**INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA SOBRE AS
CONCENTRAÇÕES DE PROTEÍNA E ÓLEO EM SEMENTES DE
SOJA (*Glycine max* (L.) Merrill)**

ANTONIO EDUARDO PÍPOLO

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. **GIL MIGUEL DE SOUSA CÂMARA**

Tese apresentada à Escola Superior de
Agricultura “Luiz de Queiroz”,
Universidade de São Paulo, para obtenção
do título de Doutor em Agronomia , Área
de Concentração: Fitotecnia.

PIRACICABA
Estado de São Paulo – Brasil
Novembro – 2002

ERRATA

PÍPOLO, A. E. Influência da temperatura sobre as concentrações de proteína e óleo em sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Tese de Doutorado .

p.	item	tabela	onde se lê	leia-se
23	3.3.2	1	Conteúdo de óleo: 134,0; 125,0; 116,0; 188,0; 169,0; 168,0.	Conteúdo de óleo: 13,4; 12,5; 11,6; 18,8; 16,9; 16,8.
23	3.3.2	1	Conteúdo de proteína: 364,0; 355,0; 310,0; 446,0; 438,0; 381,0.	Conteúdo de proteína: 36,4; 35,5; 31,0; 44,6; 43,8; 38,1.

p.	item	linha	onde se lê	leia-se
30	4	Título	Resposta da glutamina sobre as concentrações de proteína e óleo de sementes de soja cultivadas <i>in vitro</i> .	Efeito da disponibilidade de glutamina sobre as concentrações de proteína e óleo de sementes de soja cultivadas <i>in vitro</i> .

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP

Pípolo, Antonio Eduardo

Influência da temperatura sobre as concentrações de proteína e óleo em sementes de soja (*Glyne max* (L.) Merrill) / Antonio Eduardo Pípolo. -- Piracicaba, 2002.
128 p.

Tese (doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2002.
Bibliografia.

1. Efeito da temperatura 2. Óleo vegetal 3. Proteína vegetal 4. Soja I. Título

CDD 633.34

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

**Disse-lhe Jesus: “ Creste, porque me viste. Felizes aqueles que crêem
sem ter visto! ”**

João 20, 29.

Ao meu pai **MIGUEL** (*in memoriam*) pela grande lição de vida,
À minha mãe **DALVA** pela incansável garra e determinação,

À minha esposa **VALÉRIA** pela presença, participação e contribuição em todas as
caminhadas,

Às minhas filhas **GIULIANA** e **VITÓRIA**, dádivas de Deus

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Gil Miguel de Sousa Câmara pela convivência e amizade durante esta caminhada.

Ao Dr. Thomas R. Sinclair, fisiologista do USDA junto à Universidade da Florida – EUA, pela amizade, companheirismo e contribuição nesta jornada.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidade de São Paulo, Departamento de Produção Vegetal, pela oportunidade de realizar este curso.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Centro Nacional de Pesquisa de Soja, pelo apoio para a realização deste curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

À Cooperativa Agrícola Mourãoense - COAMO, pelo apoio na realização deste trabalho.

Ao Dr. GERMANO JOSÉ FRENZEL OTTMANN, Superintendente Industrial da COAMO, por apresentar-nos com propriedade este tema de extrema importância, pelo apoio dado pelo seu laboratório e laboratoristas.

Aos técnicos condutores dos experimentos da rede de melhoramento de plantas da Embrapa e da COODETEC, pela condução dos experimentos e envio das amostras de sementes e dados de campo.

Ao amigo Nelson da Silva Fonseca Junior, pela extrema bondade, disponibilidade e interesse na realização das análises estatísticas.

A todos os colegas da Pós-Graduação, em especial a Mônica, Patrícia e Rodrigo, pelo agradável convívio, companheirismo e amizade.

Às bibliotecárias da ESALQ-USP, pela revisão da tese.

Ao meu conselheiro acadêmico Dr. Álvaro Manuel Rodrigues de Almeida, que no momento certo soube me aconselhar,

Aos amigos, à chefia da Embrapa Soja e a todas as demais pessoas que contribuíram para que esse importante passo fosse dado.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	ix
SUMMARY	xi
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Composição da semente e acumulação de óleo e proteína.....	3
2.2 Efeito da temperatura.....	5
2.2.1 Variação geográfica da composição de proteína e óleo da soja.....	8
2.3 Suprimento de nitrogênio.....	8
3 EFEITO DA TEMPERATURA SOBRE AS CONCENTRAÇÕES DE ÓLEO E PROTEÍNA DE SEMENTES DE SOJA CULTIVADAS <i>IN VITRO</i>	12
Resumo.....	12
Summary.....	13
3.1 Introdução.....	14
3.2 Material e Métodos.....	17
3.2.1 Fonte de sementes <u>jovens</u>	17
3.2.2 Condições do estudo <i>in vitro</i>	17
3.2.3 Avaliações das sementes.....	19

3.2.4 Determinação das concentrações de óleo e proteína.....	19
3.2.5 Análise estatística.....	20
3.3 Resultados.....	21
3.3.1 Taxa de crescimento.....	21
3.3.2 Concentração e conteúdo de óleo.....	23
3.3.3 Concentração e conteúdo de proteína.....	23
3.3.4 Concentração de óleo versus concentração de proteína.....	24
3.4 Discussão.....	25
3.5 Conclusões.....	29
4 RESPOSTA DA GLUTAMINA SOBRE AS CONCENTRAÇÕES	
DE PROTEÍNA E ÓLEO DE SEMENTES DE SOJA CULTIVADAS	
<i>IN VITRO</i>	30
Resumo.....	30
Summary.....	31
4.1 Introdução.....	32
4.2 Material e Métodos.....	35
4.2.1 Fonte de Sementes.....	35
4.2.2 Condições do cultivo <i>in vitro</i>	35
4.2.3 Avaliações das sementes.....	37
4.2.4 Determinação das concentrações de óleo e proteína.....	37
4.2.5 Análise <u>Estatística</u>	38
4.3 Resultados e Discussão.....	39
4.3.1 Desenvolvimento das sementes em cultura.....	39

4.3.2 Composição da semente.....	39
4.4 Conclusões.....	42
5 EFEITO DA TEMPERATURA NAS CONCENTRAÇÕES DE PROTEÍNA E ÓLEO DA SEMENTE DE SOJA (<i>Glycine Max</i> (L.) Merrill) EM CONDIÇÕES DE CAMPO.....	
Resumo.....	44
Summary.....	45
5.1 Introdução.....	46
5.2 Material e Métodos.....	48
5.3 Resultados e Discussão.....	50
5.3.1 Comparação entre cultivares.....	50
5.3.2 Comparação entre anos.....	51
5.3.3 Comparação entre locais.....	57
5.3.4 Padrão <u>geográfico</u>	62
5.4 Conclusões.....	65
6 CONCLUSÕES GERAIS.....	66
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67
APÊNDICES.....	78

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA SOBRE AS CONCENTRAÇÕES DE PROTEÍNA E ÓLEO EM SEMENTES DE SOJA (*Glycine max* (L.) Merrill)

Autor: ANTONIO EDUARDO PÍPOLO

Orientador: Prof. Dr. GIL MIGUEL DE SOUSA CÂMARA

RESUMO

Com o objetivo de estudar a influência da temperatura sobre as concentrações de proteína e óleo da semente de soja, sementes da cultivar Williams 82 foram cultivadas *in vitro* a 17, 21, 25, 29 e 33° C, em meio líquido por 8 dias. Existiu uma relação inversa entre a Taxa de Acúmulo de Massa Seca (TAMS) e as concentrações de óleo e proteína. Como as concentrações de óleo e proteína foram as mais baixas quando a TAMS alcançou os valores mais altos, o efeito de diluição explica as variações na concentração. Nas temperaturas extremas a redução de massa seca ocorreu na semente toda, não somente sobre o conteúdo de óleo e proteína, mas também sobre os outros componentes da semente, e as concentrações de óleo e proteína aumentaram. O efeito da temperatura foi principalmente no acúmulo de massa seca e não diretamente sobre a síntese de óleo e proteína. As concentrações de óleo e proteína foram positivamente relacionadas, quando os suprimentos de nitrogênio e carbono foram constantes. No segundo experimento *in*

vitro, doses de glutamina de 20, 40, 60 e 80 mM foram aplicadas ao meio de cultura. A 20 mM de glutamina a concentração de proteína foi de 294 mg g⁻¹ e a 80 mM de glutamina a concentração de proteína alcançou 445 mg g⁻¹, que é maior que a concentração de proteína que tipicamente ocorre em sementes de soja maduras *in vivo*. As concentrações de óleo e proteína foram inversamente relacionadas ($r^2 = 0,43^*$). Estes resultados indicam que a relação negativa entre as concentrações de óleo e proteína está vinculada ao balanço de carbono e nitrogênio disponibilizado para a semente. Quando o nitrogênio tornou-se mais abundante, a preferência foi sintetizar proteína ao invés de óleo. Portanto, a disponibilidade de nitrogênio pode ser o fator regulador da concentração de proteína na semente. Nos experimentos em condições de campo, apesar das análises de regressão para concentração de proteína e óleo versus temperatura apresentarem resultados significativos, dentro de um mesmo local, as variações nos teores de proteína foram melhor explicadas pela distribuição de chuvas durante o período de enchimento de grãos. Entre locais, a tendência observada foi de que, sementes coletadas nos locais com temperaturas médias mais amenas (21°C a 23°C) e com maior altitude (>650m), apresentaram maior concentração de proteína do que aquelas coletadas nos locais com temperaturas mais altas (23°C a 27°C). Quando esta tendência não foi verificada, novamente os resultados foram melhor explicados pela distribuição de chuvas durante o período de enchimento e rendimento de grãos. Devido às diferenças obtidas entre anos e locais, o padrão geográfico baseado somente nas variações da temperatura não foi suficiente para explicar as alterações na concentração de proteína. A distribuição de chuvas durante o período de enchimento de grãos e a disponibilidade de nitrogênio para as sementes, são peças-chave para o melhor entendimento das variações dos teores de proteína e óleo nas sementes de soja.

