipitação Pluviométrica em Sete Lagoas (MG), Durante o Período de Outubro a Abril, para os Anos Agrícolas de 1976/77, 1977/78 e 1978/79 72
APÊNDICE C - Histograma da Precipitação Pluviométrica em Sete Lagoas (MG), Durante o Período de Outubro a Abril, para os Anos Agrícolas de 1976/77, 1977/78 e 1978/79 76

LISTA DE QUADROS

Página

1 Efeito das Variáveis Climáticas Durante Cinco Períodos Fenológicos do Milho 9

2 Datas de Ocorrência da Emergência, Pendoamento e Espigamento, para Três Cultivares de Milho, nos Anos Agrícolas de 1976/77, 1977/78 e 1978/79, em Sete Lagoas (MG) 21

3 Graus-Dias e Precipitação Pluvial Acumulados do Plantio à Emergência, Média dos Três Cultivares de Milho - Phoenix, M. Amarillo e Pioneer 515 -, em Diferentes Épocas de Plantio, em Sete Lagoas (MG), no Ano Agrícola de 1976/77 22

4 Graus-Dias e Chuvas Acumulados do Plantio à Emergência de Três Cultivares de Milho, em Diferentes Épocas de Plantio, em Sete Lagoas (MG), no Ano Agrícola de 1977/78 23

5 Graus-Dias e Chuvas Acumulados do Plantio à Emergência de Três Cultivares de Milho, em Diferentes Épocas de Plantio, em Sete Lagoas (MG), no Ano Agrícola de 1978/79 24

6 Graus-Dias e Chuvas Acumulados do Plantio ao Pendoamento de Três Cultivares de Milho, em Diferentes Épocas de Plantio, em Sete Lagoas (MG), no Ano Agrícola de 1976/77 26

7 Graus-Dias e Chuvas Acumulados do Plantio ao Pendoamento de Três Cultivares de Milho, em Diferentes Épocas de Plantio, em Sete Lagoas (MG), no Ano Agrícola de 1977/78 28

8 Graus-Dias e Chuvas Acumulados do Plantio ao Pendoamento de Três Cultivares de Milho, em Diferentes Épocas de Plantio, em Sete Lagoas (MG), no Ano Agrícola de 1978/79 29

9 Graus-Dias e Chuvas Acumulados do Plantio ao Espigamento de Três Cultivares de Milho, em Diferentes Épocas de Plantio, em Sete Lagoas (MG), no Ano Agrícola de 1977/78 32

10 Graus-Dias e Chuvas Acumulados do Plantio ao Espigamento de Três Cultivares de Milho, em Diferentes Épocas de Plantio, em Sete Lagoas (MG), no Ano Agrícola de 1978/79 33

11 Estimativa dos Coeficientes e Constantes da Regressão Linear da Forma Y= a + bX + e, que Relaciona o Acúmulo em Graus-Dias a Partir do Plantio de Três Cultivares de Milho (X) e a Ocorrência de Estádios Fenológicos (Y), Segun do a Escala de Hanway, em Sete Lagoas (MG) ... 35

12 Dias a Partir do Plantio até o Espigamento de Três Cultivares de Milho, em Oito Diferentes Datas de Plantio, no Ano Agrícola de 1977/78, em Sete Lagoas (MG) 41

13 Dias a Partir do Plantio até o Espigamento de Três Cultivares de Milho, em Oito Diferentes Datas de Plantio, no Ano Agrícola de 1978/79, em Sete Lagoas (MG) 42

14 Total de Graus-Dias Exigidos pelo Cultivar Phoenix Durante o Período do Plantio à Emergência, sob Diferentes Condições de Água Disponível no Solo 45

15 Total de Graus-Dias Exigidos pelo Cultivar M. Amarillo Durante o Período do Plantio à Emergência, sob Diferentes Condições de Água Disponível no Solo 46

16 Total de Graus-Dias Exigidos pelo Cultivar Pioneer 515 Durante o Período do Plantio à Emergência, sob Diferentes Condições de Água Disponível no Solo 47

17 Valores Médios de Graus-Dias Acumulados do Plantio à Emergência, para Três Cultivares de Milho Submetidos a Quatro Níveis de Água Disponível no Solo 48

18 Total de Graus-Dias Exigidos pelo Cultivar Phoenix Durante o Período do Plantio ao Pendoamento, sob Diferentes Condições de Água Disponível no Solo 51

19 Total de Graus-Dias Exigidos pelo Cultivar M. Amarillo Durante o Período do Plantio ao Pendoamento, sob Diferentes Condições de Água Disponível no Solo 51

20 Total de Graus-Dias Exigidos pelo Cultivar Pioneer 515 Durante o Período do Plantio ao Pendoamento, sob Diferentes Condições de Água Disponível no Solo 52

21 Valores Médios de Graus-Dias Acumulados do Plantio ao Pendoamento, para Três Cultivares de Milho Submetidos a Quatro Níveis de Água Disponível no Solo 49

22 Total de Graus-Dias Exigidos pelo Cultivar Phoenix Durante o Período do Plantio ao Espigamento, sob Diferentes Condições de Água Disponível no Solo 54

23 Total de Graus-Dias Exigidos pelo Cultivar M. Amarillo Durante o Período do Plantio ao Espigamento, sob Diferentes Condições de Água Disponível no Solo 55

24 Total de Graus-Dias Exigidos pelo Cultivar Pioneer 515 Durante o Período do Plantio ao Pendoamento, sob Diferentes Condições de Água Disponível no Solo 56

25 Valores Médios de Graus-Dias Acumulados do Plantio ao Espigamento, para Três Cultivares de Milho Submetidos a Quatro Níveis de Água Disponível no Solo 57

26 Estimativa da Constante de Regressão ($\hat{a}$), Coeficientes de Regressão ($\hat{b}$) e Coeficiente de Determinação (R^2) da Análise de Regressão Linear da Forma $Y = a + bX + e$, que Relaciona Estádios Fenológicos de Três Cultivares de Milho e Graus-Dias Acumulados a Partir do Plantio, para Quatro Níveis de Água Disponível no Solo 58

1A Evapotranspiração Real e Coeficiente Cultural de uma Cultura de Milho Plantada em 15 de Outubro de 1979, no CNPMS, em Sete Lagoas-MG, Segundo os Dados do Relatório Técnico Anual do CNPMS, 1981 71

1B Precipitação Pluviométrica em Sete Lagoas-MG, Durante o Período de Outubro de 1976 a Abril de 1977 73

2B Precipitação Pluviométrica em Sete Lagoas-MG, Durante o Período de Outubro de 1977 a Abril de 1978 74

3B Precipitação Pluviométrica em Sete Lagoas-MG, Durante o Período de Outubro de 1978 a Abril de 1979 75

LISTA DE FIGURAS

Página

1 Evapotranspiração Real (ETR) em Função da Evapotranspiração de Referência (ETo), do Coeficiente de Cultura e da Disponibilidade de Água, Segundo ANDRADE (1987). Sete Lagoas-MG, 1986 12

2 Ciclo da Estação de Crescimento de uma Cultura de Milho e Ciclo de Período Úmido 17

3 Ocorrência de Estádios Fenológicos Definidos pela Escala de Hanway, em Função dos Graus-Dias Acumulados a Partir do Plantio, para Três Cultivares de Milho, no Ano Agrícola de 1976/77 37

4 Ocorrência de Estádios Fenológicos Definidos pela Escala de Hanway, em Função dos Graus-Dias Acumulados a Partir do Plantio, para Três Cultivares de Milho, no Ano Agrícola de 1976/77 38

5 Ocorrência de Estádios Fenológicos Definidos pela Escala de Hanway, em Função dos Graus-Dias Acumulados a Partir do Plantio, para Três Cultivares de Milho, no Ano Agrícola de 1976/77 39

6 Ocorrência de Estádios Fenológicos Definidos pela Escala de Hanway, em Função dos Graus-Dias Acumulados a Partir do Plantio, para Três Cultivares de Milho Plantados em Três Anos Agrícolas 40

7 Médias Decendiais de Precipitação e de Evapotranspiração Potencial em Sete Lagoas (MG), com Base em 14 Anos de Dados (1971-86).. 60

1C Histograma da Precipitação Pluviométrica, Segundo Dados da Estação Meteorológica Principal de Sete Lagoas (MG), para o Ano Agrícola de 1976/77 77

2C Histograma da Precipitação Pluviométrica, Segundo Dados da Estação Meteorológica Principal de Sete Lagoas (MG), para o Ano Agrícola de 1977/78 78

3C Histograma da Precipitação Pluviométrica, Segundo Dados da Estação Meteorológica Principal de Sete Lagoas (MG), para o Ano Agrícola de 1978/79 79

LISTA DE SÍMBOLOS

Descrição

A100 = Armazenamento de água no volume de controle (mm).

AD100 = Água disponível no volume de controle (mm).

CC = Capacidade de campo (%).

C.V. = Coeficiente de variação.

Etmáx = Evapotranspiração máxima da cultura (mm/dia).

ETo = Evapotranspiração de referência (mm/dia).

ETR = Evapotranspiração real (mm/dia).

GD = Graus-dias (ºC).

Kc = Coeficiente de cultura.

PMP = Ponto de murcha permanente (%).

s = Desvio-padrão da amostra.

Tmáx = Temperatura máxima do ar (ºC).

Tmín = Temperatura mínima do ar (ºC).

EXTRATO

SILVA, Jairo Andrade da, M. S., Universidade Federal de Viçosa, julho de 1989. *Influência da Umidade do Solo nas Exigências Térmicas de Três Cultivares de Milho (Zea mays L.).* Professor Orientador: José Maria Nogueira da Costa. Conselheiros: Luiz Marcelo Aguiar Sans e José Tarcísio Lima Thièbaut.

Com base em dados do Ensaio Ecológico de Milho realizado no CNPMS-EMBRAPA, nos anos agrícolas de 1976/77, 1977/78 e 1978/79, determinou-se o acúmulo, em graus-dias, pelo método de Brown, para três cultivares de milho atingirem os estádios fenológicos da emergência, do pendoamento e do espigamento. Fez-se a análise estatística dos dados, estabelecendo a ordem de precocidade dos cultivares. Para o período do plantio ao espigamento, os cultivares Phoenix, M. Amarillo e Pioneer 515 necessitaram de 2390 GD, 2201 GD e 2086 GD, respectivamente.

Analisou-se a influência da água disponível no solo durante a estação de crescimento sobre a variação no acúmulo de graus-dias do plantio até o espigamento de três cultivares de milho, em oito diferentes datas de plantio.

As épocas de plantio da cultura do milho foram analisadas em função das condições agroclimáticas na estação de crescimento em Sete Lagoas e das exigências térmicas e hídricas dos cultivares de milho.

1. INTRODUÇÃO

A cultura do milho é uma das mais difundidas no mundo, sendo superada apenas pelas culturas do trigo e do arroz. No Brasil, o milho é plantado de norte a sul do País, ocupando a maior área cultivada (cerca de 12 milhões de hectares). A importância desta cultura foi enfatizada no relatório de pesquisa do Centro Nacional de Milho e Sorgo da EMBRAPA (20), com base nos seguintes aspectos: 1) é a exploração responsável pelo maior emprego de mão-de-obra no setor rural (cerca de 3,2 milhões de agricultores) e 2) é o principal fornecedor de insumos alimentícios para as atividades de criação animal (54% da produção de milho é destinada ao consumo animal direto, principalmente avicultura e suinocultura). Neste relatório, ficou evidenciada a carência de estudos agroclimáticos para esta cultura. O Programa Nacional de Milho (PNP) conduzia, até dezembro de 1985, 148 projetos de pesquisas, sendo apenas dois na área de agroclimatologia, ambos na região Sul do Brasil.

Trabalhos sobre o comportamento fenológico de cultivares de milho em diferentes épocas de plantio,

baseados nas exigências térmicas e hídricas durante a estação de crescimento, não têm merecido a devida atenção em Minas Gerais.

A temperatura do ar vem sendo bastante utilizada sob a forma de índices bioclimáticos na caracterização da ocorrência de estádios fenológicos das culturas (3, 5, 6, 12, 23, 33). Dentre esses índices, destaca-se o conceito de graus-dias que consiste na somatória da temperatura diária do ar acima de um valor-base, abaixo do qual cessam o crescimento e o desenvolvimento desta cultura. A duração dos estádios fenológicos avaliada pelo método de graus-dias tem-se mostrado superior à estimativa baseada nos dias do calendário (14). Isto se explica pelo fato de o crescimento e o desenvolvimento da cultura estarem mais relacionados com a temperatura do que com os dias do calendário.

Entretanto, a ocorrência dos estádios fenológicos de uma cultura também é influenciada por outras variáveis, especialmente o teor de umidade do solo. Várias tentativas têm sido feitas com o intuito de caracterizar fenologicamente a cultura do milho, com base apenas em suas exigências térmicas, negligenciando-se as necessidades hídricas durante o seu ciclo.

O presente trabalho foi desenvolvido para atender aos seguintes objetivos:

- Determinar as exigências térmicas de três cultivares de milho, para atingir os estádios fenológicos de emergência, pendoamento e espigamento, baseando-se em oito diferentes datas de plantio.

- Avaliar o efeito do teor de umidade do solo sobre a variação dos graus-dias acumulados, necessários para atingir determinado estádio fenológico.

- Seleção de épocas favoráveis para o plantio do milho em

Sete Lagoas, com base na análise das condições agroclimáticas durante a ocorrência dos estádios fenológicos da cultura.

2.REVISÃO DE LITERATURA

2.1. *Considerações sobre o Efeito da Temperatura do Ar na Fenologia da Cultura do Milho*

A avaliação da duração do ciclo da cultura do milho com base nos dias do calendário, apesar de ser bastante utilizada, tem-se mostrado como um método bastante impreciso. De acordo com Hanna, citado por GILMORE e ROGERS (23), apesar de o conjunto de fatores do meio ambiente influir no desenvolvimento da cultura do milho, a temperatura do ar é a variável climática mais importante, estando altamente correlacionada com o desenvolvimento. Este fato dá suporte à utilização de métodos baseados na temperatura para caracterizar os eventos fenológicos da cultura.

BRUNINI(7) destaca, entre as variáveis climáticas, que a temperatura do ar e do solo, precipitação pluvial, radiação solar e fotoperiodismo têm influência decisiva no desenvolvimento e crescimento de uma cultura. Devido à grande complexidade nas interações planta-clima, os estudos fenológicos têm sido, em sua maioria, conduzidos pelo estabelecimento de relações entre a taxa de desenvolvimento

da cultura e índices bioclimáticos, baseando-se, geralmente, na temperatura do ar.

A escala biometeorológica tem sido proposta como uma alternativa metodológica à maneira convencional de expressar os eventos fenológicos com base nos dias do calendário. Esta escala é geralmente expressa em função do conceito de graus-dias.

Na determinação de índices biometeorológicos, BRUNINI (6) demonstrou que o uso incorreto de uma temperatura-base para a cultura causará erros consideráveis na estimativa de graus-dias. ALESSI e POWER(1) e CHIRKOV(11) recomendam a temperatura de 10ºC como sendo a temperatura-base mais adequada para a cultura do milho. COLIGATO e BROWN(12) testaram seis temperaturas-base para a maturação do milho e concluíram que as melhores temperaturas-base foram de 8ºC e 10ºC.

CARDOSO e MUNDSTOCK (9), comparando 13 métodos de cálculo de unidades térmicas de desenvolvimento da cultura do milho identificaram o método de graus-dias expresso sob a forma de uma função linear, com a temperatura-base de 10ºC, conforme a equação 1, como o mais satisfatório.

$$G.D. = \sum_{i=1}^{n} ((\ Tmáx_i + Tmín_i)/2) - 10), \qquad (1)$$

em que:

Tmáx.= temperatura máxima diária do ar (ºC);

Tmín.= temperatura mínima diária do ar (ºC); e

i = índice que representa os dias do calendário.

ASPIAZU(3) comparou seis métodos diferentes de

cálculo de graus-dias para o milho dentado, tendo selecionado o método de Brown como o que apresentou melhor desempenho. O método de BROWN(5) estabelece uma relação entre a taxa diária de desenvolvimento do milho e as temperaturas diurnas e noturnas do ar, conforme a expressão abaixo:

$$G.D = \sum_{i=1}^{n} \frac{(Ymáx._i + Ymín._i)}{2}, \qquad (2)$$

em que i é um índice que varia do primeiro ao último dia da fase fenológica da cultura.

$$Ymáx. = 3,33(Tmáx._i - 10) - 0,084(Tmáx._i - 10)^2 \qquad (3)$$

$$Ymín. = 1,8(Tmín._i - 4,4) \qquad (4)$$

$Tmáx._i$ é a temperatura máxima diária do ar e $Tmín._i$, a temperatura mínima diária do ar.

Na utilização deste método, devem ser destacadas algumas suposições:

a) Considera-se a temperatura base de 4,4ºC durante a noite, assumindo um crescimento linear acima deste valor. Assume-se que a taxa de desenvolvimento é diretamente proporcional ao aumento da temperatura do ar acima de 4,4ºC.

b) A temperatura-base durante o dia é considerada 10ºC, assumindo-se que a temperatura ótima para o crescimento é de 30ºC.

c) Assume-se um efeito quadrático na relação diurna, sendo que temperaturas acima de 30ºC reduzem o desenvolvimento da cultura (6, 7).

NUNEZ (28) comparou quatro métodos de cálculo de graus-dias para três cultivares de milho, em Viçosa-MG, desde a emergência até a maturação fisiológica. O método de Brown foi considerado o melhor, em virtude de apresentar menor coeficiente de variação e menor desvio-padrão, expresso em dias.

WANG (34) afirma que a relação entre a temperatura do ar e a taxa de desenvolvimento das plantas não é linear, conforme pode ser ilustrado pelo efeito das temperaturas extremas, que geralmente apresentam efeito prejudicial no desenvolvimento das culturas. Os métodos de graus-dias, baseados na temperatura média diária do ar, não levam em conta os efeitos das temperaturas extremas do dia e da noite e o intervalo de variação da temperatura do ar.

LINDSEY e NEWMAN (27), estudando a ocorrência do florescimento, formularam um método de graus-dias baseado nas temperaturas extremas diárias do ar, conforme a equação 5.

$$G.D. = \frac{12\,(h - t)^2}{h - w}, \qquad (5)$$

em que:

t= temperatura-base (ºF);

h= temperatura do ar máxima diária média(ºF); e

w= temperatura do ar mínima diária média(ºF).