INFLUENCE OF TEMPERATURE ON PROTEIN AND OIL CONCENTRATION IN SOYBEAN (*Glycine max* (L.) Merrill) SEED

Author: ANTONIO EDUARDO PÍPOLO

Adviser: Prof. Dr. GIL MIGUEL DE SOUSA CÂMARA

SUMMARY

To study the influence of temperature on seed protein and oil concentration, soybean seeds from cultivar Williams 82 were grown *in vitro* at temperatures of 17, 21, 25, 29 e 31° C in liquid medium for 8 days. There was an inverse relationship between Dry Growth Rate (DGR) and protein and oil concentration. Since oil and protein concentrations were the lowest when DGR was the greatest, dilution accounted for much of the variation in concentrations. At extremes temperatures the dry matter reduction occurred on whole seed, not only on oil and protein contend, but also on other seed components, then oil and protein concentration increased. The temperature effect was mainly on total dry matter accumulation and not directly on oil and protein synthesis. The oil and protein concentration were positively related when the supply of nitrogen and carbon were constant. In the second *in vitro* experiment, glutamine concentrations of 20, 40, 60 and 80 mM were used in the medium. At 20 mM glutamine the protein concentration was 294 mg g⁻¹ and at 80 mg g⁻¹ glutamine it reached up to 445 mg g⁻¹, which is higher than the normal protein concentration of 400 mg g⁻¹, that typically occurs in *in vivo* mature soybean seed. Oil and protein concentrations were inversely

related ($r^2 = 0,43^*$). These results indicate that the negative relationship between oil and protein is related to the balance of carbon and nitrogen supply to the seed. When nitrogen becomes more abundant the preference was to make protein instead of oil and carbon was used in this purpose. Therefore, nitrogen availability can regulate seed protein concentration. In the field experiments, in spite of the significant results of the linear regression of protein and oil versus temperature, within the same location, variation on protein concentration were best explained by the rain distribution during seed filling. Among locations, there was a trend that seed collected at locations with milder average temperatures (21 to 23° C) and higher altitude (>650m), present higher protein concentration than those collected in locations with higher temperatures (23 to 27° C). When this trend was not observed, the rain distribution during the seed filling and seed yield, again best explained the results. Due the differences obtained among years and locations, the geographic pattern based only on temperature variations was not sufficient to explain the variations on protein concentration. The rain distribution during the seed filling period as well as the nitrogen availability to the seeds, are the key factors to the best understanding of the variations in protein and oil concentrations in soybean seeds.

1 INTRODUÇÃO

A principal utilização da soja é como matéria-prima para a indústria que produz óleo degomado e farelo. O óleo é utilizado como matéria-prima para a indústria alimentícia e o farelo é utilizado na indústria de rações. A indústria de processamento de soja tem grande interesse nas causas da variação dos teores de óleo e proteína da soja, devido a interesses comerciais. As concentrações destes elementos determinam o quanto pode ser produzido com uma tonelada de soja, e também, o preço do produto final, em função da concentração a ser obtida e do rendimento industrial.

A soja apresenta concentração média de 40% de proteína e 20% de óleo, mas existe grande variabilidade quanto a estes teores nos bancos de germoplasma (Wilcox, 1985, Hartwig, 1979). A concentração de óleo e proteína é herdada como uma característica quantitativa (Wilcox, 1985; Burton, 1989), influenciada pelo meio ambiente. Embora exista variabilidade genotípica para composição de óleo e proteína, tem sido difícil melhorar estas características através do melhoramento de plantas, devido à correlação negativa existente entre óleo e proteína e a consistente relação inversa entre produtividade de grãos e concentração de proteína (Burton, 1985). Por outro lado, têm-se dado maior ênfase ao incremento na produtividade de grãos e a resistência às doenças, do que a composição química dos grãos. Também, não existe incentivo econômico, até o momento, para criação de genótipos com alto teor protéico, pois, o produtor recebe pela quantidade produzida, não pela concentração de proteína e/ou óleo da semente.

A influência ambiental tem sido pouco estudada e não está totalmente esclarecida atualmente. Existem evidências na literatura indicando que as condições ambientais que ocorrem durante o período de enchimento de grãos, afetam a composição final das

sementes de soja. Esta variabilidade na composição da semente é problemática para a indústria, pois, as concentrações a serem obtidas, como por exemplo para a concentração de proteína no farelo, nem sempre são alcançadas. As grandes variações nas concentrações de proteína e óleo nos diferentes anos e locais normalmente levam a interpretações confusas. Grande parte da literatura relata que a temperatura durante o período de enchimento de grãos, é um dos principais fatores que influenciam as concentrações de óleo e proteína da semente de soja.

Em experimentos *in vivo* é difícil isolar o efeito da temperatura devido à influência da planta mãe e dos demais fatores ambientais que poderiam influenciar as concentrações de óleo e proteína das sementes de soja. Também existem evidências na literatura de que a composição das sementes de soja é afetada pelo suprimento de nitrogênio fornecido pela planta mãe, sendo difícil controlar precisamente a quantidade de carbono e nitrogênio transportado para a semente *in vivo*. Por estes motivos, primeiramente, a abordagem deste tema foi endereçada ao estudo *in vitro*.

Por outro lado, como a cultura da soja é semeada no Brasil desde trinta graus de latitude sul até cinco graus de latitude norte, é de se esperar que ocorram variações nas concentrações de óleo e proteína da soja, à medida que se varie latitude, altitude e conseqüentemente temperatura. Seria de extrema valia poder confrontar dados de laboratório com dados de campo, buscando-se as possíveis explicações para as variações nas concentrações de óleo e proteína da semente de soja.

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da temperatura nas concentrações de óleo e proteína na semente de soja e verificar a ocorrência ou não de um padrão geográfico para explicar a variação destes teores.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Composição da semente e acumulação de óleo e proteína

A semente de soja madura contém aproximadamente 40% de proteína, 20% de óleo, 17% de celulose e hemicelulose, 7% de açúcares, 5% de fibras e 6% de cinzas em base seca (Krober et al., 1962).

Bils & Howell (1963) estudaram as mudanças bioquímicas e citológicas em cotilédones de soja em desenvolvimento, dos 15 dias até a maturação. Aos 15 dias poucas figuras mitóticas foram vistas, confirmando que a divisão de células é essencialmente completada durante as primeiras duas semanas após o florescimento e o subsequente aumento no tamanho da semente é resultado do aumento do tamanho da célula devido à deposição de proteína e óleo principalmente. Durante o primeiro período (15 a 18 dias após o florescimento), o citoplasma apresentava grânulos de RNA, protoplastídios e mitocôndrias. A acumulação de proteína e lipídios foi moderada, comparada com similar período uma semana depois. No segundo período de desenvolvimento, 18 a 26 dias após o florescimento, ocorreu alta atividade metabólica. As massas fresca e seca aumentaram rapidamente, mais mitocôndrias apareceram no cotilédone e aumentou o consumo de O_2 . Alguns corpos protéicos apareceram e o número de corpos lipídicos aumentou. Grãos de amido apareceram nesta fase e permaneceram quase até a maturidade. Um grande aumento no tamanho e número de corpos protéicos foi evidente no terceiro período (26 a 36 dias após o florescimento). Estes corpos têm proteína de armazenamento, que são distintas das enzimas e outras proteínas metabólicas das mitocôndrias. Do 18 aos 36 dias, o volume da célula aumentou cerca de dez vezes e a massa seca aumentou de três para 75 mg. Este foi o

período de maior aumento na percentagem de óleo. O quarto período (36 a 52 dias) foi caracterizado por um aumento no tamanho dos corpos protéicos. A quantidade relativa de lipídio e amido permaneceu constante. A desidratação e maturação da semente ocorreram durante o quinto período (+ de 52 dias). Grãos de amido foram convertidos em outros componentes e nenhum foi visto na maturidade. A taxa de respiração e o conteúdo de umidade foram muito baixos.