Os métodos que se baseiam somente na temperatura do ar para a análise do desenvolvimento de uma cultura pressupõem linearidade entre temperatura e desenvolvimento. Todavia, é amplamente aceito o efeito prejudicial das temperaturas muito baixas e das temperaturas muito elevadas sobre o desenvolvimento da cultura.

BRUNINI (8) cita dois fatores que podem causar variações no ciclo da cultura do milho: 1) altos teores de nitrogênio promovem maior crescimento vegetativo e atrasam a maturação; e 2) altos teores de fósforo propiciam maturação mais rápida, mas é sabido que os nutrientes dependem do teor de umidade do solo para se deslocarem até a rizosfera e desta para o interior das raízes (8).

Uma baixa população de plantas atingirá a maturação mais rapidamente que uma população mais densa (8). Este fato relaciona-se com o balanço de energia disponível às plantas.

Segundo BRUNINI (8), a temperatura do solo chega a ser mais importante do que a do ar, em alguns períodos como, por exemplo, entre o plantio e a emergência. Esta importância tem sido enfatizada por alguns autores (7, 34, 35). Segundo WANG (35), deve ser dada atenção à temperatura do solo para a cultura do milho, no período de estabelecimento logo após a semeadura e durante a emergência das plântulas.

WANG (35) expressou a influência de cada variável agroclimática para diferentes períodos fenológicos das culturas, conforme se observa no Quadro 1.

Culturas sensíveis ao fotoperíodo têm seu cultivo limitado a áreas onde as exigências da planta a esta variável climática possam ser satisfeitas. O próprio ciclo de desenvolvimento da cultura poderá ser afetado quando um certo requerimento fotoperiódico mínimo não é atingido (7, 33, 34). Conscientes da importância do fotoperíodo no desenvolvimento vegetal, como mais especificamente no caso de certas variedades de trigo e soja, alguns pesquisadores incorporaram a duração do período diurno para a determinação das necessidades bioclimáticas de variedades destas espécies (7, 29, 30).

QUADRO 1 - Efeito das Variáveis Agroclimáticas na Fenologia das Culturas

Fase Fenológica	Tipo de Efeito	Variáveis Climáticas Significantes
Plantio	C	Ue, Ud, Sd
Germinação	C	Ue, Ud, Td, Ld
Emissão do pendão	C, F, Q	Ue, Ud, Te, Td, Le, Ld,
Florescimento	P, Q	De, Dd, Ve
Maturação		Ue, Ud, Ld, De, Dd

C, F, Q e P representam efeitos no crescimento, no florescimento, na qualidade e na produção. U, T, S, L, V e D representam umidade do solo, temperatura do ar, temperatura do solo, luz, vento e comprimento do dia; e e d representam excesso e deficiência.

PRIMAULT (31) desenvolveu índices bioclimáticos que incluem temperatura, precipitação pluvial e duração de brilho solar diária, segundo a equação 6:

$$U = \sum_{i=1}^{n} (T_i - TB_i) + qI_i + pP_i, \qquad (6)$$

em que:

U = um valor numérico, representando a influência aditiva dos elementos do clima sobre o desenvolvimento vegetal;

i = 1, ... , n(dias);

T = temperatura média diária (ºC);

TB= temperatura-base; e

i e p = valores ponderados da influência da

duração de brilho solar e da precipitação sobre o desenvolvimento vegetal.

2.2. *Necessidades Hídricas da Cultura do Milho Durante o Ciclo Fenológico*

Em regiões tropicais, a precipitação pluvial é uma das variáveis meteorológicas de maior importância para o desenvolvimento da cultura do milho. Daí, a necessidade de aplicação do conceito de graus-dias associado às disponibilidades hídricas do solo e da cultura durante a estação de crescimento. WANG (34) relata que variáveis climáticas, tais como precipitação pluvial e temperatura do ar, devem ser combinadas dentro de um único parâmetro.

Pesquisas feitas por DENMEAD e SHAW (16), HOLT e VAN DOREN (25) identificaram o subperíodo do pendoamento ao espigamento como o de maior consumo de água pela planta. Estes resultados foram também confirmados por ENGLAND (21).

Ao tentarem estimar a quantidade de água disponível ao consumo da planta, vários autores utilizaram o método do balanço hídrico. Este método é baseado numa equação de balanço entre fontes e sumidouros de umidade no solo. Por sua simplicidade de uso, o método do balanço hídrico tem sido amplamente utilizado na estimativa da água disponível para as plantas (2, 10, 32). Entre os termos que compõem a equação do balanço hídrico, destacam-se as perdas de umidade por evapotranspiração e por drenagem. A precipitação pluvial é um termo positivo nesta equação.

A determinação das necessidades hídricas da cultura é normalmente estimada com base no coeficiente de cultura (Kc), determinado experimentalmente. DOOREMBOS e PRUITT(17) indicaram valores de Kc para diversas culturas. Conforme o

Relatório Técnico da EMBRAPA/CNPMS (19), para o milho, o valor de Kc pode atingir até 1,2 no período compreendido entre a cobertura total do solo pela cultura até o início da maturação dos grãos. Coeficientes de cultura para o milho, nas condições de Sete Lagoas-MG e em Latossolo Vermelho-Escuro, foram determinados, indicando-se valores menores que 1,0 nos primeiros três decêndios após o plantio, atingindo valores máximos de 1,16 após 60 dias do plantio e decrescendo novamente a valores próximos de 0,35 no final do ciclo da cultura (19).

ANDRADE (2) avaliou o efeito da água disponível no solo sobre a relação entre a evapotranspiração real (ETr) e a evapotranspiração máxima (ETmáx), conforme está ilustrado na Figura 1. Esta relação apresenta um ponto crítico correspondente a um teor de água disponível no solo em torno de 44%, abaixo do qual ETR é menor que a ETmáx.

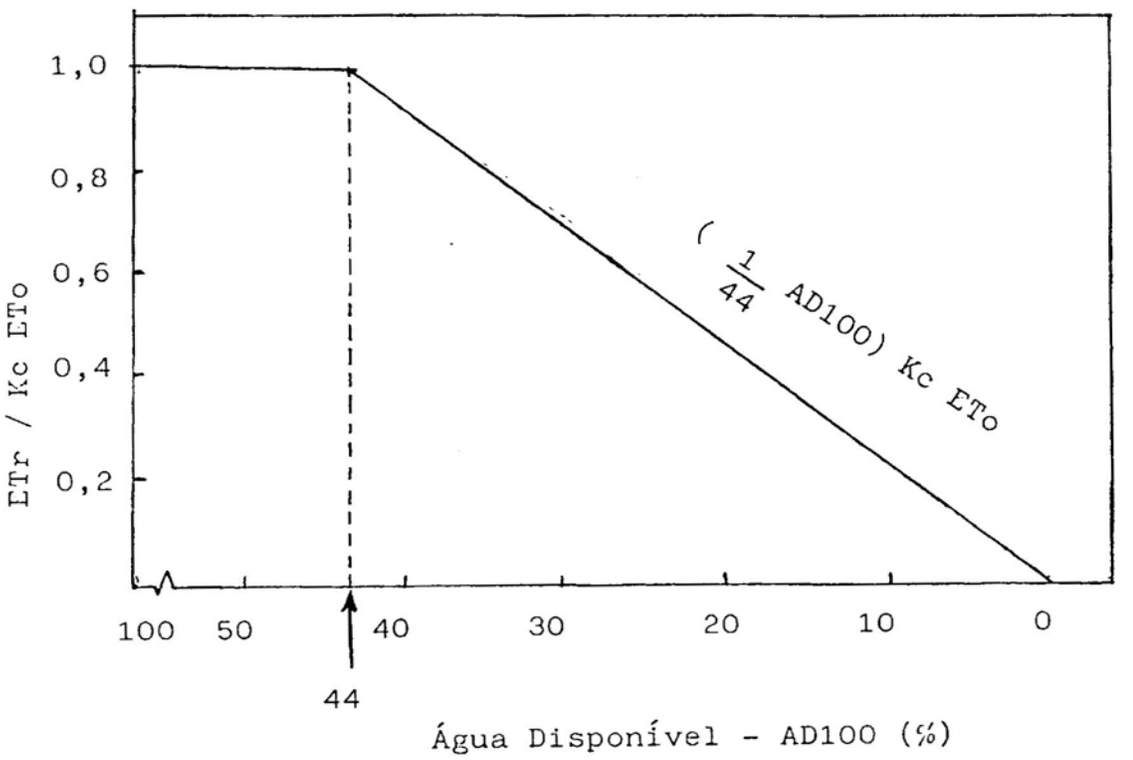

FIGURA 1 - Evapotanspiração Real (ETR) em Função da Evapotranspiração de Referência (ETo), do Coeficiente de Cultura e da Disponibilidade de Água, segundo ANDRADE (2), Sete Lagoas, MG, 1986.

3. MATERIAL E MÉTODO

3.1. *Características da Área*

O campo experimental do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS) da EMBRAPA está localizado no Município de Sete Lagoas, em Minas Gerais (19º28'S, 44º15'08''W, a 732 m de altitude). A temperatura média do ar durante o ano é de 22,1ºC e durante a estação de crescimento de outubro a março, de 23,5ºC. O total anual médio de precipitação pluvial é de 1.340 mm, sendo dezembro o mês mais chuvoso do ano, com 306 mm. A duração do brilho solar mensal é máxima no mês de agosto: 287 horas e mínima no mês de dezembro: 169 horas. Segundo a classificação climática de Köppen, Sete Lagoas possui um clima Aw (clima tropical úmido, com verão chuvoso e inverno seco).

3.2. *Dados Meteorológicos*

Os dados meteorológicos diários foram obtidos na Estação Meteorológica Principal de Sete Lagoas-MG, situada no campo experimental do CNPMS. Foram utilizados dados

diários de temperaturas máxima e mínima do ar correspondentes ao período de outubro a abril dos anos agrícolas de 1976/77, 1977/78 e 1978/79. Também foram utilizados dados diários de precipitação pluvial e umidade relativa.

3.3. *Dados Fenológicos*

Os dados fenológicos da cultura do milho utilizados neste trabalho foram obtidos no Ensaio Ecológico de Milho, realizado no CNPMS-EMBRAPA, coordenado por AVELAR (4,18), nos anos agrícolas de 1976/77, 1977/78 e 1978/79. Os dados fenológicos consistiram de datas de plantio em oito épocas distintas, com intervalo de aproximadamente 15 dias, dos cultivares Phoenix, Mezcla Amarillo e Pioneer 515. Também foram utilizados datas de ocorrência dos estádios fenológicos: emergência, pendoamento e espigamento. A data de ocorrência da emergência foi tomada quando 50% das plantas estavam visíveis à superfície do solo. O pendoamento foi caraterizado quando 50% das plantas de cada parcela liberavam pólen. A data referente ao espigamento foi considerada quando 80% dos estigmas superiores eram visíveis. Todavia, os dados de espigamento referentes ao ano agrícola de 1976/77 não foram utilizados, por razões de confiabilidade.

3.4. *Cálculo de Graus-Dias*

Para o cálculo dos graus-dias, utilizou-se o método de Brown, expresso pela seguinte equação:

$$G.D.= \sum_{i=1}^{n} \frac{(Ymáx._i + Ymín._i)}{2}, \qquad (7)$$

em que:

$$Ymáx.=3,33(Tmáx._i - 10) - 0,084(Tmáx._i - 10)^2 ; e \qquad (8)$$

$$Ymín.=1,8(Tmín._i - 4,4), \qquad (9)$$

sendo Tmáx.= temperatura máxima do dia i; e

Tmín.= temperatura mínima do dia i (para o somatório do primeiro dia (i=1) ao último dia (i=n) do período fenológico).

A identificação dos estádios fenológicos será feita segundo a classificação apresentada por HANWAY (24), na qual se atribui um número correspondente a cada estádio fenológico da planta, conforme a escala abaixo:

	Número de Estádios
a) Emergência	0,5
b) Diferenciação do Pendão	2,0
c) Emergência do Pendão	4,0
d) Emergência da Espiga	5,0
e) Maturação Fisiológica	10,0

Neste trabalho foram considerados os estádios de emergência, pendoamento e espigamento para três cultivares.

3.5. *Balanço Diário de Água no Solo*

O balanço diário de água no solo foi determinado pela

equação 10:

$$A_i = A_{i-1} - E_{i-1} + P_{i-1} - D_{i-1} \qquad (10)$$

em que:

A_i = água armazenada no "i"-ésimo dia;

A_{i-1} = água armazenada no início do dia anterior;

E_{i-1} = evapotranspiração real do dia anterior(mm);

P_{i-1} = precipitação do dia anterior(mm); e

D_{i-1} = drenagem do dia anterior(mm).

3.6. *Determinação da Água Disponível no Solo (AD100)*

Para efeito do cálculo de água disponível, adotaram-se os valores de 360 mm de água armazenada no solo como o correspondente ao limite superior e de 260 mm para o ponto de murcha (PM), com base em determinações experimentais, feitas por ANDRADE (2) e COSTA (13). A água disponível no solo (AD100) para determinado dia foi assumida como sendo aquela compreendida entre a lâmina armazenada atual e a armazenada no ponto de murcha para o referido dia, num volume de controle a 100 cm de profundidade. A água armazenada no solo (A100), a partir do plantio, é calculada pela equação do balanço diário de água no solo. A determinação da evapotranspiração real (ETR) foi feita com base no valor de água disponível no solo (AD100). Se a AD100 for superior ao valor crítico de 40%, a ETR será calculada segundo a equação 11.

$$ETR = ETmáx. = ETo \times Kc \qquad (11)$$

A evapotranspiração de referência (ETo) foi estimada diariamente, utilizando-se programa de computador, ajustado

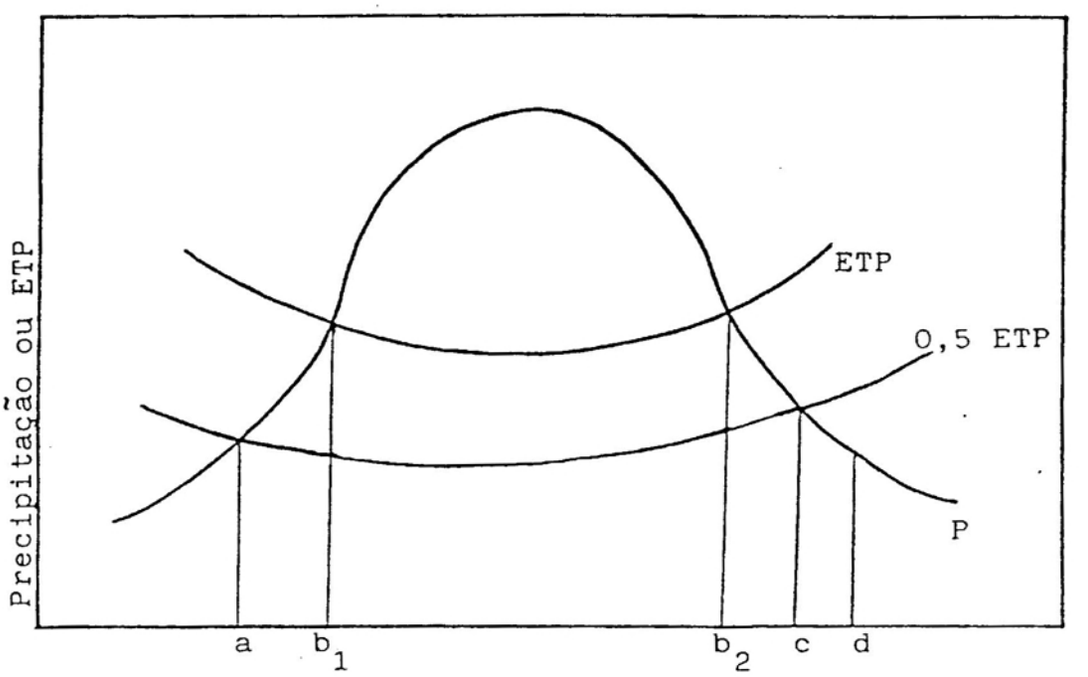

FIGURA 2 - Ciclo da estação de crescimento de uma cultura de milho e o ciclo do período úmido.
a - início da estação de crescimento;
b_1 - início do período úmido;
b_2 - fim do período úmido;
c - fim da estação chuvosa;
d - fim do período de crescimento;
ETP - evapotranspiração potencial;
P - precipitação pluvial.

por COUTO *et alii* (15).

Se a AD100 atingir valores inferiores a 40%, a ETR será calculada, usando-se as equações 12 e 13.

$$ETR = \frac{AD100}{40} \times ETmáx. \quad (12)$$

$$ETmáx. = ETo \times Kc \quad (13)$$

3.7. *Determinação da Estação de Crescimento em Sete Lagoas-MG.*

A estação de crescimento da cultura do milho foi determinada segundo o critério sugerido por FRÉRE e POPOV (22), em que se destacam três subperíodos, conforme se observa na Figura 2: a) "Pré-úmido", durante o qual a precipitação permanece abaixo da evapotranspiração potencial; b)"Úmido", durante o qual a precipitação média permanece acima da evapotranspiração potencial; e c)"Pós-úmido", quando a curva de precipitação fica abaixo da evapotranspiração potencial. O início da estação de crescimento ocorre quando a precipitação se torna igual ou maior que a metade da evapotranspiração potencial. O último dia da estação de crescimento ocorrerá quando a precipitação for menor que a metade da evapotranspiração potencial, somado ao tempo necessário para evapotranspirar 100 mm de água armazenada no solo.

Neste trabalho, utilizaram-se médias decendiais de precipitação pluvial e de evapotranspiração potencial para um período de 14 anos de dados (1971-86). A evapotranspiração potencial (em mm/dia) foi determinada pelo método de LINACRE (26), conforme a seguinte fórmula:

$$ETP = \frac{500\ Tm/(100 - A) + 15(T - Td)}{(80 - T)}, \qquad (14)$$

em que Tm = T + 0,006 h, sendo h a elevação (em metros); T, a temperatura média(ºC); e A é a latitude (em graus).

O termo (T - Td) é a diferença entre a temperatura média do ar e a temperatura do ponto de orvalho.

3.8. *Análise Estatística dos Dados Fenológicos*

A análise estatística da fenologia dos três cultivares de milho baseou-se nas médias dos oito períodos de plantio, ano a ano. Aplicou-se o teste de Tukey, ao nível de 5%, quando o teste F foi significativo. Cada cultivar representa um tratamento e cada época de plantio, uma repetição, segundo o delineamento de blocos casualizados, com três tratamentos e oito repetições.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. *Exigências Térmicas de Três Cultivares de Milho para Atingir os Estádios Fenológicos de Emergência, Pendoamento e Espigamento, em Oito Diferentes Datas de Plantio*

A determinação das exigências térmicas dos cultivares de milho Phoenix, M. Amarillo e Pioneer 515 baseou-se nos dados fenológicos obtidos pelo Ensaio Ecológico de Milho, realizado no CNPMS-EMBRAPA, nos anos agrícolas de 1976/77, 1977/78 e 1978/79, apresentados no Quadro 2.