Rubel et al. (1972) seguiram a deposição de proteína e óleo em sementes de soja em desenvolvimento. A 25 dias após o florescimento, a composição das sementes era de cerca de 30% de proteína e 5% de óleo e isto representou somente 2% do total de proteína e 1% do total de óleo da semente madura. A proteína sintetizada neste período foi considerada proteína metabólica e não proteína de armazenamento. Portanto, tinha pouca proteína e pouco óleo sintetizados até esta primeira amostragem. Dos 24 aos 40 dias após o florescimento, a porcentagem de óleo aumentou rapidamente para 20%, assim como, houve aumento na concentração de proteína. Durante os restantes 25 dias as concentrações de óleo e proteína permaneceram constantes e neste período cerca de 70% da proteína e do óleo foram sintetizados.

Yazdi-Samadi et al. (1977) também estudaram a deposição de proteína e óleo em cultivares de soja. Aos dez dias somente cerca de 3,5 a 4,1% do total do óleo tinha sido sintetizado. Dos 20 aos 40 dias após o florescimento, estes números passaram para 55,6 e 76,5% . A concentração de proteína não variou muito dos 20 aos 40 dias após o florescimento, mas a maior parte também foi sintetizada nestes vinte dias.

Resumindo, o processo de divisão celular cessa em torno de duas semanas após o florescimento (Bils & Howell, 1962; Egli et al., 1981). A partir daí, o aumento da matéria seca é devido principalmente à acumulação de óleo e proteína. Uma rápida deposição destes produtos ocorre dos 20 aos 40 dias após o florescimento e continua até a maturação fisiológica. As proteínas de armazenamento são depositadas em corpos protéicos, são sintetizadas em grande quantidade em tecidos específicos e em certos estádios do desenvolvimento da planta (Shewry et al., 1995). O óleo é armazenado em corpos lipídicos como triacilglicerol e serve como fonte primaria de carbono (Ohlrogge & Browse, 1995).

Como a deposição desses produtos ocorre em período específico do desenvolvimento da planta, é esperado que alterações climáticas, principalmente variações da temperatura durante o período de deposição, podem alterar a composição da semente.

2.2 Efeito da temperatura

Dentre os fatores climáticos, a temperatura é citada como o fator que mais explica as concentrações de proteína e óleo da semente de soja, quando se mantém constantes as outras variáveis.

Wolf et al., (1982) submeteram a cultivar de soja Fiskeby V ao regime de temperatura de 24/19° C (dia/noite). Do período de enchimento de grãos até a maturidade os vasos foram colocados a 18/13, 24/19, 27/22, 30/25 e 33/28° C em fitotron, com objetivo de estudar o efeito da temperatura na concentração de proteína, óleo e outros constituintes da semente. A concentração de proteína foi bastante estável entre 18 e 30° C, mas aumentou significativamente quando a temperatura passou para 33° C. A concentração de óleo aumentou marcadamente quando a temperatura aumentou. O maior aumento ocorreu entre 24/19 e 27/22° C, nas temperaturas mais altas que estas, houve aumento de somente um ponto percentual na concentração de óleo. Os resultados mostraram correlação positiva entre óleo e proteína.

Dornbos & Mullen (1992) estudaram as mudanças na produtividade de grãos, proteína, óleo e composição de ácidos graxos de cultivares de soja submetidas à diversas temperaturas e níveis de estresse hídrico, em casa de vegetação com condições controladas, durante o período de enchimento de grãos. No primeiro experimento a cultivar Gnome foi submetida ao regime de temperatura de 20/16° C (18,6° C) e 26/16° C (22,6° C), 16/8 horas de claro/escuro, com três níveis de estresse hídrico. Neste primeiro experimento a concentração de proteína diminuiu e a concentração de óleo aumentou com o aumento da temperatura. O efeito do estresse hídrico foi o de aumentar a concentração de proteína e diminuir a concentração de óleo dentro de cada tratamento. Entre tratamentos de temperatura, quando a temperatura aumentou, diminuiu a

concentração de proteína e aumentou a concentração de óleo. Não foram apresentados dados de rendimento de grãos neste experimento. No segundo experimento, a cultivar Hodgson 78 foi submetida a 29/20 e 35/20° C no primeiro ano e a 27/20 e 33/20° C no segundo ano, também com três níveis de estresse hídrico. Analisando o tratamento controle para estudar somente o efeito da temperatura, a produtividade de proteína decresceu de 14,2 para 11,2 g planta⁻¹ (21,1%), a produtividade de óleo decresceu de 9,5 para 7,5 g planta⁻¹ (21,0%) e a produtividade de grãos decresceu de 38,0 para 29,4 g planta⁻¹ (22,6%) quando a temperatura do ar variou de 27/20 (24,6° C) para 33/20 (28,6° C). As concentrações de proteína e óleo aumentaram de 37,3 para 38,1% e de 24,9 para 25,4% respectivamente. Embora as produtividades de proteína e de óleo diminuíram, o declínio na acumulação total de matéria seca foi suficiente para resultar no aumento na concentração de proteína e óleo. Quando a temperatura aumentou para 35/20° C, temperatura média de 30° C, a produtividade de grãos e de óleo foram mais afetadas que a produtividade de proteína. Temperaturas médias durante o período de enchimento de grãos de 30° C em condições de campo dificilmente serão observadas. O estresse hídrico tanto moderado como severo reforçou a tendência de queda mais acentuada de produtividade de óleo e de grãos do que na produtividade de proteína, aumentando mais a concentração de proteína e diminuindo a concentração de óleo. Os autores sugerem uma inversa e curvilínea relação entre proteína, óleo e temperatura do ar durante o período de enchimento de grãos. A concentração de proteína declina entre 21 e 27° C e depois aumenta. A concentração de óleo aumenta de 21 até 29° C e depois declina. Os autores sugerem a existência um ponto crítico ao redor de 28° C em que a concentração de proteína é mínima e a concentração de óleo é máxima.

Gibson & Mullen (1996) estudaram, em fitotron, o efeito das temperaturas do dia e da noite durante o período reprodutivo da soja sobre as concentrações de óleo e proteína e ácidos graxos. Neste trabalho verificaram que a temperatura da noite também influencia a composição da semente de soja. Apesar das respostas das concentrações de óleo e proteína à temperatura terem sido similares aos estudos reportados por Dornbos & Mullen (1992), os autores sugerem que o valor crítico de temperatura diária seja perto dos 25° C ao invés de 28 sugeridos por Dornbos & Mullen (1992). A concentração de

proteína teve pouca alteração quando a temperatura aumentou de 16 para 25° C, mas aumentou quando a temperatura subiu de 25 para 31° C. A concentração de óleo aumentou quando a temperatura aumentou de 16 para 25° C, e decresceu, ou permaneceu no mesmo nível quando a temperatura subiu de 25 para 31° C.

Piper & Boote (1999) testaram o efeito da temperatura sobre a concentração de óleo e proteína da soja usando um grande conjunto de dados de campo do Uniform Soybean Tests dos Estados Unidos. A regressão quadrática foi o melhor modelo para representar concentração de proteína e temperatura. Apesar da regressão ter sido significativa, apenas uma pequena parte da variação pôde ser explicada pela temperatura. As análises suportam a idéia de que a concentração de proteína decresce quando a temperatura aumenta de 14 para 20° C, e aumenta quando a temperatura cresce acima de 25° C. O autor conclui que as diferenças entre genótipos explicaram mais as variações nas concentrações de proteína que a temperatura, e que o aumento da concentração de proteína quando a temperatura aumenta acima de 25° C pode estar relacionado com a ocorrência de estresse hídrico. Da mesma forma que para proteína, a regressão quadrática melhor explicou as relações entre concentração de óleo e temperatura. A concentração de óleo aumentou até o ponto máximo a 24,29° C.

Considerando a temperatura média de 20 a 28° C durante o período de enchimento de grãos da soja, a temperatura da maioria das regiões produtoras do Brasil, o efeito direto da temperatura tende a se reduzir. Também, as diferenças de concentração podem estar relacionadas com o acúmulo total de matéria seca pela semente, e não por um efeito direto da temperatura na síntese de óleo e proteína. Portanto, variações nas concentrações devem ser relacionadas com a produtividade de grãos. Por outro lado, deve-se considerar a ocorrência de estresse hídrico que pode afetar não só o rendimento de grãos, como também a disponibilidade de N para a semente.

Em experimentos *in vivo*, é difícil isolar o efeito da temperatura devido aos efeitos da planta mãe. Além disso, em experimentos de campo é difícil avaliar todos os fatores ambientais que poderiam influenciar a concentração de óleo e proteína da soja (temperatura, suprimento de água, fertilidade do solo, fotoperíodo, período de enchimento do grão). Existe evidência de que a composição das sementes de soja é

afetada pelo suprimento de nitrogênio suprido pela planta mãe (Saravitz e Raper, 1995; Hayati et al., 1996; Nakasathien et al., 2000) e é difícil controlar precisamente a quantidade de carbono e nitrogênio transportado para a semente de soja *in vivo*. Portanto o estudo da temperatura foi endereçado às condições *in vitro* e em condições de campo.

2.2.1 Variação geográfica da concentração de proteína e óleo da soja

Estudos iniciais para estabelecer o padrão geográfico de concentração de óleo e proteína em soja nos Estados Unidos mostraram que o óleo aumentou e a proteína decresceu do norte para o sul da região meio-oeste. (Keirstead, 1952, Pahigian, 1950).