4.1.1. *Período de Plantio-Emergência*

O Quadro 3 apresenta as estimativas em graus-dias para se atingir a emergência dos cultivares Phoenix, M. Amarillo e Pioneer 515, no ano agrícola de 1976/77.

Os três cultivares necessitaram, em média, da mesma quantidade de graus-dias (230 GD) para atingirem a emergência; para uma mesma data de plantio, não houve diferença para atingir a emergência. A variação em

QUADRO 2 - Datas de Ocorrência da Emergência, Pendoamento e Espigamento, para Três Cultivares de Milho, nos Anos Agrícolas de 1976/77, 1977/78 e 1978/79, em Sete Lagoas (MG).

Cultivar	Plantio	Ano Agrícola de 1976/77		Ano Agrícola de 1977/78			Ano Agrícola de 1978/79		
		Emergência	Pendoamento	Emergência	Pendoamento	Espigamento	Emergência	Pendoamento	Espigamento
Phoenix	07/10	15/10	25/12	13/10	27/12	06/01	16/10	22/12	28/12
M. Amarillo	07/10	15/10	15/12	13/10	22/12	02/01	16/10	14/12	22/12
Pioneer 515	07/10	15/10	14/12	13/10	19/12	28/12	16/10	11/12	18/12
Phoenix	20/10	28/10	03/01	11/11	15/01	24/01	26/10	30/12	08/01
M. Amarillo	20/10	28/10	28/12	11/11	11/01	20/01	26/10	26/12	01/01
Pioneer 515	20/10	28/10	28/12	11/11	07/01	15/01	25/10	22/12	28/12
Phoenix	01/11	13/11	21/01	12/11	17/01	25/01	07/11	12/01	23/01
M. Amarillo	01/11	13/11	15/01	12/11	11/01	21/01	07/11	06/01	14/01
Pioneer 515	01/11	13/11	14/01	12/11	07/01	13/01	06/11	03/01	08/01
Phoenix	16/11	22/11	02/02	20/11	26/01	04/02	20/11	26/01	05/02
M. Amarillo	16/11	22/11	24/01	22/11	21/01	27/01	20/11	19/01	24/01
Pionner 515	16/11	22/11	23/01	19/11	19/01	24/01	19/11	18/01	22/01
Phoenix	02/12	08/12	14/02	09/12	13/02	24/02	06/12	11/02	18/02
M. Amarillo	02/12	08/12	06/02	08/12	07/02	19/02	06/12	04/02	11/02
Pioneer 515	02/12	08/12	04/02	07/12	02/02	14/02	06/12	01/02	06/02
Phoenix	15/12	21/12	26/02	20/12	26/02	11/03	19/12	22/02	01/03
M. Amarillo	15/12	21/12	18/02	20/12	19/02	02/03	19/12	17/02	24/02
Pioneer 515	15/12	21/12	17/02	20/12	18/02	26/02	19/12	13/02	19/02
Phoenix	29/12	05/01	18/03	08/01	14/03	26/03	03/01	10/03	19/03
M. AmarilLo	29/12	05/01	07/03	08/01	09/03	17/03	03/01	02/03	12/03
Pioneer 515	29/12	05/01	07/03	06/01	08/03	15/03	03/01	28/02	09/03
Phoenix	18/01	23/01	01/04	22/01	28/03	12/04	22/01	03/04	12/04
M. Amarillo	18/01	23/01	25/03	23/01	26/03	05/04	23/01	25/03	04/04
Pionner 515	18/01	23/01	25/03	22/01	22/03	02/04	22/01	23/03	03/04

graus-dias do plantio à emergência, considerando-se as diferentes datas de plantio, foi de 175 a 366 GD.

QUADRO 3 - Graus-Dias e Precipitação Pluvial Acumulados do Plantio à Emergência, Média dos Três Cultivares de Milho - Phoenix, M. Amarillo e Pioneer 515 -, em Diferentes Épocas de Plantio, no Ano Agrícola de 1976/77, em Sete Lagoas-MG

Data de Plantio	Data de Emergência	Escala de Hanway	Graus-Dias (GD)	Precipitação (mm)
07/10	15/10	0,5	230	45,9
20/10	28/10	0,5	238	59,6
01/11	13/11	0,5	366	23,2
16/11	22/11	0,5	204	163,9
02/12	08/12	0,5	205	119,2
15/12	21/12	0,5	198	49,8
29/12	05/01	0,5	220	24,2
18/01	23/01	0,5	175	248,4
Médias			230	91,8
s			58,0	
C.V.			25,5	

No Quadro 4, apresenta-se acúmulo de graus-dias necessário para a ocorrência da emergência dos cultivares Phoenix, M. Amarillo e Pioneer 515, em oito diferentes datas de plantio, em Sete Lagoas-MG, no ano agrícola de 1977/78.

Observou-se que o plantio realizado em 20 de outubro de 1977 ocorreu num período em que choveu apenas 0,5 mm, entre 7 e 28 de outubro. Conseqüentemente, foram afetadas as exigências térmicas para a ocorrência da emergência, apresentando valor muito elevado, 656 graus-dias. Como este valor foi obtido em função de condições altamente desfavoráves de umidade no solo para a ocorrência da emergência, eliminaram-se os dados referentes a esta data de plantio da análise estatística dos dados.

Os cultivares Phoenix, M. Amarillo e Pioneer 515 atingiram a emergência com um valor médio para as sete datas de plantio de 218, 225 e 197 graus-dias, respectivamente. Não houve diferenças estatisticamente significantes entre os graus-dias acumulados do plantio à emergência e entre os três cultivares nesse ano agrícola (1977/78).

QUADRO 4 - Graus-Dias e Chuvas Acumulados do Plantio à Emergência de Três Cultivares de Milho, em Diferentes Épocas de Plantio, no Ano Agrícola de 1977/78, em Sete Lagoas-MG

Data do	Phoenix			M.Amarillo			Pioneer 515		
Plantio	D1	GD	Prec.	D2	GD	Prec.	D3	GD	Prec.
07/10	13/10	186	0,2	13/10	186	0,2	13/10	186	0,2
20/10	11/11	656	56,5	11/11	656	56,5	11/11	656	56,5
01/11	12/11	340	45,0	12/11	340	45,0	12/11	340	45,0
16/11	20/11	142	66,8	22/11	200	118,1	19/11	112	49,5
02/12	09/12	232	17,4	08/12	202	17,4	07/12	174	9,2
15/12	20/12	169	25,8	20/12	169	25,8	20/12	169	25,8
29/12	08/01	312	72,7	08/01	312	72,7	06/01	253	50,2
18/01	22/01	142	0,0	23/01	171	0,0	22/01	142	0,0
Médias		218	32,6		225	40,0		197	25,7
s		80,5			70,1			76,7	
C.V.		37,0			31,1			39,0	

D1, D2 e D3 representam as datas de emergência para os cultivares Phoenix, M. Amarillo e Pioneer 515, respectivamente. Estádio pela escala de Hanway = 0,5. GD representa o acúmulo, em graus-dias, do plantio à emergência.

Análise de Variância

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	6	98275,6	16379,3	
Trat.	2	3165,4	1582,7	3,52 n.s.
Resid.	12	5401,2	450,1	
Total	20	106842,3		

n.s.= F não-significativo a 5%.

No Quadro 5 encontram-se as exigências térmicas dos cultivares Phoenix, M. Amarillo e Pioneer 515, para atingirem a emergência em oito diferentes datas de plantio, em Sete Lagoas-MG, no ano agrícola de 1978/79.

O cultivar Phoenix atingiu a emergência com uma quantidade de graus-dias que variou de 135 a 278 e com um valor médio de 175 graus-dias. O cultivar M. Amarillo necessitou de um valor médio de 175 graus-dias para a ocorrência da emergência, tendo apresentado uma variação de 135 a 278 graus-dias. O cultivar Pioneer 515 acumulou, em média, 165 graus-dias para a ocorrência da emergência, com uma variação de 106 a 278 graus-dias.

QUADRO 5 - Graus-Dias e Chuvas Acumulados do Plantio à Emergência de Três Cultivares de Milho, em Diferentes Épocas de Plantio, no Ano Agrícola de 1978/79, em Sete Lagoas-MG

Data do	Phoenix			M.Amarillo			Pioneer 515		
Plantio	D1	GD	Prec.	D2	GD	Prec.	D3	GD	Prec.
07/10	16/10	278	60,8	16/10	278	60,8	16/10	278	60,8
20/10	26/10	188	2,9	26/10	188	2,9	25/10	161	2,9
01/11	07/11	203	21,6	07/11	203	21,6	06/11	174	21,6
16/11	20/11	135	2,8	20/11	135	2,8	19/11	106	2,8
02/12	06/12	136	17,1	06/12	136	17,1	06/12	136	17,1
15/12	19/12	142	74,6	19/12	142	74,6	19/12	142	74,6
29/12	03/01	174	12,6	03/01	174	12,6	03/01	174	12,6
18/01	22/01	147	93,7	23/01	173	104,9	22/01	165	93,7
Média		175	35,8		178	35,9		165	35,8
s		48,7			47,4			51,0	
C.V.		27,8			26,6			31,0	

D1, D2 e D3 representam as datas de emergência para os cultivares Phoenix, M. Amarillo e Pioneer 515, respectivamente. Estádio pela escala de Hanway = 0,5.
GD representa o acúmulo, em graus-dias, do plantio à emergência.

Análise de Variância

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	7	48607,3	6943,9	
Trat.	2	575,6	287,8	2,91 n.s.
Resid.	14	1386,4	99,0	
Total	23	50569,3		

n.s.= F não-significativo a 5%.

Os três cultivares baseados no teste F a 5% não diferiram estatisticamente nas exigências de graus-dias para se atingir a emergência no ano agrícola de 1978/79. O coeficiente de variação para a análise de variância correspondente indica boa precisão do experimento.

NUNEZ (28), em trabalho realizado em Viçosa-MG, usando o método de Brown para o cálculo de graus-dias, determinou as exigências térmicas do plantio à emergência para os cultivares Br 120, AG 260 e Pioneer Precoce 6875, tendo obtido os valores de 185, 185 e 162 graus-dias, respectivamente. Estes resultados são consistentes com os valores obtidos em Sete Lagoas-MG.

4.1.2. *Período de Plantio-Pendoamento*

No Quadro 6 encontra-se o somatório de graus-dias acumulados para cada um dos três cultivares de milho atingir o pendoamento a partir de oito diferentes datas de plantio, no ano agrícola de 1976/77. O cultivar Phoenix necessitou, em média, de 2203 graus-dias para atingir o pendoamento, com uma variação entre 2107 e 2328 graus-dias.

O cultivar Mezcla Amarillo atingiu o pendoamento com um valor médio de graus-dias entre as diferentes datas de

plantio de 1.970 GD, tendo apresentado uma variação de 1.881 a 2.157 graus-dias. O cultivar Pioneer 515 atingiu o pendoamento com uma quantidade de graus-dias que variou, entre as oito datas de plantio, de 1.851 a 2.128, com valor médio de 1.965 graus-dias.

Aplicando o teste de Tukey ao nível de 5%, verificou-se que os cultivares M. Amarillo e Pioneer 515 não apresentaram diferenças estatisticamente significantes quanto às exigências térmicas do plantio ao espigamento. Todavia, o cultivar Phoenix apresentou maior quantidade de graus-dias para atingir o pendoamento, em comparação com os cultivares mencionados. O coeficiente de variação para a análise de variância foi de 2,5%, o que indica uma precisão satisfatória do experimento.

QUADRO 6 - Graus-Dias e Chuvas Acumulados do Plantio ao Pendoamento de Três Cultivares de Milho, em Diferentes Datas de Plantio, no Ano Agrícola de 1976/77, em Sete Lagoas-MG

Data do	Phoenix			M.Amarillo			Pioneer 515		
Plantio	D1	GD	Prec.	D2	GD	Prec.	D3	GD	Prec.
07/10	25/12	2225	653,3	15/12	1939	563,1	14/12	1909	560,2
20/10	03/01	2143	647,4	28/12	1979	626,6	28/12	2116	626,6
01/11	21/01	2328	713,5	15/01	2157	591,2	14/01	2128	591,2
16/11	02/02	2260	943,7	24/01	1994	789,9	23/01	1965	780,5
02/12	14/02	2139	768,9	06/02	1919	768,0	04/02	1863	768,0
15/12	26/02	2107	574,9	18/02	1881	574,9	17/02	1851	574,9
29/12	18/03	2275	480,4	07/03	1960	467,8	07/03	1960	467,8
18/01	01/04	2143	514,4	25/03	1932	465,0	25/03	1932	465,0
Média		2203	662,1		1970	605,8		1965	604,3
s		80,3			83,6			105,0	
C.V.		3,64			4,24			5,34	

D1, D2 e D3 representam as datas de pendoamento para os cultivares Phoenix, M. Amarillo e Pioneer 515, respectivamente. Estádio pela escala de Hanway = 4,0.
GD representa o acúmulo, em graus-dias, do plantio ao pendoamento.

Análise de Variância

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	7	134437,0	19205,3	
Trat.	2	293836,1	146918,1	56,68 (*)
Resid.	14	36285,9	2591,9	
Total	23	464559,0		

(*)= F significativo a 5%.

Teste de Tukey

Média de Phoenix	=	2203	A
Média de M.Amarillo	=	1970	B
Média de Pionner 515	=	1965	B

No Quadro 7 são apresentadas as exigências de graus-dias dos cultivares Phoenix, M. Amarillo e Pioneer 515 para atingirem o pendoamento a partir de oito diferentes datas de plantio, no ano agrícola de 1977/78.

O cultivar Phoenix atingiu o pendoamento com um valor médio de 2.146 graus-dias, tendo apresentado uma variação de 1.977 a 2.346 graus-dias. O cultivar Mezcla Amarillo atingiu o pendoamento com uma quantidade de graus-dias que variou, entre as oito datas de plantio, de 1.903 a 2.209, com um valor médio de 1.999 graus-dias. O cultivar Pioneer 515 necessitou, em média, de 1.917 graus-dias para a ocorrência do pendoamento, tendo apresentado uma variação de 1.789 a 2.119 graus-dias nos valores acumulados entre as datas de plantio.

Aplicando-se o teste de Tukey a 5%, os três cultivares apresentaram exigências térmicas estatisticamente diferentes para atingirem o pendoamento. O cultivar Pioneer 515 foi o mais precoce, enquanto o Phoenix foi o mais tardio, sendo o coeficiente de variação da análise de variância de 1,6%.

QUADRO 7 - Graus-Dias e Chuvas Acumulados do Plantio ao Pendoamento de Três Cultivares de Milho, em Diferentes Datas de Plantio, no Ano Agrícola de 1977/78, em Sete Lagoas-MG

Data do	Phoenix			M.Amarillo			Pioneer 515		
Plantio	D1	GD	Prec.	D2	GD	Prec.	D3	GD	Prec.
07/10	27/12	2346	467,7	22/12	2209	383,3	19/12	2119	381,3
20/10	15/01	2534	774,7	11/01	2420	608,7	07/01	2302	519,7
01/11	17/01	2248	772,8	11/01	2074	594,5	07/01	1956	507,1
16/11	26/01	2070	727,8	21/01	1929	727,8	19/01	1873	727,8
02/12	13/02	2108	668,2	07/02	1932	492,0	02/02	1789	490,4
15/12	26/02	2107	741,4	19/02	1903	671,7	18/02	1875	644,3
29/12	14/03	2165	689,9	09/03	2025	687,8	08/03	1997	687,8
18/01	28/03	1977	375,7	26/03	1920	372,0	22/03	1812	372,0
Média		2194	652,3		2051	567,2		1965	541,3
s		177,3			181,3			172,9	
C.V		8,08			8,84			8,80	

D1, D2 e D3 representam as datas de pendoamento para os cultivares Phoenix, M. Amarillo e Pioneer 515, respectivamente. Estádio pela escala de Hanway = 4,0.
GD representa o acúmulo, em graus-dias, do plantio ao pendoamento.

Análise de Variância

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	6	227717,3	37952,9	
Trat.	2	187851,5	93925,8	73,05 (*)
Resid.	12	15429,8	1285,8	
Total	20	430998,7		

(*)= F significativo a 5%.

Teste de Tukey

Média de Phoenix	- 2146	A
Média de M.Amarillo	- 1999	B
Média de Pionner 515	- 1917	C

O Quadro 8 apresenta as exigências de graus-dias dos cultivares Phoenix, M. Amarillo e Pioneer 515 para a ocorrência do pendoamento a partir de oito diferentes datas de plantio, no ano agrícola 1978/79. Dos três anos estudados, 1978/79 foi de melhores chuvas em volume e distribuição.

O cultivar Phoenix necessitou em média de 2053 graus-dias para a ocorrência do pendoamento, com uma variação no acúmulo de graus-dias, entre as oito diferentes datas de plantio, de 1.991 a 2.152 graus-dias. O cultivar Mezcla Amarillo atingiu o pendoamento com um valor médio de graus-dias de 1.864, tendo apresentado uma variação de 1.818 a 1.920 graus-dias. O cultivar Pioneer 515 atingiu o pendoamento com um valor médio de graus-dias de 1.786, tendo apresentado uma variação de 1.726 a 1.853 graus-dias.

QUADRO 8 - Graus-Dias e Chuvas Acumulados do Plantio ao Pendoamento de Três Cultivares de Milho, em Diferentes Datas de Plantio, no Ano Agrícola de 1978/79, em Sete Lagoas (MG)

Data do	Phoenix			M.Amarillo			Pioneer 515		
Plantio	D1	GD	Prec.	D2	GD	Prec.	D3	GD	Prec.
07/10	22/12	2147	493,9	14/12	1920	414,8	11/12	1841	407,6
20/10	30/12	2009	402,1	26/12	1896	387,5	22/12	1783	379,1
01/11	12/01	2039	458,8	06/01	1881	404,6	03/01	1791	396,8
16/11	26/01	2018	666,1	19/01	1820	540,5	18/01	1790	523,8
02/12	11/02	2030	1078,7	04/02	1829	893,5	01/02	1743	818,2
15/12	22/02	1991	1221,1	17/02	1840	1151,4	13/02	1726	1017,6
29/12	10/03	2040	1142,2	02/03	1818	1131,6	28/02	1764	1131,6
18/01	03/04	2152	1022,5	25/03	1908	1014,0	23/03	1853	1014,0
Média		2053			1864			1786	
s		61,7			41,8			43,8	
C.V.		3,01			2,24			2,45	

D1, D2 e D3 representam as datas de pendoamento para os cultivares Phoenix, M. Amarillo e Pioneer 515, respectivamente. Estádio pela escala de Hanway = 4,0.
GD representa o acúmulo, em graus-dias, do plantio ao pendoamento.