Breene et al. (1988) estudaram as diferenças na concentração de proteína e óleo da soja proveniente de estados do norte e do sul dos Estados Unidos (34° a 44° de latitude norte). Existiu uma tendência definida de menor concentração de proteína da soja processada no norte quando comparada com a soja processada no sul.

Hurburgh et al. (1990) reportaram que a concentração de óleo decresceu e a concentração de proteína aumentou do norte para o sul da região meio-oeste dos Estados Unidos, o oposto dos estudos preliminares e contra as conhecidas respostas da concentração de óleo a temperatura. Também relatou, que os estados do norte e noroeste dos Estados Unidos tinham em torno de 0,5% mais óleo e de 1,5 a 2,0% menos porcentagem de proteína que os estados do sul. Os autores concluíram que existe um padrão geográfico para a concentração proteína e óleo, e que as diferenças entre regiões geográficas ou países, são grandes o suficiente para serem economicamente significantes.

No Brasil não existem estudos tentando explicar as variações das concentrações de proteína e óleo em função da região geográfica. Esse estudo seria de grande interesse para o setor industrial, pois poderia identificar as regiões com maior potencial para acumulação de proteína e óleo.

2.3 Suprimento de nitrogênio

Analisando os requerimentos de fotossintatos e nitrogênio da semente, Sinclair & de Wit (1975) encontraram que a soja era única entre as 24 culturas estudadas. Tendo alta concentração de proteína e lipídios, a soja requer a mais alta taxa de suprimento de nitrogênio para a semente e produz biomassa numa razão muito baixa. O requerimento de nitrogênio foi tão grande que, praticamente em todas as situações, o nitrogênio teve que ser translocado dos tecidos vegetativos para sustentar o crescimento da semente.

O nitrogênio (N) é o nutriente requerido em maior quantidade pela cultura da soja, pois os grãos são muito ricos em proteína, apresentando um teor médio de 6,5% de N. Desse modo, para produzir 1000 kg de grãos de soja são necessários 65 kg de N. Adicionando mais 15 kg de N para folhas, caule e raízes, tem-se 80 kg de N. Conseqüentemente, para a obtenção de rendimentos de 3000 kg/ha de grãos, são necessários 240 kg de N, dos quais 195 kg são retirados da lavoura pelos grãos. (Hungria et al., 2001). Existem duas fontes básicas de nitrogênio para a planta de soja. O nitrato vindo principalmente da decomposição da matéria orgânica do solo e de fertilizantes e o nitrogênio da atmosfera (N_2) que as bactérias fixam em compostos nitrogenados chamados ureídeos. Os ureídeos são metabolizados em aminoácidos nos tecidos, tornando o nitrogênio disponível para a planta em crescimento.

Essas duas fontes de N são normalmente complementares. As plantas usam nitrato do solo na fase inicial do desenvolvimento (antes da planta ter formado um conjunto adequado de nódulos), e a assimilação alcança seu máximo, normalmente no florescimento pleno (estádio R_2) e declina em seguida. As máximas taxas de fixação de nitrogênio ocorrem no final do florescimento e durante o enchimento de grãos. O nitrogênio assimilado entre o desenvolvimento da vagem (estádio R_3) e o começo da maturação (estádio R_7) parece ser a fonte predominante de nitrogênio para a semente (Warembourg & Fernandes, 1985; Zapata et al., 1987). Cabe salientar que a o nitrato do solo é antagonista à fixação atmosférica do nitrogênio, pois mantém os nódulos em formação e interfere na fixação dos nódulos existentes. Um fator complicador deste quadro é que a fixação atmosférica do nitrogênio começa a declinar durante a fase de enchimento de grãos. Então o crescimento da semente fica fortemente dependente da

remobilização do nitrogênio dos tecidos vegetais, principalmente das folhas. A perda de nitrogênio pelas folhas faz com que a folha perca sua capacidade fotossintética, o que finalmente levaria a planta a senescência e morte. Sinclair & de Wit (1975) lançaram essa hipótese e chamaram a soja de autodestrutiva, em função desta sequência de eventos.

Por outro lado, a composição não é simplesmente uma função do suprimento, mas é determinada geneticamente e influenciada pelas condições ambientais durante o cultivo (Burton et al., 1995; Westgate et al., 1995). Em condições normais de cultivo, o carbono da fotossíntese e o nitrogênio estão ligados, onde a demanda de carbono pela semente depende da disponibilidade de nitrogênio (Nelson et al., 1984; Vessey et al., 1990). A alteração no balanço do suprimento de carbono e nitrogênio afeta a composição da semente e pode ser o mecanismo que explica as variações na concentração de proteína e óleo devido a fatores ambientais (Hayati et al., 1996).

Hayati et al. (1995) mostraram que o aumento da fotossíntese quando o nitrogênio estava disponível para a planta, aumentou o acúmulo de nitrogênio em direta proporção com o peso seco, resultando em constante concentração de nitrogênio na semente. Quando o N não estava disponível para a planta, o aumento do peso seco causou decréscimo na concentração de N na semente. Streeter (1978) trabalhando com solução nutritiva observou que um curto período de estresse de nitrogênio (após 87 dias da semeadura), reduziu o tamanho e a concentração de N na semente sem um significativo efeito na concentração de N nas folhas e ramos. Somente após uma queda no crescimento da semente de 25% e após um prolongado estresse de nitrogênio, as concentrações de N na folha e ramos caíram a níveis abaixo ao das plantas não estressadas.

Apesar do controle genético, a concentração de proteína da soja parece ser influenciada pela disponibilidade de N. Como o N da fixação biológica preferencialmente vai para a formação da semente, a maximização do processo de fixação pode contribuir com uma maior concentração de N, e conseqüentemente, de proteína nos grãos de soja. Por outro lado, fatores que afetam a fixação simbiótica contribuem para o menor suprimento de N para a semente. Em condições tropicais, entre

os fatores que mais afetam o processo de fixação biológica do N_2 , estão as altas temperaturas, a seca e a acidez do solo (Hungria & Vargas, 2000).

3 EFEITO DA TEMPERATURA SOBRE AS CONCENTRAÇÕES DE ÓLEO E PROTEÍNA DE SEMENTES DE SOJA CULTIVADAS *IN VITRO*

Resumo

A soja (*Glycine max* (L.) Merr.) tem valor comercial devido aos teores de óleo e proteína de suas sementes. Com o objetivo de examinar a influência da temperatura sobre a concentração de óleo e proteína da soja, sementes da cultivar Williams 82 foram cultivadas *in vitro* a 17, 21, 25, 29 e 33° C. As sementes foram incubadas em frascos Erlenmeyer em meio líquido por 8 dias. A concentração (mM) dos componentes do meio foram: KCl, 10; MgSO₄.7H₂O, 8.0; MnSO₄. H₂O, 0.499; ZnSO₄. 7H₂O, 0.150; CuSO₄. 5H₂O, 0.0025; CaCl₂. 2H₂O, 2.99; KI, 0.005; KH₂PO₄, 1.25; H₃BO₃, 0.100; Na₂MoO₄. 2H₂O, 0.001; FeSO₄. 7H₂O, 0.100; Na EDTA, 0.100; glicina, 0.027; ácido nicotínico, 0.004; tiamina HCl, 0.001; piridoxina HCl, 0.0005 e mio-inositol, 0.555 (Obendorf et al, 1983). A concentração de sacarose foi aumentada de 146 para 204.5 mM e a concentração de glutamina foi de 62.5 mM. A taxa de acúmulo de massa seca (TAMS) foi máxima a 23,7° C. As concentrações de óleo e proteína e a taxa de acúmulo de massa seca da semente não apresentaram diferença significativa ($P > 0,05$) quando a temperatura variou de 21 a 29° C. Entretanto, considerando todas as temperaturas, a regressão quadrática para concentração de óleo ($R^2 = 0.66^{**}$) apresentou ponto de mínimo a 24,1° C e a regressão quadrática para concentração de proteína ($R^2 = 0.59^{**}$) apresentou ponto de mínimo a 24,3° C. Portanto, existiu uma relação inversa entre TAMS e as concentrações de óleo e proteína. Como as concentrações de óleo e proteína

foram as mais baixas quando a TAMS alcançou os valores mais altos, o efeito de diluição explica as variações em concentração, pois não houve diferença significativa nos conteúdos de óleo e proteína da semente. Como as concentrações de carbono e nitrogênio no meio de cultura foram constantes, as concentrações de óleo e proteína foram igualmente afetadas e variaram de acordo com o efeito da temperatura na taxa de crescimento da semente/acúmulo de massa seca. Nas temperaturas extremas a redução de massa seca ocorreu na semente toda, não somente sobre o conteúdo de óleo e proteína, mas também sobre os outros componentes da semente. Portanto a concentração de óleo e proteína aumentou. Concluindo, o efeito da temperatura foi principalmente no acúmulo de massa seca e não diretamente sobre a síntese de óleo e proteína. As concentrações de óleo e proteína foram positivamente relacionadas dentro das temperaturas testadas, onde os suprimentos de nitrogênio e carbono foram constantes.