Análise de Variância

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F(*)
Blocos	7	43371,3	6195,9	
Trat.	2	301502,6	150751,3	237,10
Resid.	14	8898,1	635,6	
Total	23	353772,0		

F significativo a 5%.

Teste de Tukey

Média de Phoenix	= 2053	A
Média de M.Amarillo	= 1864	B
Média de Pionner 515	= 1786	C

Os três cultivares apresentaram exigências térmicas para atingirem o pendoamento estatisticamente diferentes, segundo o teste de Tukey ao nível de 5%. O cultivar Pioneer 515 foi o mais precoce, enquanto o cultivar Phoenix foi o mais tardio. O coeficiente de variação da análise foi de 1,3%.

Os graus-dias acumulados do plantio ao pendoamento, para os três cultivares, foram menores no ano agrícola de 1978/79 e maiores no de 1976/77.

A média da precipitação pluvial entre os oito períodos do plantio ao pendoamento dos três cultivares indica que choveu mais em 1978/79, sendo este também o ano de menor acúmulo, em graus-dias. Para o período do plantio ao pendoamento do cultivar Phoenix, por exemplo, foram necessários cerca de 2203, 2146 e 2053 graus-dias nos anos agrícolas de 1976/77, 1977/78 e 1978/79, respectivamente. Nestes anos agrícolas, no mesmo período choveu, em média, cerca de 662, 635 e 811 mm, respectivamente. As regressões lineares entre graus-dias e precipitações pluviais

apresentaram coeficientes de determinação menores que 0,30, expressando uma influência relativamente pequena entre precipitações pluviais e graus-dias. Devido aos baixos coeficientes de determinação obtidos, não foi apresentado um quadro com os coeficientes da regressão.

4.1.3. *Período de Plantio-Espigamento*

No Quadro 9, observam-se os graus-dias acumulados a partir de oito diferentes datas de plantio para os cultivares Phoenix, H. Amarillo e Pioneer 515, no ano agrícola de 1977/78. As datas referentes ao espigamento do ano agrícola de 1976/77 não foram registradas.

O cultivar Phoenix atingiu o espigamento com uma quantidade de graus-dias que variou, a partir das oito datas de plantio, de 2.316 a 2.625, com valor médio de 2.455 graus-dias.

O cultivar Mezcla Amarillo necessitou, em média, de 2.273 graus-dias para atingir o espigamento, com uma variação, a partir das datas de plantio, entre 2.097 e 2.513 graus-dias.

O cultivar Pioneer 515 atingiu o espigamento com um valor médio de graus-dias, a partir das diferentes datas de plantio, de 2.154, tendo apresentado uma variação de 2.015 a 2.373 graus-dias.

Os três cultivares apresentaram diferentes exigências térmicas para a ocorrência do espigamento, segundo o teste de Tukey, ao nível de 5%. O cultivar Phoenix foi o mais tardio, sendo o coeficiente de variação da análise de variância de 1,6%.

QUADRO 9 - Graus-Dias e Chuvas Acumulados do Plantio ao Espigamento de Três Cultivares de Milho, em Oito Diferentes Datas de Plantio, no Ano Agrícola de 1977/78, em Sete Lagoas (MG)

Data do	Phoenix			M.Amarillo			Pioneer 515		
Plantio	D1	GD	Prec.	D2	GD	Prec.	D3	GD	Prec.
07/10	06/01	2625	518,4	02/01	2513	767,7	28/12	2373	467,7
20/10	24/01	2793	785,4	20/01	2679	785,4	15/01	2534	774,7
01/11	25/01	2474	772,8	21/01	2361	772,8	13/01	2130	728,1
16/11	04/02	2316	727,8	27/01	2097	727,8	24/01	2015	727,8
02/12	24/02	2426	801,8	19/02	2281	732,1	14/02	2137	692,8
15/12	11/03	2473	799,9	02/03	2215	741,6	26/02	2107	741,4
29/12	26/03	2494	689,9	17/03	2248	689,9	15/03	2193	689,9
18/01	12/04	2380	428,6	05/04	2197	420,2	02/04	2123	409,5
Média		2455	677,0		2273	693,1		2154	636,7
s		97,4			133,0			110,2	
C.V.		3,97			5,85			5,11	

D1, D2 e D3 representam as datas de espigamento para os cultivares Phoenix, M. Amarillo e Pioneer 515, respectivamente. Estádio pela escala de Hanway = 5,0.
GD representa o acúmulo, em graus-dias, do plantio ao espigamento.

Análise de Variância

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	6	217863,2	36310,5	
Trat.	2	322658,7	161329,3	107,5 (*)
Resid.	12	18015,3	1501,3	
Total	20	465637,5		

(*) = F significativo a 5%.

Teste de Tukey

Média de Phoenix	= 2498	A
Média de M.Amarillo	= 2324	B
Média de Pionner 515	= 2201	C

No Quadro 10 apresenta-se o somatório de graus-dias a partir das diferentes datas de plantio para atingir o espigamento dos cultivares Phoenix, M. Amarillo e Pioneer 515, no ano agrícola de 1978/79. Dos dois anos estudados, em 1978/79 as chuvas foram melhor distribuídas. A média de graus-dias acumulados e as precipitações pluviais em 1977/78, durante o período do plantio ao espigamento do cultivar Phoenix, foram de 2273 GD e 677 mm, respectivamente, enquanto em 1878/79 foram de 2295 GD e 933 mm, respectivamente.

QUADRO 10- Graus-Dias e Chuvas Acumulados do Plantio ao Espigamento de Três Cultivares de Milho, em Oito Diferentes Datas de Plantio, no Ano Agrícola de 1978/79, em Sete Lagoas-MG

Data do	Phoenix			M.Amarillo			Pioneer 515		
Plantio	D1	GD	Prec.	D2	GD	Prec.	D3	GD	Prec.
07/10	28/12	2314	504,3	22/12	2148	493,9	18/12	2033	467,7
20/10	08/01	2266	449,2	01/01	2064	402,1	28/12	1949	389,5
01/11	23/01	2349	698,2	14/01	2094	592,8	08/01	1934	444,6
16/11	05/02	2305	1115,0	24/01	1960	628,0	22/01	1907	614,6
02/12	18/02	2230	1214,0	11/02	2030	1078,7	06/02	1887	1028,9
15/12	01/03	2185	1221,1	24/02	2049	1221,1	19/02	1900	1182,9
29/12	19/03	2304	1218,7	12/03	2097	1142,2	09/03	2012	1142,2
18/01	12/04	2405	1041,5	04/04	2181	1030,6	03/04	2152	1022,5
Média		2295	932,8		2078	823,7		1972	786,5
s		68,5			69,0			69,9	
C.V.		3,00			3,30			4,56	

D1, D2 e D3 representam as datas de espigamento para os cultivares Phoenix, M. Amarillo e Pioneer 515, respectivamente. Estádio pela escala de Hanway = 5,0.
GD representa o acúmulo em graus-dias, do plantio ao espigamento.

Análise de Variância

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	7	100201,3	14314,5	
Trat.	2	433670,1	216835,2	136,49 (*)
Resid.	14	22240,6	1588,6	
Total	23	556112,0		

(*) = F significativo a 5%.

Teste de Tukey

Média de Phoenix	- 2295	A
Média de M.Amarillo	- 2078	B
Média de Pionner 515	- 1972	C

O cultivar M. Amarillo necessitou, em média,de 2078 graus-dias para atingir o espigamento, nas diferentes datas de plantio, tendo apresentado uma variação de 1960 a 2181 graus-dias. O cultivar Pioneer 515 atingiu o espigamento com uma quantidade de graus-dias que variou, entre as oito datas de plantio, de 1887 a 2152 graus-dias, com um valor médio de 1972 graus-dias.

Os três cultivares no ano agrícola de 1978/79 apresentaram exigências térmicas, a partir do plantio até o espigamento, estatisticamente diferentes, com base no teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. O cultivar Pioneer 515 foi o mais precoce, enquanto o cultivar Phoenix foi o mais tardio. O coeficiente de variação da análise de variância foi 1,3, o que indica boa precisão do experimento.

Considerando os três estádios fenológicos estudados, o cultivar Pioneer 515 foi o mais precoce e o cultivar Phoenix, o mais tardio. O ano agrícola de 1977/78 apresentou os maiores coeficientes de variação da quantidade média de graus-dias para a ocorrência do espigamento a partir das épocas de plantio.

BIBLIOTECA
DEPTO. ENG. AGRÍCOLA

4.1.4. *Análise das Regressões Lineares entre Estádios de Desenvolvimento Fenológicos e Graus-Dias, para Três Cultivares de Milho, em Sete Lagoas-MG*

Os resultados da análise de regressão linear para cada cultivar, entre estádios de desenvolvimento e graus-dias acumulados para cada ano agrícola separadamente, e para os três anos, tomados em conjunto, são apresentados no Quadro 11. Neste Quadro são destacados a constante de regressão (a), o coeficiente de regressão (b) e o coeficiente de determinação (R^2).

QUADRO 11 - Estimativa dos Coeficientes e Constantes da Regressão Linear da Forma Y = a + bX + e, que Relaciona o Acúmulo em Graus-Dias a Partir do Plantio de Três Cultivares de Milho (X) e a Ocorrência de Estádios Fenológicos (Y), Segundo a Escala de Hanway, em Sete Lagoas-MG

Ano	Cultivar	â	b̂	R^2
	Phoenix	0,1027	0,0018	0,99
1976/77	M. Amarillo	0,0521	0,0020	0,99
	Pioneer 515	0,0560	0,0020	0,99
	Phoenix	0,0180	0,0019	0,97
1977/78	M. Amarillo	-0,0143	0,0021	0,96
	Pioneer 515	0,0173	0,0021	0,96
	Phoenix	0,1253	0,0020	0,98
1978/79	M. Amarillo	0,0773	0,0022	0,98
	Pioner 515	0,0983	0,0023	0,98
	Phoenix	0,0824	0,0019	0,97
1976/79	M. Amarillo	0,0507	0,0021	0,96
	Pioner 515	0,0685	0,0022	0,96

b̂ = Coeficiente de regressão significante ao nível de 5% de probabilidade.

As condições pluviais durante o ciclo da cultura foram mais favoráveis em 1977/78 e menos favoráveis em 1976/77. O aumento nos coeficientes de regressão (b) de ano a ano traduz a tendência da fenologia da planta em encurtar seu ciclo, caso as condições hídricas do ano sejam favoráveis ao desenvolvimento da cultura. O cultivar Pioneer 515 apresentou taxas de desenvolvimento de 0,0020, em 1976/77; de 0,0021, em 1977/78; e de 0,0022, em 1978/79, acompanhando a melhoria das condições de umidade no solo, proporcionadas pelo regime pluviométrico durante os anos agrícolas. A precocidade do cultivar Pioneer 515 pode ser ilustrada pelas maiores taxas de desenvolvimento, expressas em unidades de estádio fenológico por unidades de graus-dias, em comparação com os outros dois cultivares. O cultivar Phoenix apresentou a menor taxa de desenvolvimento para todos os anos, indicando que este cultivar tem o ciclo tardio em relação aos outros dois. Na seqüência dos anos agrícolas, a taxa de desenvolvimento do cultivar Phoenix eleva-se lentamente, sendo 0,0018 no primeiro ano, 0,0019 no segundo e 0,0020 no último ano. Estes resultados são ilustrados pelas Figuras 3, 4 e 5.

Resultados semelhantes, quanto à precocidade dos cultivares, foram obtidos quando se combinaram os dados dos três anos agrícolas, conforme está ilustrado na Figura 6.

Os coeficientes de determinação variaram de 0,96 a 0,99, indicando que os graus-dias acumulados a partir do plantio explicam a maior parte da variação total observada nos estádios fenológicos dos cultivares. Os maiores coeficientes de determinação foram observados no ano agrícola de 1976/77. O ano agrícola de 1977/78 apresentou os menores coeficientes de determinação, para os três cultivares.

Nos Quadros 12 e 13 apresenta-se o número de dias a

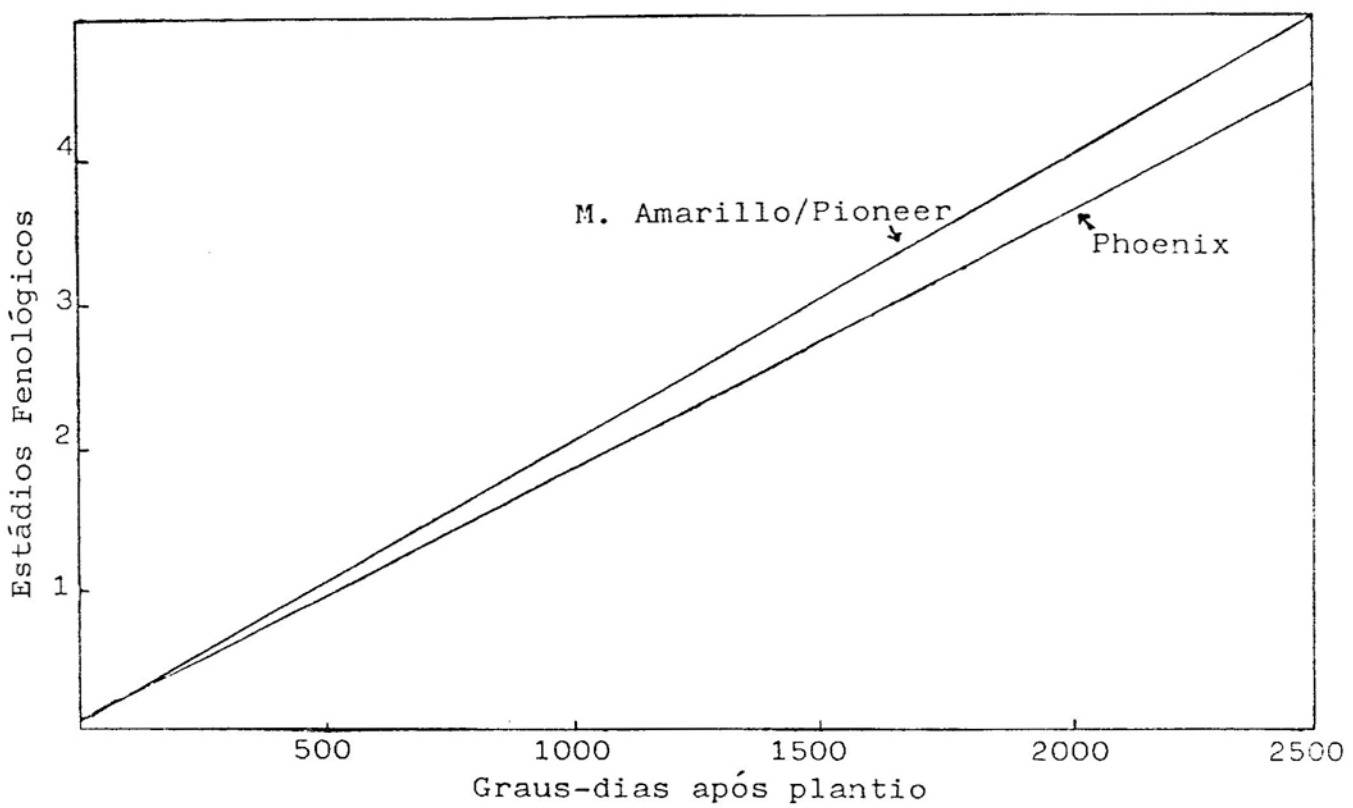

FIGURA 3 - Ocorrência de estádios fenológicos definidos pela escala de Hanway, em função dos graus-dias acumulados a partir do plantio, para três cultivares de milho, no ano agrícola de 1976/77, em Sete Lagoas (MG).

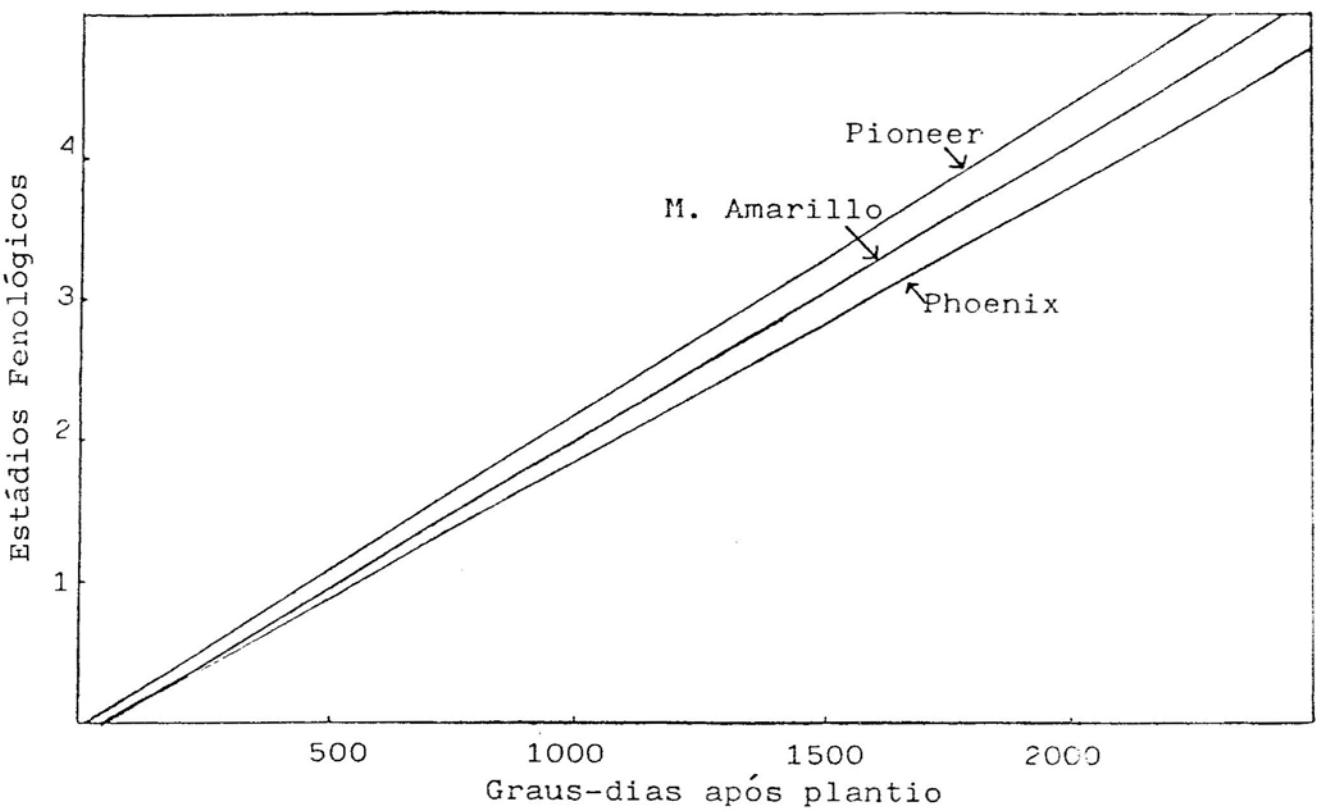

FIGURA 4 - Ocorrência de EStádios Fenológicos definidos pela escala de Hanway, em função dos Graus-Dias acumulados a partir do plantio, para três cultivares de milho, no ano agrícola de 1977/78, em Sete Lagoas (MG).

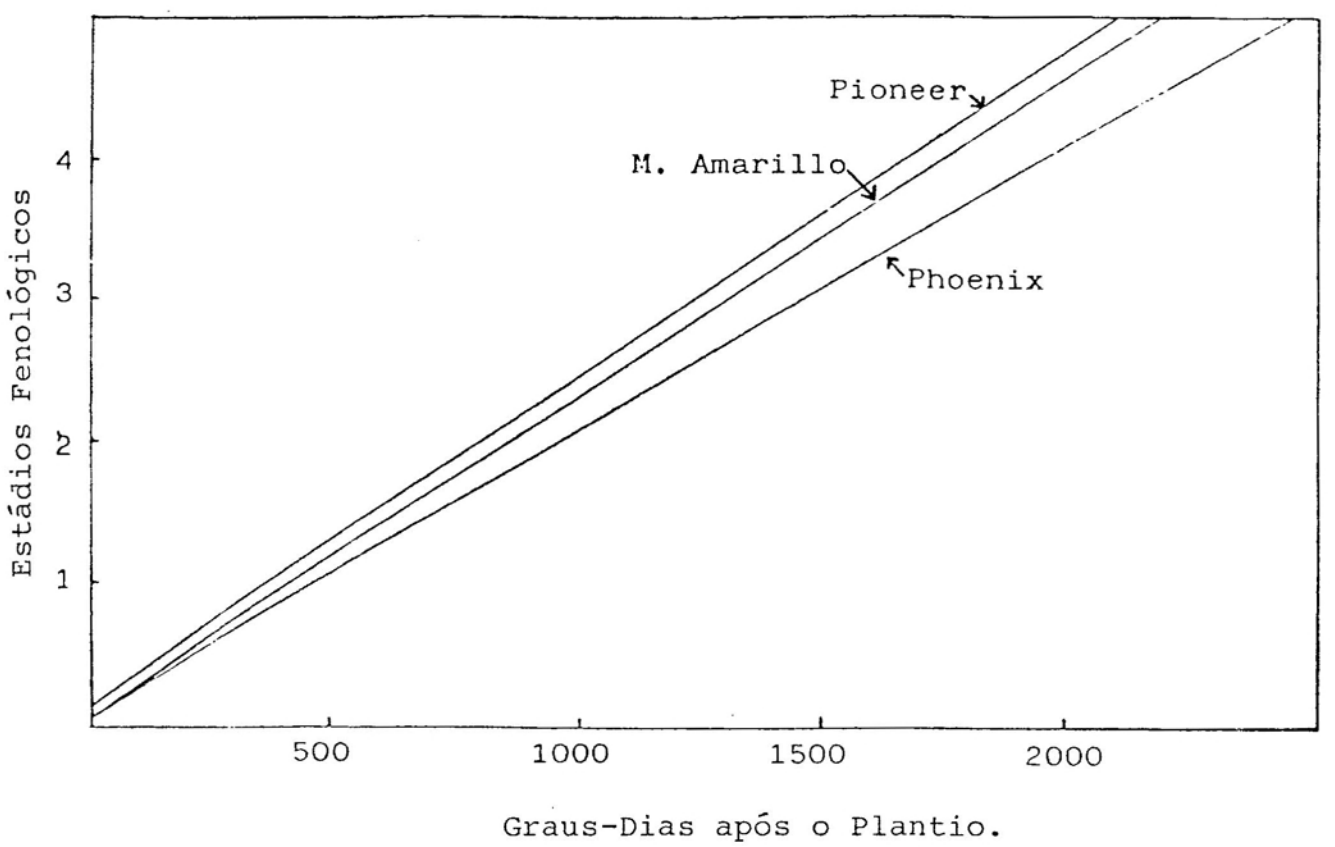

FIGURA 5 - Ocorrência de Estádios FEnológicos Definidos pela Escala de Hanway, em Função dos Graus-Dias Acumulados a partir do Plantio, para Três Cultivares de Milho, no ano agrícola de 1978/79, em Sete Lagoas (MG).

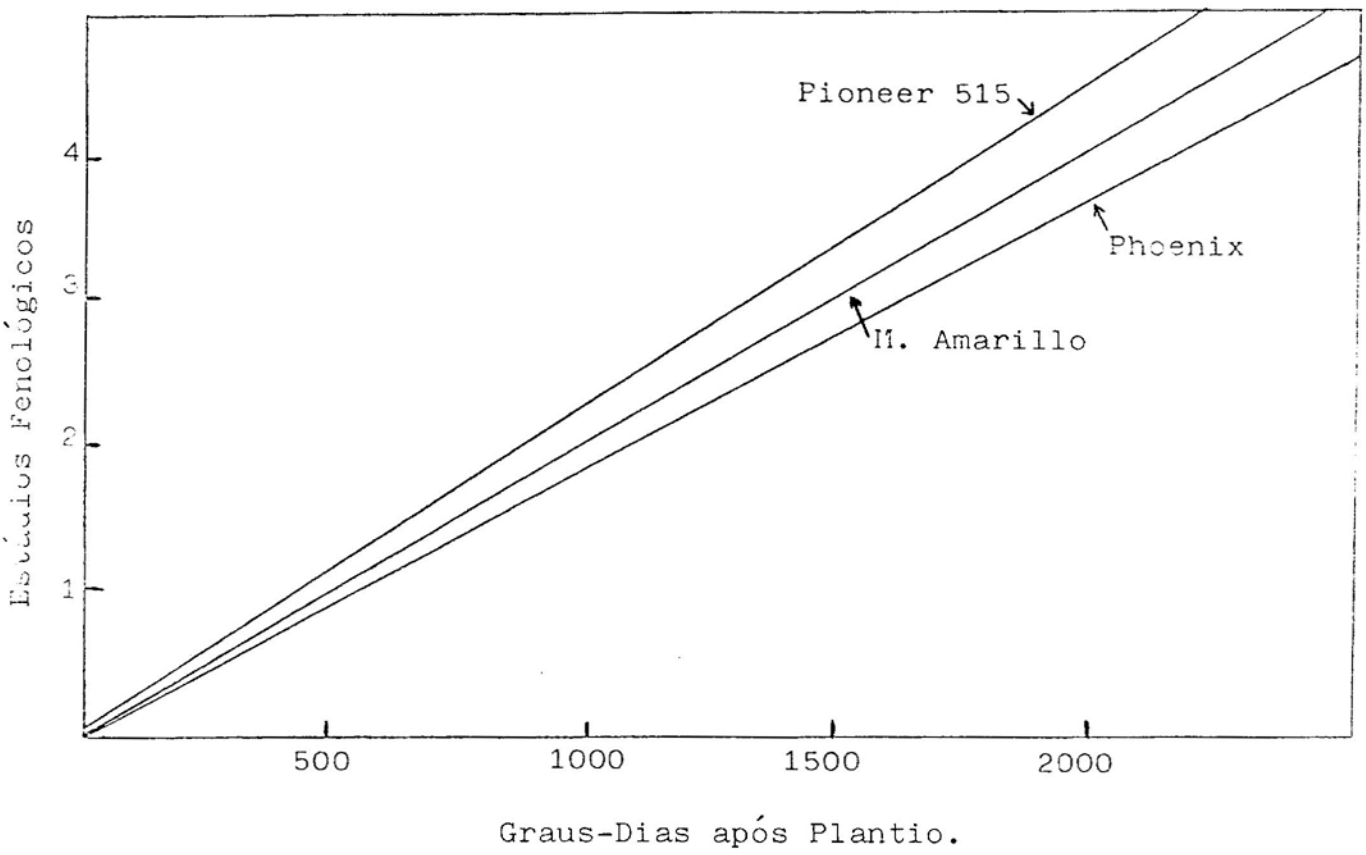

FIGURA 6 - Ocorrência de Estádios Fenológicos Definidos pela Escala de Hanway, em Função dos Graus-Dias Acumulados a Partir do Plantio, para Três Cultivares de Milho Plantados em Três Anos Agrícolas - 1976/77, 1977/78 e 1978/79 -, em Sete Lagoas (MG).

partir do plantio ao espigamento de três cultivares de milho, em oito diferentes datas de plantio, em Sete Lagoas-MG, para os anos agrícolas de 1977/78 e 1978/79, respectivamente, acompanhados de suas correspondentes análises de variância.

Estabelecendo uma comparação entre o método de graus-dias e dias do calendário para estimar a ocorrência dos estádios de desenvolvimento fenológico dos três cultivares de milho, obtiveram-se coeficientes de variação semelhantes para o ano agrícola de 1977/78 e coeficientes de variação menores para o método de graus-dias, no ano agrícola de 1978/79. Estes resultados confirmam os de vários trabalhos anteriores, que indicam o método de graus-dias como o mais adequado na determinação dos estádios de desenvolvimento da cultura.

QUADRO 12 - Dias a Partir do Plantio até o Espigamento de Três Cultivares de Milho, em Oito Diferentes Datas de Plantio, no Ano Agrícola de 1977/78, em Sete Lagoas (MG)

Datas de Plantio	Phoenix	H. Amarillo	Pioneer
07/10/77	92	87	82
01/11/77	85	81	73
16/11/77	80	72	69
02/12/77	84	79	74
15/12/77	86	77	73
29/12/77	87	78	76
18/01/78	84	84	81
Média	85	80	75
s	3,64	4,89	4,65
C.V.	4,27	6,13	6,16

Análise de Variância

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	6	302,6	50,4	
Trat.	2	352,4	170,2	42,05 (*)
Resid.	12	50,3	4,2	
Total	20	705,2		

(*) = F significativo a 5%.

Teste de Tukey

Média de Phoenix	= 85	A
Média de M. Amarillo	= 80	B
Média de Pioneer 515	= 75	C

QUADRO 13 - Dias a Partir do Plantio até o Espigamento de Três Cultivares de Milho, em Oito Diferentes Datas de Plantio, no Ano Agrícola de 1978/79, em Sete Lagoas (MG)

Datas de Plantio	Phoenix	M. Amarillo	Pioneer
07/10/77	82	78	72
20/10/78	80	73	69
01/11/78	83	74	78
16/11/78	81	69	67
02/12/78	78	71	66
15/12/78	76	71	66
29/12/78	94	73	70
18/01/79	84	79	82
Média	82	74	71
s	5,42	3,46	5,87
C.V.	6,59	4,70	8,24

Análise de Variância

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	7	326,0	46,6	
Trat.	2	540,3	270,2	18,45 (*)
Resid.	14	205,0	14,6	
Total	23	1071,3		

(*) = F significativo a 5%.

Teste de Tukey

Média de Phoenix	= 82	A
Média de M. Amarillo	= 74	B
Média de Pioneer	= 71	B

4.2. *Influência do Teor de Umidade do Solo na Variação dos Graus-Dias Acumulados para a Ocorrência dos Estádios Fenológicos da Cultura do Milho*

No ano agrícola de 1976/77, a estação chuvosa começou após o dia 13 de setembro, e praticamente não houve chuvas no período que a precedeu. Considerou-se que, até um dia antes do início da estação chuvosa, a água disponível no solo, AD100, esteve num valor mínimo, ou seja, foi atribuído o valor de 260 mm à água armazenada no solo, A100. Foi assumido que, abaixo desse valor, nenhuma água no solo se encontra em condições de uso pela planta, sendo retida no solo por forças maiores do que as forças de sucção das raízes.

No ano agrícola de 1977/78, a estação chuvosa iniciou-se a partir de setembro de 1977. Atribuiu-se um valor de 260 mm à água armazenada no solo no dia 22 de setembro daquele ano.

No ano agrícola de 1978/79, a estação chuvosa teve início mais tardiamente, com as chuvas começando em 10 de outubro. Entretanto, como a primeira época de plantio foi em 7 de outubro, tomou-se o valor de 260 mm para a A100, no dia 6 de outubro.

A influência da água disponível no solo sobre a variação de graus-dias para a ocorrência de um determinado estádio fenológico baseou-se em quatro níveis de AD100: 30, 40, 50 e 60%. Os resultados deste procedimento encontram-se nos Quadros de 14 a 16, de 18 a 20 e de 22 a 24. Nestes quadros, a primeira coluna refere-se à data de plantio e a segunda, à data de ocorrência do estádio fenológico. A terceira coluna apresenta o acúmulo em graus-dias a partir do plantio até a um determinado estádio fenológico. Na quarta coluna em diante são apresentados os graus-dias acumulados nos dias em que se satisfizeram às condições expressas de AD100. Por exemplo, a quarta coluna indica os graus-dias acumulados nos dias em que a AD100 $\geq$ 60%. No cálculo da média dos graus-dias, no período fenológico, para um determinado nível de água disponível no solo, foram considerados apenas os graus-dias acumulados nos períodos em que a condição estabelecida de água disponível no solo foi satisfeita.

4.2.1. *Período de Plantio-Emergência*

Os três cultivares apresentaram, nesse período, semelhante acúmulo em graus-dias, como pode ser observado nos Quadros 14, 15 e 16. Os dados dos Quadros 14 a 24 referentes à data de plantio de 20/10/77 não foram incluídos na análise estatística por razões expostas no item 4.1.1. Dos 23 períodos de plantio-emergência considerados, 19

QUADRO 14 - Total de Graus-Dias (GD) Exigidos pelo Cultivar Phoenix Durante o Período do Plantio à Emergência, sob Diferentes Condições de Água Disponível no Solo

Data do Plantio	Data da Emergência	GD	Água Disponível no Solo (%)							
			≥60	<60	≥50	<50	≥40	<40	≥30	<30
07/10/76	15/10/76	230	230	-	230	-	230	-	230	-
20/10/76	28/10/76	238	238	-	238	-	238	-	238	-
01/11/76	13/11/76	366	366	-	366	-	366	-	366	-
16/11/76	22/11/76	204	204	-	204	-	204	-	204	-
02/12/76	08/12/76	205	205	-	205	-	205	-	205	-
15/12/76	21/12/76	198	198	-	198	-	198	-	198	-
29/12/76	05/01/77	220	220	-	220	-	220	-	220	-
18/01/77	23/01/77	175	175	-	175	-	175	-	175	-
07/10/77	13/10/77	186	-	186	103	83	186	-	186	-
01/11/77	12/11/77	340	139	201	139	201	226	114	340	-
16/11/77	20/11/77	142	142	-	142	-	142	-	142	-
02/12/77	09/12/77	232	232	-	232	-	232	-	232	-
15/12/77	20/12/77	169	169	-	169	-	169	-	169	-
29/12/77	08/01/78	312	312	-	312	-	312	-	312	-
18/01/78	22/01/78	142	142	-	142	-	142	-	142	-
07/10/78	16/10/78	278	-	278	-	278	-	278	-	278
20/10/78	26/10/78	188	188	-	188	-	188	-	188	-
01/11/78	07/11/78	203	203	-	202	-	203	-	203	-
16/11/78	20/11/78	135	135	-	135	-	136	-	135	-
02/12/78	06/12/78	136	136	-	136	-	136	-	136	-
15/12/78	19/12/78	142	142	-	141	-	142	-	142	-
29/12/78	03/01/79	174	174	-	174	-	174	-	174	-
18/01/79	22/01/79	147	147	-	147	-	147	-	147	-
Médias		226*	198		198		198		204	

* Média com desvio-padrão igual a 64,8 e C.V. igual a 31,3%.

QUADRO 15 - Total de Graus-Dias (GD) Exigidos pelo Cultivar M. Amarillo Durante o Período do Plantio à Emergência, sob Diferentes Condições de Água Disponível no Solo

Data do Plantio	Data da Emergência	GD	Água Disponível no Solo ≥60	<60	≥50	<50	≥40	<40	≥30	<30
07/10/76	15/10/76	230	230	-	230	-	230	-	230	-
20/10/76	28/10/76	238	238	-	238	-	238	-	238	-
01/11/76	13/11/76	366	366	-	366	-	366	-	366	-
16/11/76	22/11/76	204	204	-	204	-	204	-	204	-
02/12/76	08/12/76	204	205	-	205	-	205	-	205	-
15/12/76	21/12/76	198	198	-	198	-	198	-	198	-
29/12/76	05/01/77	220	220	-	220	-	220	-	220	-
18/01/77	23/01/77	175	174	-	175	-	175	-	175	-
07/10/77	13/10/77	186	-	186	103	83	186	-	186	-
01/11/77	12/11/77	340	139	201	139	201	226	114	340	-
16/11/77	22/11/77	200	200	-	200	-	200	-	200	-
02/12/77	08/12/77	202	202	-	202	-	202	-	202	-
15/12/77	20/12/77	169	169	-	169	-	169	-	169	-
29/12/77	08/01/78	312	312	-	312	-	312	-	312	-
18/01/78	23/01/78	171	171	-	171	-	171	-	171	-
07/10/78	16/10/78	278	-	278	-	278	-	278	-	278
20/10/78	26/10/78	188	188	-	188	-	188	-	188	-
01/11/78	07/11/78	203	202	-	203	-	203	-	203	-
16/11/78	20/11/78	135	135	-	135	-	135	-	135	-
02/12/78	06/12/78	136	136	-	136	-	136	-		
15/12/78	19/12/78	142	142	-	141	-	142	-	142	-
29/12/78	03/01/79	174	174	-	174	-	174	-	174	-
18/01/79	23/01/79	173	173	-	173	-	173	-	173	-
Médias		210*	202		202		202		208	

* Média com desvio-padrão igual a 61,0 e C.V. igual a 29,0%.