Effects of temperature on oil and protein concentration in soybean seeds cultured *in vitro*

Summary

Much of the economic value of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) is based on the amount of protein and oil produced in the seeds. To examine the influence of temperature on seed oil and protein concentration, immature soybean seeds (cv. Williams 82) were grown *in vitro* at temperatures of 17, 21, 25, 29, and 33° C. The seeds were incubated in Erlenmeyer flasks in liquid medium for 8 d. The concentration (mM) of components in the medium were: KCl, 10; MgSO₄.7H₂O, 8.0; MnSO₄. H₂O, 0.499; ZnSO₄. 7H₂O, 0.150; CuSO₄. 5H₂O, 0.0025; CaCl₂. 2H₂O, 2.99; KI, 0.005; KH₂PO₄, 1.25; H₃BO₃, 0.100; Na₂MoO₄. 2H₂O, 0.001; FeSO₄. 7H₂O, 0.100; Na EDTA, 0.100; glycine, 0.027; nicotinic acid, 0.004; thiamine HCl, 0.001; pyridoxine HCl, 0.0005 and myo-inositol, 0.555 (Obendorf et al, 1983). Sucrose concentration was increased from 146 to 204.5 mM and glutamine concentration was 62.5 mM. The dry growth rate (DGR) was calculated to be maximal at 23.7° C. The oil and protein concentration and

seed growth rate did not show statistical difference ($P > 0.05$) within the temperature ranged from 21 to 29° C. However, across all temperatures the quadratic regression on oil concentration ($R^2 = 0.66^{**}$) showed a minimum at 24.1° C and the quadratic regression on protein concentration ($R^2 = 0.59^{**}$) showed a minimum at 24.3° C. Therefore, there was an inverse relationship between DGR vs. oil and DGR vs. protein concentration. Since oil and protein concentrations were the lowest when DGR was the greatest, dilution accounted for much of the variation in concentrations. As the carbon and nitrogen concentration in the medium were constant, oil and protein concentration were equally affected and varied according the temperature effect on seed growth rate / dry matter accumulation. At extremes temperatures the dry matter reduction occurred on whole seed, not only on oil and protein content but also on other seed components, then oil and protein concentration increased. These results in short-term culture indicate that the temperature effect was mainly on total dry matter accumulation and not directly on oil or protein synthesis. The oil and protein concentration were positively related in the tested range of temperature when the supply of N and C were constant.

3.1 Introdução

As sementes de soja têm valor comercial porque podem ser processadas em farelo com alta qualidade protéica e em versátil óleo comestível (Smith, 1981). A concentração de óleo das sementes de soja do banco de germoplasma dos Estados Unidos varia de 132 mg g⁻¹ a 235 mg g⁻¹ (Wilcox, 1985), e a concentração média de proteína é de 405 mg g⁻¹ em base seca. Entretanto, existe uma grande variação na concentração de proteína, aproximadamente 150 mg g⁻¹, entre as linhagens da mesma coleção (Hartwig, 1979). A concentração de óleo e proteína é herdada como uma característica quantitativa (Wilcox, 1985; Burton, 1989) influenciada pelo meio ambiente. Embora exista variabilidade genotípica para composição de óleo e proteína, tem sido difícil melhorar estas características nas sementes de soja, devido a correlação negativa existente entre óleo e proteína e a consistente relação inversa entre produtividade de grãos e concentração de proteína (Burton, 1985).

Apesar da ampla evidência encontrada na literatura de que as condições ambientais durante o enchimento de grãos afetam a composição das sementes de soja, o efeito da temperatura não tem sido totalmente explicado. Em muitos experimentos realizados *in vivo*, as mudanças na concentração de óleo e proteína tem sido interpretadas como resultado da temperatura, sem considerar o efeito da acumulação de massa seca ou a taxa de crescimento da semente. Cheesbrough (1989) estudou as mudanças das enzimas para síntese de ácidos graxos saturados ou insaturados e mostrou que essas enzimas podem ser rapidamente moduladas em resposta a alteração da temperatura, enquanto as enzimas para síntese e elongação de ácidos graxos não.

Dornbos & Mullen (1992) em estudo de casa-de-vegetação reportaram que mudanças no conteúdo de óleo e proteína, como resultado de alta temperatura e seca, estão associadas com grande variação na produtividade de grãos. Observando o efeito da temperatura no tratamento controle, quando a temperatura aumentou de 27/20 para 33/20° C durante o enchimento de vagem, com 16/8 horas de período de luz e escuro, a produtividade diminuiu de 38,0 para 29,4 g planta⁻¹ (22,6%), a produtividade de óleo diminuiu de 9,5 para 7,5 g planta⁻¹ (21,0%) e a produtividade de proteína diminuiu de 14,2 para 11,2 g planta⁻¹ (21,1%). As concentrações de óleo e proteína variaram de 250 a 255 mg g⁻¹ e 373 a 380 mg g⁻¹, respectivamente. Embora a produtividade de óleo e proteína diminuiu, o declínio da acumulação total de matéria seca foi suficiente para resultar no aumento na concentração de óleo e proteína. Quando a temperatura aumentou de 29° C para 35° C, a produtividade de grãos e de óleo foram mais afetadas que a produtividade de proteína.

Em experimentos *in vivo* é difícil isolar o efeito da temperatura devido aos efeitos da planta mãe. Além disso, em experimentos de campo é difícil avaliar todos os fatores ambientais que poderiam influenciar a concentração de óleo e proteína da soja (temperatura, suprimento de água, fertilidade do solo, fotoperíodo, período de enchimento do grão). Existe evidência de que a composição das sementes de soja é afetada pelo suprimento de nitrogênio suprido pela planta mãe (Saravitz & Raper, 1995; Hayati et al., 1996; Nakasathien et al., 2000) e é difícil controlar precisamente a quantidade de carbono e nitrogênio transportado para a semente de soja *in vivo*.

A análise de dados obtidos em câmara de crescimento, casa-de-vegetação e campo geralmente mostram a concentração de óleo curvilínea e inversamente relacionada com a temperatura do ar durante o período de enchimento de grãos (Gibson e Mullen, 1996; Piper e Boote, 1999). A máxima concentração de óleo ocorreu entre 25 e 28° C, então decresceu quando a temperatura aumentou (Dornbos e Mullen, 1992; Gibson e Mullen, 1996; Piper e Boote, 1999). Em estudos conduzidos em câmara de crescimento a concentração de proteína foi constante ou levemente decresceu quando a temperatura aumentou de 15 para 25-28° C (Wolf et al., 1982, Gibson e Mullen, 1996). Em temperaturas maiores que 28° C, a concentração de proteína aumentou linearmente com a temperatura (Wolf et al., 1982; Dornbos e Mullen, 1992; Gibson e Mullen, 1996). Piper e Boote (1999) encontraram em dados de campo que a concentração de proteína decresceu quando a temperatura aumentou de 14 para 20° C e aumentou quando a temperatura aumentou para valores superiores a 25° C.

O cultivo de sementes *in vitro* em condições controladas permite o estudo dos fatores que regulam o crescimento e a composição da semente sem a interação com a planta mãe. Thompson et al., (1977) e Obendorf et al., (1984) descreveram o sucesso do cultivo de sementes de soja *in vitro*, sendo que a técnica tem mostrado boa correlação entre a taxa de crescimento de sementes *in situ* e *in vitro*. Um grande número de avanços no entendimento do desenvolvimento de sementes tem sido resultado do estudo do cultivo de sementes de soja *in vitro*, incluindo: 1) estimativas do efeito da temperatura sobre a razão de crescimento das sementes (Egli & Wardlaw, 1980); 2) relações entre diferenças genéticas entre a taxa de crescimento das sementes e o número de células do cotilédone (Egli et al., 1981); 3) síntese de proteína de armazenamento (Madison et al., 1981), 4) utilização de ureídeos, amidas e aminoácidos na síntese de proteína em cotilédones imaturos de soja (Thompson et al., 1981; Skokut et al., 1982; Rainbird et al., 1984; Holowach et al., 1984; Haga e Sodek, 1987; Wettlaufer e Obendorf, 1991); 5) taxa de crescimento e composição das sementes de soja afetada pelo suprimento de carboidrato e/ou nitrogênio assimilado pela semente (Hayati et al., 1996; Saravitz e Raper, 1995).

Apesar da influência ambiental sobre a composição da semente, não existem trabalhos sobre o efeito da temperatura sobre a concentração de óleo e proteína da semente de soja cultivada *in vitro*. O objetivo deste estudo foi investigar o efeito da temperatura sobre a concentração de óleo e proteína em sementes de soja cultivadas *in vitro*, e para determinar se, a inversa relação entre óleo e proteína é mantida quando as sementes são cultivadas *in vitro* sob diferentes temperaturas.

3.2 Material e Métodos

3.2.1 Fonte de sementes jovens

Sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merr.), cv. Williams 82, foram semeadas em potes plásticos de 27 cm de diâmetro por 24 cm de altura, conduzindo-se quatro plantas por vaso, em intervalos de uma semana, para proporcionar contínuo suprimento de sementes jovens para uso nos experimentos. As sementes foram inoculadas no momento da semeadura com *Bradyrhizobium japonicum* e os vasos foram irrigados diariamente. Vagens com três sementes foram removidas das plantas 4-5 semanas depois do florescimento (fase linear do crescimento da semente) quando estavam totalmente alongadas e as sementes ocupavam entre 70 a 90% do lúmen da vagem, quando vista contra o brilho da luz. Sementes com massa úmida maior que 70 mg semente⁻¹ foram utilizadas no estudo.

3.2.2 Condições do estudo *in vitro*

As vagens foram esterilizadas utilizando-se o seguinte procedimento: em constante agitação as vagens foram submersas em água com algumas gotas de detergente líquido por 2 a 3 minutos, lavadas três vezes em água para remover o sabão e então imersas em 700 ml L⁻¹ de etanol por dois minutos. Após este procedimento, as vagens foram lavadas três vezes em água e imersas em uma solução de 200 ml L⁻¹ de

hipoclorito de sódio e duas gotas de Tween 20 por 100 ml de água por 15 minutos. Em uma câmara de fluxo laminar a solução foi decantada e as vagens lavadas cinco vezes com água destilada. Em condição estéril, as sementes foram retiradas das vagens com auxílio de tesoura e pinça e colocadas em Erlenmeyer contendo 20 ml de meio de cultura líquido, uma semente por frasco.

A concentração (mM) dos componentes do meio foram: KCl, 10; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 8.0; $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 0.499; $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0.150; $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 0.0025; $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 2.99; KI, 0.005; KH_2PO_4 , 1.25; H_3BO_3 , 0.100; $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 0.001; $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0.100; Na EDTA, 0.100; glicina, 0.027; ácido nicotínico, 0.004; tiamina HCl, 0.001; piridoxina HCl, 0.0005 e mio-inositol, 0.555 (Obendorf et al, 1983). A concentração de sacarose foi aumentada de 146 para 204.5 mM para prevenir a germinação precoce (Obendorf e Wettlaufer, 1984) e foi igual a máxima concentração de sucrose reportada por Gifford e Thorne (1985) de 150 e 200 mM em aploplasto de soja. Esta concentração foi utilizada para garantir que o suprimento de sacarose não fosse limitante para o crescimento da semente. A concentração de glutamina foi de 62.5 mM e foi utilizada como descrito em Thompson et al. (1977). As soluções estoque dos meios de cultura foram preparadas previamente sem sacarose, mio-inositol e glutamina. No dia da instalação do experimento, sacarose e mio-inositol foram adicionadas na solução. Dez ml do meio (sem glutamina), com o dobro da concentração final, foi colocado em cada frasco, tampado com folha de papel alumínio e autoclavado a 121° C e 18 psi por 15 minutos. Dez ml de glutamina, com o dobro da concentração final, após esterilização por ultrafiltração, também foi adicionado a cada frasco.

Os tratamentos foram impostos através de incubação das sementes em Erlenmeyer, em banho-maria, com agitação. Foram instalados cinco experimentos: Experimento 1 com tratamentos de temperatura de 21 e 25° C, Experimento 2 e 3 com 21, 25 e 29° C, e Experimento 4 e 5 com 17, 25 e 33° C. Os frascos foram mantidos com agitação de 80 rpm e mantidos sob iluminação contínua com lâmpada incandescentes de 150 W, 120 V e lâmpadas fluorescente de 23 W (250 a 300 $\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Foram estabelecidas de dez a dezesseis repetições para cada temperatura em cada experimento. As sementes foram mantidas em cultura por oito dias, pois, durante este período, as

taxas de crescimento das sementes *in vivo* e *in vitro* foram semelhantes (Obendorf et al., 1984). As sementes que durante a cultura tornaram-se visivelmente contaminadas foram descartadas. Leve germinação precoce foi observada em algumas sementes como uma pequena extensão da radícula e isto foi considerado normal (Finkelstein e Crouch, 1984; Skokut e Manchester, 1985; Dyer et al., 1987).

3.2.3 Avaliações das sementes

As sementes foram pesadas individualmente e aquelas com massa úmida semelhante foram casualizadas em cada banho maria com diferentes temperaturas. As sementes foram removidas dos frascos após oito dias de cultura, lavadas em água, secas em papel de filtro e pesadas. Para a determinação da massa seca as sementes foram secas em estufa a 60° C por três dias. A estimativa da massa seca das sementes no início do experimento foi determinada por regressão linear ($r^2 = 0.72$ a 0.90), a partir dos dados de massa úmida final e massa seca final de cada experimento. A taxa de acúmulo de massa úmida (TAMU) e a taxa de acúmulo de massa seca (TAMS) foram calculadas a partir do aumento da massa úmida e seca durante a cultura e expressa em $\text{mg semente}^{-1} \text{ dia}^{-1}$. As taxas de crescimento foram normalizadas ao padrão de 25° C em cada experimento para facilitar a comparação entre experimentos. Portanto, a taxa relativa de acúmulo de massa úmida (TRAMU) e a taxa relativa de acúmulo de massa seca (TRAMS) foram calculadas dividindo a razão de crescimento a 17, 21, 25, 29 e 33° C pela razão de crescimento a 25° C (temperatura ambiente).

3.2.4 Determinação das concentrações de óleo e proteína

De uma a três sementes (Experimentos 1, 2 e 3) e duas sementes (Experimentos 4 e 5), com semelhante massa seca, foram combinadas dentro dos tratamentos para proporcionar adequada amostra de material para determinação das concentrações de óleo e proteína. Isto resultou de quatro a sete repetições para cada temperatura. A

concentração de óleo foi determinada conforme descrito por Sasser (1990) e Thomas (2001). As sementes foram moídas manualmente e colocadas em tubos de ensaio pré-pesados e pesados novamente para determinar o peso da amostra. As amostras foram cobertas com 5,0 ml de hexano: metil tertibutil ether (1:1). A mistura foi homogeneizada através do vortex por 2 minutos e deixada em repouso por 24 horas a 25° C. Os tubos foram homogeneizados novamente por dois minutos e então centrifugados por dez minutos a 1500 rpm. A maior parte do solvente foi removida com uma pipeta de Pasteur, seguida de adição de mais solvente à amostra. Este processo foi repetido três vezes, mas a segunda e terceira extrações foram incubadas por quatro horas. Após a terceira extração, o solvente remanescente após a pipetagem foi evaporado por injeção de gás N₂ sobre a amostra aquecida a 45° C em banho maria. O conteúdo de óleo foi determinado como a diferença de peso entre a amostra inicial e o farelo remanescente depois das extrações. A concentração de óleo foi expressa como a quantidade de óleo em 100 mg da amostra inicial.

Após a extração do óleo analisou-se o nitrogênio contido no farelo remanescente de cada frasco, por meio do método de Kjeldahl. As amostras foram digeridas usando-se a digestão em bloco de alumínio modificado de Gallaher et al. (1975). O catalisador foi 1,5 g de 9:1 K₂SO₄:CuSO₄, e a digestão foi conduzida por, pelo menos, 4 horas a 375° C usando-se 6ml de H₂SO₄ e 2ml de H₂O₂. O nitrogênio foi determinado por colorímetro semi-automatizado (Hambleton, 1977) e a concentração de proteína foi calculada multiplicando-se a concentração de N por 6,25. O conteúdo de proteína foi determinado como a quantidade de proteína por semente presente na amostra inicial.

3.2.5 Análise Estatística

Através do programa SAS foram analisados os resultados de todas as avaliações, em cada experimento. Quando o efeito de tratamento foi significativo no nível de 5% de probabilidade, aplicou-se o teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade para comparação entre médias. Para as características de maior interesse realizou-se análise de regressão.

3.3 Resultados

3.3.1 Taxa de crescimento

A massa úmida inicial não foi estatisticamente diferente ($P > 0.05$) entre os tratamentos em cada experimento. Considerando-se todos os experimentos, a massa úmida inicial variou de 74,0 a 152,0 mg semente⁻¹; a massa úmida final variou de 191,8 a 320,4 mg semente⁻¹ e a massa seca final variou de 50,4 a 148,0 mg semente⁻¹. As médias das TAMS de todos os experimentos, compostas de quatro a sete valores obtidos em cada temperatura, são apresentadas na Figura 1. A relação entre TAMS e temperatura foi representada por um modelo quadrático ($R^2 = 0,46^*$) e aumentou com o aumento de temperatura até o ponto de máximo a 23,7° C. O aumento da temperatura de 25 para 29 e 33° C resultou em decréscimo da TAMS.

Figura 1 - Taxa de acúmulo de massa seca (TAMS) de sementes de soja cultivadas *in vitro* em resposta a temperatura para os experimentos de 1 a 5.

A TRAMU e TRAMS de todos os experimentos e temperaturas são apresentados na Figura 2. A taxa relativa foi obtida dividindo a taxa de crescimento a 17, 21, 25, 29 e 33° C pela taxa de crescimento a 25° C. Com base na equação de regressão, a máxima TRAMU e TRAMS ocorreu a 26,8 e 26,3° C ($R^2 = 0,92^{**}$ e $R^2 = 0,88^{**}$), respectivamente. O decréscimo em TRAMS foi maior quando a temperatura decresceu de 25 para 21° C do que quando a temperatura aumentou de 25 para 29° C. A diminuição na TRAMS foi mais fortemente verificada quando a temperatura aumentou de 29 para 33° C. Alta temperatura (33° C) resultou em maior decréscimo na TRAMS que a temperatura mais baixa (17° C).