QUADRO 16 - Total de Graus-Dias(GD) Exigidos pelo Cultivar Pioneer 515 Durante o Período do Plantio à Emergência, sob Diferentes Condições de Água Disponível no Solo

Data do Plantio	Data da Emergência	GD	Água Disponível no Solo ≥60	<60	≥50	<50	≥40	<40	≥30	<30
07/10/76	15/10/76	230	230	-	230	-	230	-	230	-
20/10/76	28/10/76	238	238	-	238	-	238	-	238	-
01/11/76	13/10/76	366	366	-	366	-	366	-	366	-
16/11/76	22/11/76	204	204	-	204	-	204	-	204	-
02/12/76	08/12/76	205	205	-	205	-	205	-	205	-
15/12/76	21/12/76	198	198	-	198	-	198	-	198	-
29/12/76	05/01/77	220	220	-	220	-	220	-	220	-
18/01/77	23/01/77	175	175	-	175	-	175	-	175	-
07/10/77	07/10/77	186	-	186	103	83	186	-	186	-
01/11/77	12/11/77	340	139	201	139	201	226	114	340	-
16/11/77	19/11/77	112	112	-	112	-	112	-	112	-
02/12/77	07/12/77	174	174	-	174	-	174	-	174	-
15/12/77	20/12/77	169	169	-	169	-	169	-	169	-
29/12/77	06/01/78	253	253	-	253	-	253	-	253	-
18/01/78	22/01/78	142	142	-	142	-	142	-	142	-
07/10/78	16/10/78	278	-	278	-	278	-	278	-	278
20/10/78	25/10/78	161	161	-	161	-	161	-	161	-
01/11/78	06/11/78	174	174	-	174	-	174	-	174	-
16/11/78	19/11/78	106	106	-	106	-	106	-	106	-
02/12/78	06/12/78	136	136	-	136	-	136	-	136	-
15/12/78	19/12/78	142	142	-	142	-	142	-	142	-
29/12/78	03/01/79	174	174	-	174	-	174	-	174	-
18/01/79	22/01/79	147	147	-	147	-	147	-	147	-
Médias		197*	186				186		193	

* Média com desvio-padrão igual a 65,4 e C.V. igual a 33,2%.

ocorreram com AD100≥60%.

As exigências térmicas dos cultivares Phoenix, H. Amarillo e Pioneer 515, durante o período de plantio-emergência em condições de AD100≥60%, foram de 198, 202 e 186 graus-dias, respectivamente. Estes cultivares apresentaram essas mesmas exigências até o nível de água disponível no solo correspondente a AD100≥40%.

Apenas quatro períodos do plantio à emergência dos três cultivares de milho ocorreram em condições de água disponível no solo, correspondentes a AD100 < 60%. Esses quatro períodos apresentaram um período com AD100 < 30. Observou-se, para os três cultivares, tendência de aumento médio das exigências térmicas no período de plantio-emergência, à medida que a água disponível no solo atingiu valores inferiores a 40%, tendendo a manter-se constante para níveis de AD100 ≥ 40%, conforme pode ser observado no Quadro 17.

QUADRO 17 - Valores Médios de Graus-Dias Acumulados do Plantio à Emergência, para Três Cultivares de Milho Submetidos a Quatro Níveis de Água Disponível no Solo

Cultivar	AD100 (%)			
	≥30	≥40	≥50	≥60
Phoenix	204	198	198	198
H. Amarillo	208	202	202	202
Pioneer 515	193	186	186	186

4.2.2. *Período de Plantio-Pendoamento*

Nos Quadros 18,19 e 20 encontram-se o total de graus-dias durante o período de plantio-pendoamento, para os cultivares Phoenix, M. Amarillo e Pioneer 515, respectivamente, em diferentes épocas de plantio, sob diferentes condições de água disponível no solo. Um resumo dos valores médios de graus-dias do plantio ao pendoamento para os três cultivares, nos diferentes níveis de água disponível no solo, encontra-se no Quadro 21.

QUADRO 21 - Valores Médios de Graus-Dias Acumulados do Plantio ao Pendoamento, para Três Cultivares de Milho Submetidos a Quatro Níveis de Água Disponível no Solo

Cultivar	AD100 (%)			
	⩾30	⩾40	⩾50	⩾60
Phoenix	2109	2080	2055	1991
M. Amarillo	1925	1890	1865	1851
Pioneer 515	1865	1845	1834	1758

Durante o período de plantio-pendoamento do cultivar Phoenix prevaleceram condições de água disponível no solo superiores a 30 e inferiores a 40%. Dos 23 períodos de plantio-pendoamento estudados, 14 ocorreram em condições de AD100⩾30%, sendo um período com AD100⩾60%, dois períodos com 50%⩽AD100<60%, dois períodos com 40%⩾AD100>50% e oito períodos com 30%⩽AD100<40%. Observou-se claramente, para os três cultivares, tendência de aumento na quantidade de graus-dias acumulados no período de plantio-pendoamento, com redução dos teores de água disponível no solo de 60 a 30%.

QUADRO 18 - Total de Graus-Dias Exigidos pelo Cultivar Phoenix Durante o Período do Plantio ao Pendoamento, sob Diferentes Condições de Água Disponível no Solo

Data do Plantio	Data do Pendoamento	GD	Água Disponível no Solo (%)							
			≥60	<60	≥50	<50	≥40	<40	≥30	<30
07/10/76	25/12/76	2225	1977	248	2143	82	2225	-	2225	-
20/10/76	03/01/77	2143	2060	83	2143	-	2143	-	2143	-
01/11/76	21/01/77	2328	1992	336	2021	307	2105	223	2216	112
16/11/76	02/02/77	2260	1924	336	1953	307	2037	223	2120	140
02/12/76	14/02/77	2139	1695	444	1722	417	1860	279	1998	141
15/12/76	26/02/77	2107	1405	702	1462	645	1600	507	1710	397
29/12/76	18/03/77	2275	1081	1194	1250	1025	1306	969	1388	887
18/01/77	01/04/77	2143	748	1395	775	1368	859	1284	1002	1141
07/10/77	27/12/77	2346	1068	1278	1404	942	1663	683	2346	-
01/11/77	17/01/78	2248	1848	400	2047	201	2134	114	2248	-
16/11/77	26/01/78	2070	1903	167	2015	55	2043	27	2070	-
02/12/77	13/02/78	2108	1486	622	1543	565	1571	537	1681	427
15/12/77	26/02/78	2107	1486	621	1543	564	1656	451	2107	-
29/12/77	14/03/78	2166	1600	566	1655	511	1710	456	1792	374
18/01/78	28/03/78	1977	1163	814	1300	677	1558	419	1865	112
07/10/78	22/12/78	2147	1328	819	1564	583	1815	332	1868	279
20/10/78	30/12/78	2009	1896	113	1979	30	2009	-	2009	-
01/11/78	12/01/79	2039	1696	343	1806	233	1890	149	2039	-
16/11/78	26/01/79	2018	1700	318	1815	203	1897	121	2018	-
02/12/78	11/02/79	2030	1913	117	2030	-	2030	-	2030	-
15/12/78	22/02/79	1991	1991	-	1991	-	1991	-	1991	-
29/12/78	10/03/79	2040	1764	276	1791	249	1901	139	2040	-
18/01/79	03/04/79	2152	1540	612	1649	503	1899	253	2152	-
Média		2133*	1991		2055		2080		2109	

*Média com desvio-padrão igual a 106,7 e C.V. igual a 5,0%.

QUADRO 19 - Total de Graus-Dias (GD) Exigidos pelo Cultivar M. Amarillo Durante o Período do Plantio ao Pendoamento, sob Diferentes Condições de Água Disponível no Solo

Data do Plantio	Data do Pendoamento	GD	Água Disponível no Solo (%) ≥60	<60	≥50	<50	≥40	<40	≥30	<30
07/10/76	15/12/76	1939	1691	248	1857	82	1939	-	1939	-
20/10/76	28/12/76	1979	1896	83	1979	-	1979	-	1979	-
01/11/76	15/01/77	2157	1905	252	1934	223	1988	169	2099	58
16/11/76	24/01/77	1994	1658	336	1687	307	1771	223	1854	140
02/12/76	06/02/77	1919	1612	307	1639	280	1723	196	1806	113
15/12/76	18/02/77	1881	1406	475	1462	419	1600	281	1711	170
29/12/76	07/03/77	1960	1081	879	1250	710	1305	655	1389	571
18/01/77	25/03/77	1932	747	1185	775	1157	859	1073	1002	930
07/10/77	22/12/77	2209	931	1278	1267	942	1526	683	2209	-
01/11/77	11/01/78	2074	1674	400	1873	201	1960	114	2074	-
16/11/77	21/01/78	1929	1874	55	1929	-	1929	-	1929	-
02/12/77	07/02/78	1932	1487	445	1544	388	1571	361	1681	251
15/12/77	19/03/78	1903	1282	621	1339	564	1452	451	1903	-
29/12/77	09/03/78	2025	1459	566	1514	511	1569	456	1651	374
18/01/78	26/03/78	1920	1163	757	1300	620	1558	362	1865	55
07/10/78	14/12/78	1920	1101	819	1337	583	1588	332	1642	278
20/10/78	26/12/78	1896	1896	-	1896	-	1896	-	1896	-
01/11/78	06/01/79	1881	1564	317	1675	206	1732	149	1881	-
16/11/78	19/01/79	1820	1502	318	1617	203	1699	121	1820	-
02/12/78	04/02/79	1829	1712	117	1829	-	1829	-	1829	-
15/12/78	17/02/79	1840	1840	-	1840	-	1840	-	1840	-
29/12/78	02/03/79	1818	1818	-	1818	-	1818	-	1818	-
18/01/79	25/03/79	1908	1485	423	1569	339	1683	225	1908	-
Médias		1942*	1851		1865		1890		1925	

* Média com desvio-padrão igual a 98,6 e C.V. igual a 5,1%.

QUADRO 20 - Total de Graus-Dias (GD) Exigidos pelo Cultivar Pioneer 515 Durante o Período do Plantio ao Pendoamento, sob Diferentes Condições de Água Disponível no Solo

Data do Plantio	Data do Pendoamento	GD	Água Disponível no Solo (%) ≥60	<60	≥50	<50	≥40	<40	≥30	<30
07/10/76	14/12/76	1909	1661	248	1827	82	1909	-	1909	-
20/10/76	28/12/76	2116	2032	84	2116	-	2116	-	2116	-
01/11/76	14/01/77	2128	1905	223	1934	194	1989	139	2100	28
16/11/76	23/01/77	1965	1629	336	1658	307	1741	223	1825	140
02/12/76	04/02/77	1863	1556	307	1583	280	1667	196	1750	113
15/12/76	17/02/77	1851	1406	445	1462	389	1600	251	1710	141
29/12/76	07/03/77	1960	1081	879	1250	710	1256	704	1389	571
18/01/77	25/03/77	1932	747	1185	1775	157	859	1073	1002	930
07/10/77	19/12/77	2119	841	1278	1177	942	1436	683	2119	-
01/11/77	07/01/78	1956	1556	400	1755	201	1842	114	1956	-
16/11/77	19/01/78	1873	1817	56	1873	-	1873	-	1873	-
02/12/77	02/02/78	1789	1486	303	1543	246	1571	218	1681	108
15/12/77	18/02/78	1875	1253	622	1310	565	1424	451	1875	-
29/12/77	08/03/78	1997	1430	567	1485	512	1540	457	1623	374
18/01/78	22/03/78	1812	1163	649	1300	512	1558	254	1812	-
07/10/78	11/12/78	1841	1022	819	1258	583	1509	332	1563	278
20/10/78	23/12/78	1783	1783	-	1783	-	1783	-	1782	-
01/11/78	03/01/79	1791	1564	227	1675	116	1732	59	1791	-
16/11/78	18/01/79	1790	1472	318	1587	203	1669	121	1790	-
02/12/78	01/02/79	1743	1623	120	1743	-	1743	-	1743	-
15/12/78	13/02/79	1726	1726	-	1726	-	1726	-	1726	-
29/12/78	28/02/79	1764	1764	-	1764	-	1764	-	1764	-
18/01/79	23/03/79	1853	1430	423	1514	339	1628	225	1853	-
Médias		1888*	1758		1834		1845		1865	

*Média com desvio-padrão igual a 118,1 e C.V. igual a 6,2%.

4.2.3. *Período de Plantio-Espigamento*

O total de graus-dias acumulados durante o período de plantio-espigamento, para os cultivares Phoenix, M. Amarrillo e Pioneer 515, em diferentes épocas de plantio dos anos agrícolas de 1977/78 e 1978/79, sob diferentes condições de água disponível no solo, está apresentado nos Quadros 22, 23 e 24. Um resumo dos valores médios de graus-dias acumulados durante o período de plantio-espigamento, para os três cultivares de milho, em diferentes níveis de água disponível no solo, está ilustrado no Quadro 25.

As condições de água disponível no solo dominantes, nos 15 períodos de plantio-espigamento dos três cultivares de milho, corresponderam a $30\% \leqslant AD100 < 40\%$.

As condições de umidade no solo correspondentes a $AD100 \geqslant 30\%$, nos 15 períodos de plantio-espigamento analisados, ocorreram em 10 períodos para o cultivar Phoenix e em 12 para os cultivares M. Amarillo e Pioneer 515.

Durante o período de plantio-espigamento do cultivar Phoenix, ocorreram dois períodos com $60\% > AD100 \geqslant 50\%$ e oito com $40 > AD100 \geqslant 30$, tendo cinco períodos apresentado $AD100 < 30\%$.

Dos 16 períodos de plantio-espigamento do cultivar M. Amarillo estudados, 12 ocorreram em condições de $AD100 \geqslant 30\%$, sendo dois períodos com $AD100 \geqslant 60\%$, um período com $40\% \leqslant AD100 < 50\%$ e nove períodos com $30\% \leqslant AD100 < 40\%$.

Durante o período de plantio-espigamento do cultivar Pioneer 515, ocorreram um período com $AD100 \geqslant 60\%$, três com $50\% \leqslant AD100 < 60\%$ e sete com $30\% \leqslant AD100 < 40\%$. Também foi observado, no período de plantio-espigamento dos três cultivares, tendência de aumento dos graus-dias acumulados com o decréscimo do nível de água disponível no solo.

QUADRO 22 - Total de Graus-Dias (GD) Exigidos pelo Cultivar Phoenix Durante o Período do Plantio ao Espigamento, sob Diferentes Condições de Água Disponível no Solo

Data do Plantio	Data do Espigamento	GD	Água Disponível no Solo (%)							
			≥60	<60	≥50	<50	≥40	<40	≥30	<30
07/10/77	06/01/78	2625	1348	1277	1683	942	1942	683	2625	-
01/11/77	25/01/78	2474	2020	454	2273	201	2360	114	2474	-
16/11/77	04/02/78	2316	1903	413	2015	301	2042	274	2180	136
02/12/77	24/02/78	2426	1775	651	1833	593	1860	566	1961	456
15/12/77	11/03/78	2473	1852	621	1909	564	2022	451	2473	-
29/12/77	26/03/78	2494	1627	867	1737	757	1848	646	2092	402
18/01/78	12/04/78	2380	1163	1217	1378	1002	1770	610	2211	169
07/10/78	28/12/78	2314	1467	847	1730	584	1982	332	2053	261
20/10/78	08/01/79	2266	1922	344	2033	233	2147	119	2266	-
01/11/78	23/01/79	2349	2005	344	2117	232	2200	149	2349	-
16/11/78	05/02/79	2305	1987	318	2102	203	2184	121	2305	-
02/12/78	18/02/79	2230	2113	117	2230	-	2230	-	2230	-
15/12/78	01/03/79	2185	2158	27	2185	-	2185	-	2185	-
29/12/78	19/03/79	2304	1882	422	1929	375	2048	256	2304	-
18/01/79	12/04/79	2405	1540	865	1679	727	2043	362	2405	-
Médias		2370*	2185		2207		2207		2362	

*Média com desvio-padrão igual a 115,3 e C.V. igual a 4,9%.

QUADRO 23 - Total de Graus-Dias (GD) Exigidos pelo Cultivar M. Amarillo Durante o Período do Plantio ao Espigamento, sob Diferentes Condições de Água Disponível no Solo

Data do Plantio	Data do Espigamento	GD	Água Disponível no Solo (%)							
			≥60	<60	≥50	<50	≥40	<40	≥30	<30
07/10/77	02/01/78	2513	1236	1277	1571	942	1830	683	2513	-
01/11/77	21/01/78	2361	1970	391	2159	202	2246	115	2361	-
16/11/77	27/01/78	2097	1903	194	2015	82	2042	55	2097	-
02/12/77	19/02/78	2281	1631	650	1688	593	1715	566	1825	456
15/12/77	02/03/78	2216	1595	621	1652	564	1765	451	2216	-
29/12/77	17/03/78	2248	1627	621	1737	511	1732	416	1875	373
18/01/78	05/04/78	2197	1163	1034	1378	819	1721	476	2027	179
07/10/78	22/12/78	2147	1328	819	1564	583	1815	332	1869	278
20/10/78	01/01/79	2064	1896	168	2007	57	2064	-	2064	-
01/11/78	14/01/79	2094	1750	344	1861	233	1945	149	2094	-
16/11/78	24/01/79	1960	1642	320	1757	203	1839	121	1960	-
02/12/78	11/02/79	2030	2030	-	2030	-	2030	-	2030	-
15/12/78	24/02/79	2049	2049	-	2049	-	2049	-	2049	-
29/12/78	12/03/79	2097	1764	333	1791	306	1901	196	2097	-
18/01/79	04/04/79	2181	1540	641	1649	532	1900	282	2181	-
Médias		2169*	2039		2039		2048		2151	

*Média com desvio-padrão igual a 141,9 e C.V. igual a 6,5%.