Figura 2 - Taxa relativa de acúmulo de massa úmida e seca de sementes de soja cultivadas *in vitro*, em diferentes temperaturas por oito dias, em cinco experimentos.

O acúmulo de massa seca nos experimentos 4 e 5 é apresentado na Tabela 1. O acúmulo de massa seca seguiu o mesmo padrão da TAMS. No experimento 4 a massa seca a 25° C foi maior e estatisticamente diferente ($P < 0,05$) de 33° C. O experimento 5 apresentou a mesma tendência, mas, não houve diferença estatística ($P > 0,05$).

3.3.2 Concentração e conteúdo de óleo

O efeito da temperatura sobre a concentração de óleo e proteína é apresentado na Figura 3. Com base na equação de regressão, o modelo quadrático ($R^2 = 0,66^{**}$) foi escolhido para representar os dados de concentração de óleo versus temperatura. A concentração mínima de óleo foi encontrada a 24,1° C. Deve ser notado que a concentração de óleo a 33° C foi a maior.

O efeito da temperatura no conteúdo de óleo é apresentado na Tabela 1 para os experimentos 4 e 5. O conteúdo de óleo não foi estatisticamente diferente ($P > 0,05$) entre 17, 25 e 33° C.

Tabela 1. Acúmulo de massa seca e conteúdo de óleo e proteína em sementes de soja cultivadas *in vitro* em resposta a temperatura, Experimentos 4 e 5.

Temperatura (°C)	Matéria seca ¹ (mg sem ⁻¹)	Conteúdo de Óleo ² (mg sem ⁻¹)	Conteúdo de Proteína ² (mg sem ⁻¹)
Experimento 4			
17	106,1 a,b ³	134,0 a	364,0 a
25	109,9 a	125,0 a	355,0 a
33	81,1 b	116,0 a	310,0 a
Experimento 5			
17	123,3 a	188,0 a	446,0 a
25	125,8 a	169,0 a	438,0 a
33	107,5 a	168,0 a	381,0 a

¹ Média da massa seca por semente no final do experimento. Cada valor é média de quatro a seis repetições

² Conteúdo de óleo e proteína em base seca.

³ Letras em comum indicam ausência de diferença estatística significativa ao nível de 5% de probabilidade.

3.3.3 Concentração e conteúdo de proteína

O efeito da temperatura sobre a concentração de proteína é apresentado na Figura 3. O modelo quadrático ($R^2 = 0,59^{**}$) descreveu a relação entre concentração de proteína e temperatura. O ponto de mínimo foi obtido a 24,3°C.

O conteúdo de proteína nos experimentos 4 e 5 não foi estatisticamente diferente ($P > 0,05$) entre 17, 25 e 33°C, embora tenha existido uma tendência de decréscimo principalmente quando a temperatura aumentou de 25 para 33°C (Tabela 1).

Figura 3 - Concentração de óleo e proteína de sementes de soja cultivadas *in vitro*, em diferentes temperaturas, por oito dias.

3.3.4 Concentração de óleo versus Concentração de proteína

A relação entre a concentração de óleo e proteína foi linear e positivamente relacionada ($r^2 = 0,70^{**}$) (Figura 4). Para cada 10,0 mg g⁻¹ de aumento na concentração de óleo, a concentração de proteína aumentou 17,9 mg g⁻¹.

Figura 4. Relação entre as concentrações de óleo e proteína de sementes de soja cultivadas *in vitro* por oito dias, nos tratamentos de temperatura de 17, 21, 25, 29 e 33° C.

3.4 Discussão

As técnicas experimentais foram suficientemente sensíveis em detectar as variações na taxa de crescimento da semente e concentração de óleo e proteína. A média de TAMS a 25° C de 4,5 mg semente⁻¹ dia⁻¹ nos experimentos foi similar a 5,0 mg semente⁻¹ dia⁻¹ reportada por Obendorf et al. (1984). O método de extração de óleo foi testado várias vezes e o coeficiente de variação oscilou de 0,59 a 1,69 mg semente⁻¹. As concentrações de óleo e proteína foram comparáveis com as concentrações de óleo e proteína de sementes cultivadas *in vivo* (Rubel et al., 1972; Yazdi-Samadi et al., 1977).

Os dados obtidos nestes experimentos suportam a idéia de que a TAMS tem pequenas variações entre 21 e 29° C, com máximo ao redor de 25° C, e que a mesma taxa decresce em temperaturas abaixo de 21 e acima de 29° C (Figuras 1 e 2). O baixo R² obtido entre TAMS e temperatura, obtido nestes experimentos (Figura 1), pode ser explicado pelas variações nas taxas de crescimento entre sementes dentro de um

experimento e de experimento para experimento. Thompson et al. (1977) e Spaeth & Sinclair (1984) tentaram correlacionar esse tipo de variação com a posição da vagem na planta, idade da planta ou condições ambientais, mas não obtiveram sucesso.

A variação da TAMS quando a temperatura variou de 21 a 29° C foi similar aos dados reportados por Egli e Wardlaw (1980) em cultura de cotilédone *in situ* e *in vitro*, quando a TAMS foi insensível quando a temperatura do dia/noite variou de 24/19° C (20,7° C) a 30/25° C (26,7° C). O decréscimo da TAMS quando a temperatura aumentou de 29 para 33° C foi similar aos resultados de Egli e Wardlaw (1980) em câmara de crescimento. Entretanto, os resultados em câmara de crescimento não foram consistentes com resultados *in vitro* onde a TAMS da semente não teve mudanças de 27/22° C (23,7° C) a 33/28° C (29,7° C) em um experimento, e aumentou em outro, quando a temperatura variou de 24/19° C (21,5° C) para 33/28° C (30,5° C). Dyer et al. (1987) reportaram que abaixo de 30° C, as taxas de crescimento da semente *in vivo* e *in vitro* foram idênticas, aumentando a taxa de crescimento com o aumento da temperatura. Acima de 32° C, a taxa de crescimento em cultura continuou a crescer com aumento da temperatura até 36° C. A taxa de crescimento da semente *in vivo* não aumentou acima de 30° C e declinou acima de 34° C.

Embora a taxa de crescimento da semente e a concentração de óleo e proteína não tenham apresentado diferença estatística significativa ($P>0,05$), quando a temperatura variou de 21 para 29° C, ficou evidente a relação inversa entre a taxa de crescimento da semente e a concentração de óleo e proteína, quando foram agrupados os resultados das cinco temperaturas (Figuras 1 e 3). Na maior taxa de crescimento (25° C), as concentrações de óleo e proteína foram menores. Esses resultados sugerem que o conteúdo de óleo e proteína foi diluído pelo aumento de crescimento a 25° C nas condições *in vitro*, sem limitações de crescimento. Quando a limitação de temperatura foi imposta (17 e 33° C), a taxa de crescimento da semente diminuiu e a concentração de óleo e proteína aumentou. A relação entre a concentração de óleo e temperatura encontrada neste trabalho é contrária ao reportado por Gibson e Mullen (1996) em experimentos em câmara de crescimento e aos resultados de campo reportados por Piper e Boote (1999), quando a concentração de óleo aumentou até um máximo entre 25 e 28°

C e depois decresceu. Wolf et al. (1982) reportou aumento na concentração de óleo quando a temperatura aumentou. O maior aumento ocorreu entre 24/19 e 27/22° C; temperaturas mais altas provocaram o aumento de um ponto percentual nos teores de óleo. Os resultados referentes à concentração de proteína versus temperatura estão em concordância com a literatura, com mínimo de proteína ao redor de 25° C (Wolf et al., 1982; Dornbos e Mullen, 1992; Gibson e Mullen, 1996).

Surpreendentemente, as concentrações de óleo e proteína foram positivamente relacionadas nas condições *in vitro*, onde o suprimento de nutrientes é adequado e constante e o único estresse foi o efeito isolado da temperatura (Figura 4). No intervalo de temperatura testado (17 a 33° C), que inclui a maioria dos ambientes em que a soja é cultivada, a concentração de óleo e proteína seguiu o mesmo padrão (Figura 3, Tabela 1). Portanto, a relação entre a concentração de óleo e proteína como efeito da temperatura foi diretamente relacionada. Wolf et al. (1982) reportou correlação positiva entre óleo e proteína quando a temperatura do dia/noite aumentou de 27/22 para 33/28° C. Dornbos & Mullen (1992) reportaram aumento de 2,1% em proteína e 2,0% em óleo quando a temperatura aumentou de 27/20 para 33/20° C durante o enchimento de vagem no tratamento controle.