QUADRO 24 - Total de Graus-Dias (GD) Exgidos pelo Cultivar Pioneer 515 Durante o Período do Plantio ao Espigamento, sob Diferentes Condições de Água Disponível no Solo

Data do Plantio	Data do Espigamento	GD	Água Disponível no Solo (%)							
			⩾60	<60	⩾50	<50	⩾40	<40	⩾30	<30
07/10/77	28/12/77	2373	1095	1278	1430	943	1690	683	2372	-
01/11/77	13/01/78	2130	1730	400	1929	201	2015	115	2130	-
16/11/77	24/01/78	2015	1903	112	2015	-	2015	-	2015	-
02/12/77	14/02/78	2137	1486	651	1543	593	1571	566	1681	456
15/12/77	26/02/78	2107	1485	621	1542	565	1656	451	2107	-
29/12/77	15/03/78	2193	1627	566	1682	511	1737	456	1820	373
18/01/78	02/04/78	2123	1163	960	1329	794	1647	476	1953	170
07/10/78	18/12/78	2033	1214	819	1450	583	1702	331	1755	278
20/10/78	28/12/78	1949	1896	53	1949	-	1949	-	1949	-
01/11/78	08/01/79	1934	1590	344	1701	233	1785	149	1934	-
16/11/78	22/01/79	1907	1589	318	1704	203	1786	121	1907	-
02/12/78	06/02/79	1887	1770	117	1887	-	1887	-	1887	-
15/12/78	19/02/79	1900	1900	-	1400	-	1900	-	1900	-
29/12/78	09/03/79	2012	1764	248	1791	221	1901	111	2012	-
18/01/79	03/04/79	2152	1540	612	1649	503	1899	253	2152	-
Médias		2057*	1900		1937		1937		2033	

*Média com desvio-padrão igual a 134,5 e C.V. igual a 6,5%.

QUADRO 25 - Valores Médios de Graus-Dias Acumulados do Plantio ao Espigamento, para Três Cultivares de Milho Submetidos a Quatro Níveis de Água Disponível no Solo

Cultivar	AD100 (%)			
	≥30	≥40	≥50	≥60
Phoenix	2362	2207	2207	2185
M. Amarillo	2151	2048	2039	2039
Pioneer 515	2033	1937	1937	1890

No Quadro 26 apresenta-se o resultado da análise de regressão linear entre estádios de desenvolvimento fenológico do milho e graus-dias necessários para a ocorrência dos respectivos estádios, em diferentes níveis de água disponível no solo.

Os coeficientes de determinação obtidos indicaram que os graus-dias explicaram cerca de 96 a 98% da variação no desenvolvimento dos cultivares de milho. Os coeficientes de regressão, b, apresentaram valores semelhantes, embora os menores valores tenham sido observados no nível de 30% de água disponível no solo, sugerindo que taxas de desenvolvimento tendem a torná-la mais lenta com a redução do teor de umidade no solo.

QUADRO 26 - Estimativa da Constante de Regressão (â), Coeficiente de Regressão (b̂) e Coeficiente de Determinação (R^2) da Análise de Regressão Linear da Forma Y = a + bX + e, que Relaciona Estádios Fenológicos de Três Cultivares de Milho e Graus-Dias Acumulados a Partir do Plantio, para Quatro Níveis de Água Disponível no Solo

Parâmetros da Regressão	Cultivares	AD100 ⩾30%	⩾40%	⩾50%	⩾60%
Constante de Regressão (â)	Phoenix	0,0917	0,1134	0,1080	0,1256
	M. Amarillo	0,0604	0,0581	0,0600	0,0435
	Pioneer 515	0,0744	0,0837	0,0790	0,0696
Coeficiente de Regressão (b̂)	Phoenix	0,0019	0,0020	0,0019	0,0019
	M. Amarillo	0,0021	0,0022	0,0022	0,0023
	Pioneer 515	0,0022	0,0023	0,0023	0,0023
Coeficiente de Determinação (R^2)	Phoenix	0,97	0,98	0,99	0,97
	M. Amarillo	0,97	0,99	0,99	0,99
	Pioneer 515	0,96	0,97	0,98	0,98

4.3. *Análise Agroclimática da Cultura do Milho em Sete Lagoas (MG)*

Na Figura 10 apresentam-se as médias decendiais da precipitação pluvial e da evapotranspiração potencial, baseadas em dados meteorológicos correpondentes ao período de 1971 a 1986. Esta figura ilustra o início da estação de crescimento, a; início do período úmido, b1; término do período úmido, b2; término da estação chuvosa, c; e término da estação de crescimento, d.

A estação de crescimento de Sete Lagoas tem duração de aproximadamente 210 dias, iniciando-se no primeiro decêndio de outubro e terminando no primeiro decêndio de maio.

A distribuição da precipitação pluvial durante o ciclo da cultura depende da época de plantio. Plantios realizados a partir do segundo decêndio de outubro até meados de novembro correspondem, geralmente, a uma distribuição adequada de chuva durante os períodos vegetativo e reprodutivo da cultura, apresentando diminuição da precipitação pluvial no final do ciclo, o que favorece as operações de colheita.

Plantios ocorridos no início de outubro poderão ser feitos, embora possam vir a necessitar de fornecimento adicional de água, por intermédio de irrigação, durante o período de plantio-emergência.

Plantios realizados entre meados de novembro e fins de janeiro tendem a encurtar o ciclo da cultura, em razão de uma tendência de aumento da temperatura média do ar associado com disponibilidade hídrica mais favorável para a cultura.

Plantios feitos a partir da segunda quinzena de

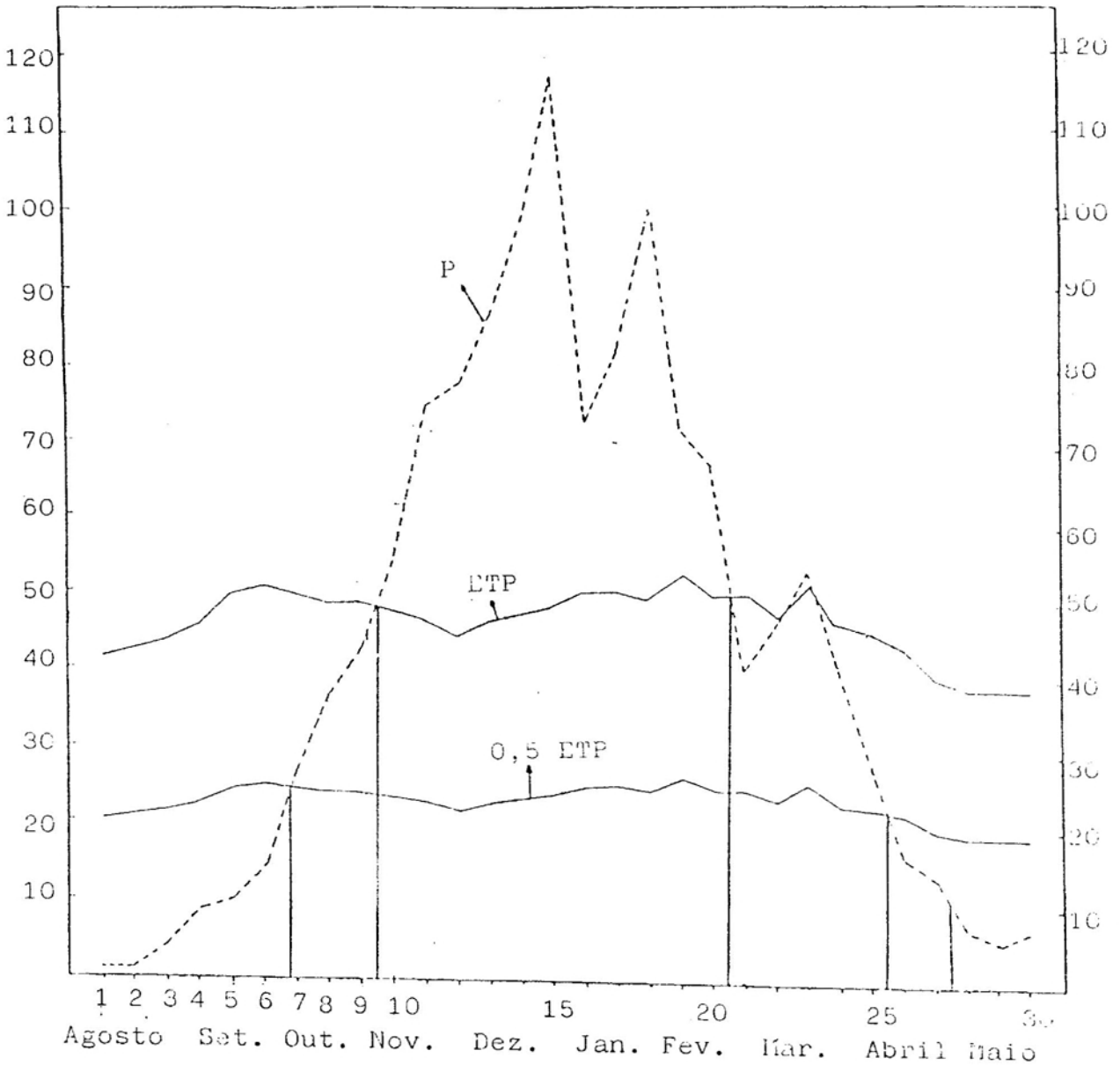

FIGURA 7 - Médias Decendiais de Precipitação e de Evapotranspiração Potencial, Baseado em 14 Anos de Dados (1971-86), em Sete Lagoas (MG).

Legenda:
a = início da estação de crescimento;
b_1 = início do período úmido;
b_2 = fim do período úmido;
c = fim da estação chuvosa;
d = fim do período de crescimento;
ETP = evapotranspiração potencial; e
P = precipitação.

novembro aumentam os riscos de ocorrência de deficiência hídrica durante o período reprodutivo da cultura.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

Este trabalho foi realizado no Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS/EMBRAPA), no Município de Sete Lagoas-MG (19º28'S;44º15'W; 732 m de altitude).

Foram utilizados dados fenológicos referentes às datas de ocorrência do plantio, emergência, pendoamento e espigamento dos cultivares de milho Phoenix, Mezcla Amarillo e Pioneer 515, em oito diferentes datas de plantio, obtidos no Ensaio Ecológico de Milho nos anos agrícolas de 1976/77, 1977/78 e 1978/79. Os dados meteorológicos diários foram obtidos na Estação Meteorológica Principal de Sete Lagoas, situada no campo experimental do CNPMS.

As análises de regressão linear entre estádios de desenvolvimento fenológico de três cultivares de milho e graus-dias acumulados a partir do plantio até o espigamento indicaram que 96 a 99% da variação total observada nos estádios fenológicos dos cultivares de milho foram explicados pelo acúmulo de graus-dias. Uma comparação feita entre o método de graus-dias e dias do calendário para estimar a ocorrência dos estádios fenológicos do milho, baseando-se no coeficiente de variação, indicou o método de graus-dias como o mais adequado.

A análise da influência da água disponível no solo sobre a variação de graus-dias acumulados a partir do plantio até o espigamento indicou tendência de aumento na quantidade de graus-dias para atingir determinado estádio fenológico, com o decréscimo do nível de água disponível no solo, especialmente para níveis abaixo de 40%.

A análise agroclimática da cultura do milho em Sete Lagoas indicou que plantios realizados a partir do segundo decêndio de outubro até meados de novembro correspondem a uma distribuição adequada de chuva durante os períodos vegetativo e reprodutivo da cultura, apresentando redução da precipitação pluvial no final do ciclo, o que favorece as operações de colheita.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

1. ALESSI,J & POWER, J. F. Water use by dryland corn as affected by maturity class and plant spacing. Agronomy Journal, Madison, 68:547-50, 1976.

2. ANDRADE,C. de L. T. de. Balanço de água em um Latossolo Vermelho-Escuro Álico, fase cerrado. Viçosa, UFV, Imprensa Univ., 1987. 84 p. (Tese M. S.)

3. ASPIAZU, C. Pronóstico de fases en cultivos de maiz dentado mediante sumas de temperaturas. Revista de la Faculdad de Agronomia y Veterinaria de Buenos Aires, 19:61-9, 1971.

4. AVELAR,B. de O. Ciclo de crescimento e desenvolvimento de três cultivares de milho em oito épocas de plantio.In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 15. Maceió, 1984. Anais... Brasília, s. Ed, 1986.

5. BROWN, D. M. Heat units for corn in Southein Ontario. Ontário, Departament of Agriculture and Food. AGDEX, 1969. 4 p. (Information Leaflet AGDEX III/31)

6. BRUNINI, O. Determinação de índices biometeorológicos e sua aplicação para o Estado de São Paulo. Jaboticabal, Faculdade de Medicina Veterinária e Agronomia, 1971. 29 p.(Tese M.S.)

7. BRUNINI, O. Zoneamento agroclimático. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO E SORGO, 13, Londrina-PR, 1980. Coletânea de Resumos. Londrina, SBPC, 1980. p. 162-87.

8. BRUNINI, O.; ALFONSI, R. R.; CAMARGO, M. B. P. de. Efeito dos elementos climáticos no desenvolvimento da cultura do milho. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUTIVIDADE DO MILHO, Londrina, 1983. Resumos...Londrina, IAPAR, 1983. p. 21-40.

9. CARDOSO, M. J & MUNSTOCK, M. C. Comparação de treze métodos de cálculo de unidades térmicas de desenvolvimento do milho (Zea mays L.). Ciência e Cultura - SBPC, 31(11):1278-83, 1979.

10. CASTRO,P. T. de. Evapotranspiração atual e potencial de uma cultura de milho(Zea mays L.) Piracicaba, ESALQ, 1979. 61 p.(Tese M. S.)

11. CHIRKOV, Y. I. Agrometeorological indices in the development and formation of maize crops. Agriculture Meteorology, 7: 121-6, 1965.

12. COLIGATO, M. C. & BROWN, D. M. A Bio-photo-thermal model to predict tassel-initiation time in corn(Zea mays L.). Agric. Meteorol., 15: 11-31. 1975.

13. COSTA,E.F.da; COUTO, L.; AVELAR,B.C. Infiltração e redistribuição de água em um Latossolo Vermelho-Escuro Distrófico, fase cerrado, no campo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 18, Salvador, 1981. Anais... Salvador, 1981.

14. COSTA, J. M. N. da; ANTUNES, F. Z.; SANTANA, D. P. Zoneamento agroclimático e planejamento agrícola. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 12(138): 14-7, junho de 1986.

15. COUTO, L.; COSTA, E. F. da, SANS, L. M. A.; LEÃO, A. C. Estimativa da evapotranspiração de referência pelo método de Penman utilizando programa de computador na linguagem BASIC. s.n.t. (No Prelo)

16. DENMEAD, O. T. & SHAW, R. H. . The effects of soil moisture stress at different stages of growth on the development and yield of corn. Agronomy Journal, Madison, 52:272-4, 1960.

17. DOOREMBOS, J. & PRUITT, W. O. Guidelines for predicting crop water requirementes. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1977. 144 p.(FAO Irrigation and Drainage Paper, 24)

18. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. Relatório Técnico Anual. 1979-1980. Sete Lagoas, 1980. 207 p.

19. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. Relatório Técnico Anual. 1980. Brasília, DF, 1981. 121 p.

20. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. Relatório Técnico Anual. 1980-1984. Sete Lagoas, 1986. 190 p.

21. ENGLAND, C. B. Water use by several crops in a weighing lysimeter. Agronomy Journal, Madison, 55:239-41, 1963.

22. FRERE, M. & POPOV, G. F. Agrometeorological crop monitoring and forecasting. Rome, FAO, 1979. 64 p. (Plant Production and Protection, Paper 17.)

23. GILMORE, E. & ROGERS, J. S. Heat units in a method of measuring maturity in corn. Agron. Journal, 50:611-5, 1958.

24. HANWAY, J. J. How a corn plant develops. Ames, Iowa, Cooperative extensive service - Iowa State University of Sci. and Technol, 1971. s.n.p. (Spec. Report, 48.)

25. HOLT, R. F. & VAN DOREN, C. A. Water utilization by field corn in Western Minnesota. Agronomy Journal, Madison, 53: 43-5, 1961.

26. LINACRE, E. T. A simples formula for estimating evaporation rates in various climates, using temperatura data alone. Agricultural Meteorology, Amsterdam , 18: 409-24, 1977.

27. LINDSEY, A. A. & J. E. NEWMAN. Use of official weather data in spring time-temperature analysis of an Indiana phenological record. Ecology, 37: 812-23, 1956.

28. NUNEZ, J. G. O. Caracterização das fases fenológicas de três variedades de milho utilizando o conceito de graus-dia. Viçosa, UFV, Impr. Univ., 1985. 55 p. (Tese M.S.)

29. NUTTONSON, M. Y. Wheat-climate relationship and the use of phenology in ascertaining the thermal and

photo-thermal requirements of wheat - American Inst. Crop. Ecol. Washington, 1955. 388 p. apud BRUNINI, O. Zoneamento agroclimático. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO E SORGO, 13., Londrina, PR, 1980. Coletânea de Resumos. Londrina, 1980. p. 162-87.

30. PASCALE, A. J. & MOTA, F. S. da. Aspectos bioclimáticos da cultura do trigo no Rio Grande do Sul. Pesquisa Agropec. Brasileira, 1: 123-40, 1966.

31. PRIMAULT, B. D'une application pratique des indices bio-metéorologiques - Agric. Meteorol.,6:71-96, 1969.

32. REICHART,K. Processos de transferência no sistema solo-planta-atmosfera. São Paulo, Fundação Cargill, Piracicaba, CENA, 1975. 286 p.

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

34. WANG, Jen-Yu. A critique of the heat unit approach to plant response studies - Ecology, 41: 785-90, 1960.

35. WANG, J.Y. Agricultural Meteorology. Milwaukee, Wisconsin, Pacemaker Press, 1963. 693 p.

APÊNDICES

APÊNDICE A

EVAPOTRANSPIRAÇÃO REAL E COEFICIENTE CULTURAL DE UMA CULTURA DE MILHO PLANTADA EM 15 DE OUTUBRO DE 1979, NO CNPMS/EMBRAPA, EM SETE LAGOAS, MG

QUADRO 1A - Evapotranspiração Real e Coeficiente Cultural de uma Cultura de Milho Plantada em 15 de Outubro de 1979, no CNPMS, em Sete Lagoas (MG), Segundo Dados do Relatório Técnido Anual do CNPMS, 1981

DAP	ETo	Kc	ETr
10	5,68	0,46	2,61
20	3,73	0,59	2,20
30	5,88	0,78	4,59
40	5,59	1,05	5,87
50	5,79	1,15	6,66
60	4,92	1,16	5,71
70	3,01	1,15	3,46
80	5,32	1,07	5,69
90	3,40	0,95	3,23
100	4,92	0,73	3,59
110	5,60	0,53	2,97
120	3,87	0,35	1,35

DAP = dias após o plantio.
ETo = Evapotranspiração de referência, estimada pelo método de Penman.
Kc = Coeficiente cultural do milho cultivado na época normal (outubro a março).
ETr = Evapotranspiração real.

APÊNDICE B

DADOS DIÁRIOS DE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA
EM SETE LAGOAS, MG,
DURANTE O PERÍODO DE OUTUBRO A ABRIL,
DOS ANOS AGRÍCOLAS DE 1976/77, 1977/78 E 1978/79

QUADRO 1B - Precipitação Pluviométrica em Sete Lagoas (MG), Durante o Período de Outubro de 1976 a Abril de 1977

Dia	Mês						
	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.
1	-	-	-	-	9,5	-	0,6
2	-	-	3,8	-	1,7	-	1,7
3	1,6	-	34,3	-	-	-	2,0
4	-	-	57,4	1,1	2,9	-	-
5	-	2,8	3,4	2,3	-	-	-
6	0,6	9,3	20,2	-	-	-	-
7	0,1	-	-	-	-	-	10,0
8	-	-	0,1	-	-	-	-
9	-	-	13,9	-	-	-	-
10	39,3	0,9	10,0	-	-	-	-
11	6,5	0,8	0,4	-	-	-	-
12	-	2,0	12,4	-	-	-	-
13	-	7,4	34,3	-	-	12,6	-
14	-	62,7	2,9	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-	-
16	-	-	0,1	3,4	-	-	-
17	-	6,0	-	23,4	-	-	-
18	-	69,0	2,4	20,6	-	2,3	-
19	-	1,3	22,1	28,0	-	19,5	-
20	0,2	32,8	5,6	41,8	-	12,3	-
21	18,4	20,2	19,6	5,1	-	3,0	14,1
22	-	34,6	4,0	-	-	-	46,0
23	-	14,1	7,8	152,9	-	0,8	-
24	-	-	21,0	9,4	-	-	-
25	12,5	-	7,6	21,2	-	-	-
26	1,8	0,6	5,4	26,0	-	-	-
27	26,7	-	13,4	20,5	-	0,8	-
28	-	-	0,4	1,3	-	-	-
29	-	-	16,2	38,9		-	-
30	-	-	4,3	29,5		24,2	-
31	-		0,3	5,2		23,8	
Total	107,7	264,5	323,3	430,6	14,1	99,3	74,4

QUADRO 2B - Precipitação Pluviométrica em Sete Lagoas (MG), Durante o Período de Outubro de 1977 a Abril de 1978

Dia	Mês						
	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.
1	-	-	-	-	-	-	-
2	0,3	-	9,2	-	-	-	-
3	3,5	-	-	24,1	-	9,5	8,2
4	13,6	-	-	25,1	-	10,7	2,5
5	4,9	3,3	-	1,0	-	10,5	-
6	27,6	-	-	0,5	-	22,7	-
7	-	40,6	-	1,5	1,6	4,7	-
8	-	-	8,2	20,5	10,8	0,2	-
9	-	-	-	3,7	-	-	-
10	-	-	16,8	63,2	-	-	-
11	-	-	-	1,6	-	-	0,8
12	-	1,1	22,7	20,2	7,6	-	7,6
13	0,2	-	0,5	113,4	14,4	-	-
14	-	-	3,0	20,8	143,4	2,1	-
15	-	-	0,3	11,6	24,6	-	-
16	-	0,7	-	5,9	-	-	-
17	-	14,7	-	4,8	-	-	-
18	-	18,0	-	-	11,3	-	-
19	-	16,1	25,4	-	0,6	-	-
20	0,3	17,3	0,1	-	27,4	-	-
21	-	8,2	0,9	-	11,6	-	3,2
22	-	43,1	1,0	-	35,1	-	62,7
23	-	-	35,2	-	16,4	-	10,4
24	-	19,7	31,4	-	3,8	-	-
25	-	8,5	4,2	-	2,8	-	4,3
26	-	14,8	13,6	-	-	-	-
27	-	16,2	-	-	-	-	-
28	-	-	-	-	0,2	3,7	-
29	7,3	33,6	-	-		-	-
30	5,0	26,5	-	-		23,8	-
31	-		-	-		10,0	
Total	62,7	282,4	172,5	317,9	311,6	97,9	99,7

QUADRO 3B - Precipitação Pluviométrica em Sete Lagoas (MG), Durante o Período de Outubro de 1978 a Abril de 1979

Dia	Mês						
	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.
1	-	4,7	-	-	80,3	-	-
2	-	-	5,8	-	55,7	-	2,5
3	-	-	11,3	-	3,1	-	-
4	-	-	-	1,2	16,5	-	8,1
5	-	-	-	1,0	60,3	-	7,3
6	-	16,9	-	5,6	74,3	2,5	-
7	-	-	-	35,8	15,8	7,6	-
8	-	-	-	4,2	7,8	0,5	0,7
9	-	-	16,2	9,8	27,0	-	-
10	5,9	-	-	-	-	-	-
11	12,7	3,8	20,6	-	-	-	-
12	8,0	35,8	0,2	4,4	-	-	2,9
13	-	11,2	7,0	84,0	-	2,0	4,8
14	-	-	-	50,0	28,1	21,3	-
15	13,2	-	1,1	-	42,2	40,9	-
16	21,0	-	38,4	-	63,5	10,9	-
17	14,4	-	6,3	0,5	-	-	-
18	24,2	2,8	28,8	2,9	1,5	1,4	-
19	15,4	-	-	16,7	30,0	-	-
20	2,9	-	-	17,6	2,4	4,1	-
21	-	-	-	2,7	23,8	0,3	-
22	-	-	4,5	53,8	12,0	-	0,2
23	-	27,2	5,0	11,2	-	-	-
24	-	29,5	3,4	2,2	-	-	-
25	-	44,4	-	2,4	-	-	-
26	-	2,6	-	35,7	-	-	-
27	-	9,6	-	28,6	-	-	-
28	1,3	21,5	2,0	83,6	-	-	-
29	-	23,6	7,7	25,3		-	36,9
30	-	-	4,9	47,9		-	-
31	1,1		-	47,6		6,0	
Total	120,1	233,6	163,2	547,7	544,3	97,5	63,4

APÊNDICE C

HISTOGRAMAS DE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA EM SETE LAGOAS, MG, DURANTE O PERÍODO DE OUTUBRO A ABRIL, DOS ANOS AGRÍCOLAS DE 1976/77, 1977/78 E 1978/79

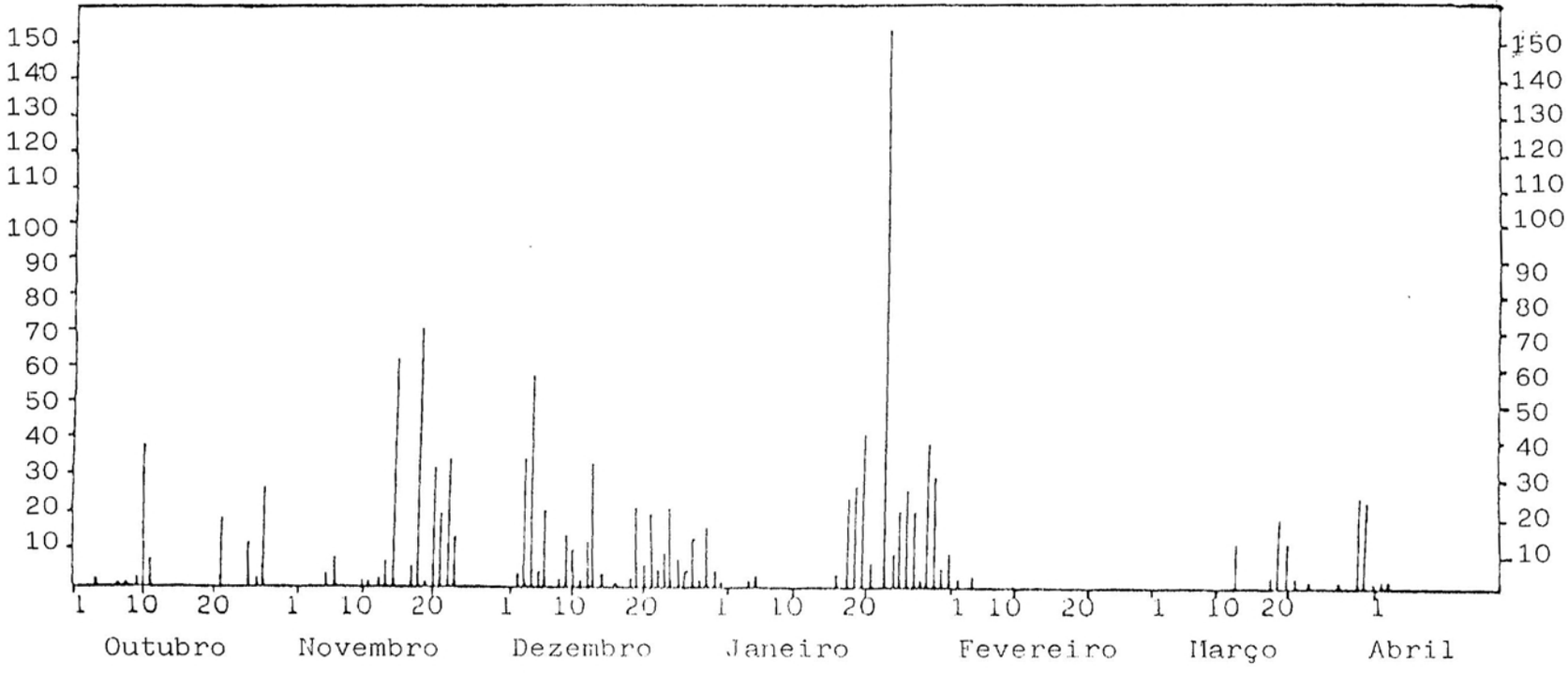

FIGURA 1C - Histograma da Precipitação Pluviométrica, Segundo Dados da Estação Meteorológica Principal de Sete Lagoas(MG), para o Ano Agrícola de 1976/77.

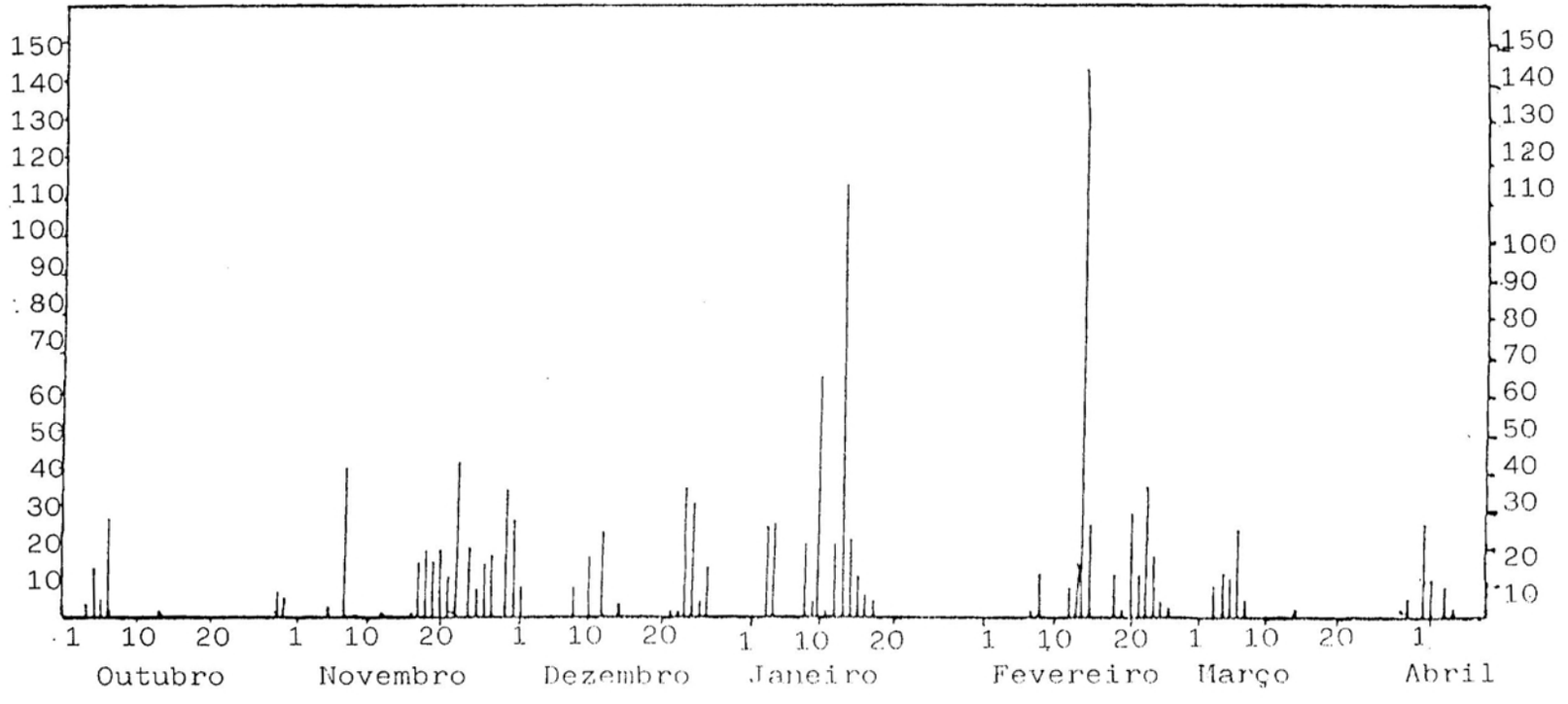

FIGURA 2C - Histograma da Precipitação Pluviométrica, Segundo Dados da Estação Meteorológica Principal de Sete Lagoas(MG), para o Ano Agrícola de 1977/78.

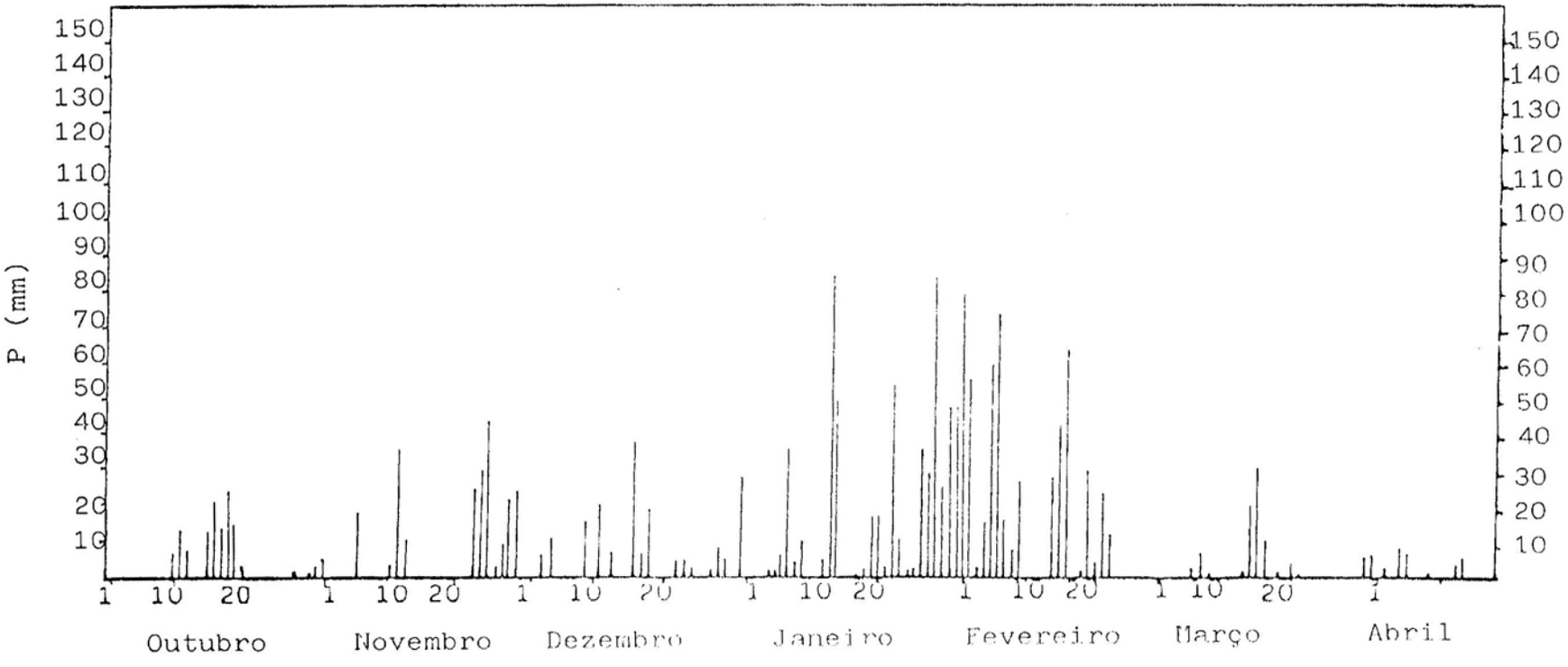

FIGURA 3C - Histograma da Precipitação Pluviométrica, Segundo Dados da Estação Meteorológica Principal de Sete Lagoas (MG), para o Ano Agrícola de 1978/79.

Livros Grátis

(http://www.livrosgratis.com.br)

Milhares de Livros para Download:

Baixar livros de Administração
Baixar livros de Agronomia
Baixar livros de Arquitetura
Baixar livros de Artes
Baixar livros de Astronomia
Baixar livros de Biologia Geral
Baixar livros de Ciência da Computação
Baixar livros de Ciência da Informação
Baixar livros de Ciência Política
Baixar livros de Ciências da Saúde
Baixar livros de Comunicação
Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE
Baixar livros de Defesa civil
Baixar livros de Direito
Baixar livros de Direitos humanos
Baixar livros de Economia
Baixar livros de Economia Doméstica
Baixar livros de Educação
Baixar livros de Educação - Trânsito
Baixar livros de Educação Física
Baixar livros de Engenharia Aeroespacial
Baixar livros de Farmácia
Baixar livros de Filosofia
Baixar livros de Física
Baixar livros de Geociências
Baixar livros de Geografia
Baixar livros de História
Baixar livros de Línguas

Baixar livros de Literatura
Baixar livros de Literatura de Cordel
Baixar livros de Literatura Infantil
Baixar livros de Matemática
Baixar livros de Medicina
Baixar livros de Medicina Veterinária
Baixar livros de Meio Ambiente
Baixar livros de Meteorologia
Baixar Monografias e TCC
Baixar livros Multidisciplinar
Baixar livros de Música
Baixar livros de Psicologia
Baixar livros de Química
Baixar livros de Saúde Coletiva
Baixar livros de Serviço Social
Baixar livros de Sociologia
Baixar livros de Teologia
Baixar livros de Trabalho
Baixar livros de Turismo