Existe evidência na literatura de que a concentração de óleo e proteína é dependente do suprimento de carbono e nitrogênio por parte da planta mãe. Sacarose é a forma primária de transporte de fotossintatos e representa papel principal na síntese de óleo e proteína, devido a partição do carbono assimilado para a formação de óleo e proteína (Smith et al., 1989). A fonte principal de nitrogênio para as sementes de soja em desenvolvimento é a glutamina (Rainbird et al. 1984) que também suportou o crescimento da semente e a síntese protéica (Thompson et al. 1977). O aumento na disponibilidade de nitrogênio em experimentos *in vivo*, aumentou a concentração de N na semente e o acúmulo de matéria seca (Ham et al., 1975, Streeter, 1977; Paek et al., 1997; Nakasathien et al., 2000). O aumento da fotossíntese pelo aumento da interceptação de luz (Burton, 1994) ou removimento de sombra (Hayati et al., 1995) durante a fase linear do crescimento da semente, aumentou o acúmulo de matéria seca e a concentração de N. No experimento de Hayati et al. (1995), quando o N estava

disponível, a absorção de N aumentou quando a fotossíntese aumentou. Quando o N não estava disponível, a concentração de N decresceu. As variações no suprimento de carbono e N em condições de experimento *in vitro*, afetou a taxa de crescimento e a composição dos teores de óleo e proteína das sementes de soja (Saravitz & Raper, 1995). Quando a concentração de sacarose (150 mM) foi mantida constante, a concentração de proteína aumentou de 290 para 690 g kg⁻¹ em peso seco, quando a concentração de glutamina aumentou de 6,0 para 120mM. A concentração e o conteúdo de óleo decresceu quando a concentração de glutamina aumentou de 6,0 para 120 mM, sugerindo uma relação inversa entre óleo e proteína. Hayati et al. (1996) reportou a mesma relação inversa quando carbono foi constante e N variou. Este mecanismo pode explicar a relação inversa entre as concentrações de óleo e proteína encontradas em experimentos onde os suprimentos de carbono e nitrogênio são influenciados por condições ambientais (Hayati et al., 1996). Se o N e o carbono variam em diferentes proporções, como efeito do ambiente, o acúmulo de matéria seca e a concentração de óleo e proteína mudam. Se o suprimento de N e carbono variam na mesma proporção, as concentrações de óleo e proteína são igualmente afetadas.

Neste experimento onde o objetivo foi determinar o efeito da temperatura nas concentrações de óleo e proteína, N e carbono foram constantes e as concentrações e conteúdo de óleo e proteína variaram de acordo com o efeito da temperatura sobre a taxa de crescimento da semente /acúmulo de massa seca.

Observando-se o acúmulo de massa seca, nota-se que existiu um leve aumento quando a temperatura aumentou de 17 a 25° C e uma pequena diminuição no conteúdo de óleo e proteína (Tabela 1). Quando a temperatura aumentou de 25 para 33° C, o acúmulo de massa seca foi grandemente reduzido e esta redução foi seguida pelo conteúdo de óleo e proteína, mas em menor intensidade (Tabela 1). Pode-se notar que óleo e proteína seguiram o mesmo padrão. Como a redução da massa seca ocorreu na semente como um todo, não somente no conteúdo de óleo e proteína, mas também nos outros componentes da semente, a concentração de óleo e proteína aumentou. Esses resultados em cultura de sementes *in vitro* indicam que o efeito da temperatura foi principalmente no acúmulo total de massa seca e não diretamente na síntese de óleo e

proteína. Como o suprimento de carbono e nitrogênio foi constante, as concentrações de óleo e proteína foram diretamente relacionadas.

3.5 Conclusões

As concentrações de óleo e proteína e a taxa de acúmulo de massa seca da semente não apresentaram diferença significativa ($P > 0,05$) quando a temperatura variou de 21 a 29° C.

Existiu uma relação inversa entre TAMS e as concentrações de óleo e proteína. Como as concentrações de óleo e proteína foram as mais baixas quando a TAMS alcançou os valores mais altos, o efeito de diluição explica as variações em concentração.

Nas temperaturas extremas, a redução de massa seca ocorreu na semente toda, não somente sobre o conteúdo de óleo e proteína, mas também sobre os outros componentes da semente, promovendo aumento na concentração de óleo e proteína.

O efeito da temperatura foi principalmente no acúmulo de massa seca e não diretamente sobre a síntese de óleo e proteína.

4 RESPOSTA DA GLUTAMINA SOBRE AS CONCENTRAÇÕES DE PROTEÍNA E ÓLEO DE SEMENTES DE SOJA CULTIVADAS *IN VITRO*

Resumo

Óleo e proteína são os mais valiosos componentes da semente de soja. Existe evidência sugerindo que o crescimento e a composição das sementes de soja são controlados pelos suprimentos de carbono e nitrogênio, disponibilizados pela planta mãe, para a semente. É difícil controlar precisamente a quantidade de carbono e nitrogênio destinada à semente sob condições *in vivo*. Para examinar se as concentrações de óleo e proteína são afetadas pelo suprimento de nitrogênio para a semente, sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merr.), cv. Williams 82, imaturas foram cultivadas *in vitro* em meio de cultura líquido (Obendorf et al., 1983) contendo 20, 40, 60 e 80 mM de glutamina. As sementes foram incubadas em frascos Erlenmeyer por oito dias a 25°C com concentração de sacarose de 204,5 mM. A taxa de acúmulo de matéria seca (TAMS) aumentou de 7.2 para 8.3 mg semente⁻¹ dia⁻¹ quando a concentração de glutamina aumentou de 20 para 80 mM mas não apresentou diferença estatística significativa ($P > 0,05$). A concentração de proteína na semente aumentou com o aumento da concentração de glutamina. A 20 mM de glutamina a concentração de proteína foi de 294 mg g⁻¹ e a 80 mM de glutamina a concentração de proteína alcançou 445 mg g⁻¹, que é maior que a concentração de proteína que tipicamente ocorre em sementes de soja maduras *in vivo*. As concentrações de óleo e proteína foram inversamente relacionadas ($r^2 = 0,43^*$). Estes resultados indicam que a relação negativa entre as concentrações de óleo e proteína está relacionada com o balanço de carbono e

nitrogênio disponibilizado para a semente. Como o carbono disponibilizado pelo meio de cultura foi constante, quando o nitrogênio tornou-se mais abundante, a preferência foi fazer proteína ao invés de óleo e o carbono foi mais utilizado para a síntese de proteína que para a síntese de óleo. Uma cultivar com teor normal de proteína tem a capacidade de sintetizar mais proteína quando nitrogênio está disponível e a disponibilidade de nitrogênio pode regular a concentração de proteína na semente.

Response of glutamine on protein and oil concentration in soybean seeds cultured *in vitro*

Summary

Oil and protein are the most valuable components of soybean seed. There is evidence suggesting that the growth and composition of soybean seed are controlled by the supply of carbon and nitrogen provided by the maternal plant to the seed. It is difficult to control precisely the amount of carbon and nitrogen to the seed at the whole-plant level. To examine whether oil and protein concentrations are affected by the supply of nitrogen to the seed, immature soybean seed (*Glycine max* (L.) Merr.), cv. Williams 82, were grown *in vitro* in the presence of nutrient solutions (Obendorf et al., 1983) containing 20, 40, 60 and 80 mM of glutamine. The seeds were incubated in Erlenmeyer flasks for eight days at 25 °C and sucrose concentration was 204.5 mM. The rate of dry matter accumulation increased from 7.2 to 8.3 mg seed⁻¹ day⁻¹ as the glutamine concentration increased from 20 to 80 mM but did not show statistic difference ($P>0.05$). Seed protein concentration increased as the glutamine concentration increased. At 20 mM glutamine the protein concentration was 294 mg g⁻¹ and at 80 mM glutamine it reached up to 445 mg g⁻¹, which is higher than the normal protein concentration of 400 mg g⁻¹ that typically occurs in *in vivo* mature soybean seed. Oil and protein concentration were inversely related ($r^2= 0.43^*$). These results indicate that the negative relationship between oil and protein concentration is related to the balance of carbon and nitrogen supply to the seed. As carbon was constant and supplied by the medium, when nitrogen

becomes more abundant the preference was to make protein instead of oil and carbon was used more for protein synthesis than for oil synthesis. A normal seed protein cultivar has the capacity to synthesize more protein when nitrogen is available and nitrogen availability can regulate seed protein concentration.

4.1 Introdução

Proteína e óleo são os mais valiosos componentes da semente de soja. A concentração desses componentes na semente tem controle genético, mas sofrem grande influência do meio ambiente (Burton, 1989; Wilcox, 1985). A inversa e consistente relação entre produtividade e concentração de proteína e a correlação negativa entre concentração de óleo e proteína nas sementes de soja, constituem barreiras para aumentar os teores de proteína e óleo das linhagens comerciais (Burton, 1985). Deve ser salientado que estas correlações negativas entre populações de programas de melhoramento devem ser distinguidas das correlações negativas entre as concentrações de proteína e produtividade de um ambiente particular (Burton, 1989).

Existe evidência sugerindo que o crescimento e a composição da semente de soja são controlados pela disponibilidade de assimilados disponibilizados pela planta mãe. Thompson et al. (1977) e Obendorf et al. (1984) demonstraram que a semente de soja apresenta desenvolvimento normal em condições *in vitro* a partir de um conjunto simples de materiais. Sacarose é a forma primária de translocação de carboidrato e tem papel fundamental na partição do carbono para síntese de óleo e proteína (Smith et al., 1989). Por outro lado, as principais fontes de N que suprem o crescimento da semente e a síntese das proteínas de armazenamento são a glutamina, contribuindo com 55% do requerimento do N da semente e asparagina contribuindo com 20% (Rainbird et al., 1984; Thorne et al., 1985).

Streeter (1977) estudou o efeito da deficiência de N em plantas de soja em vários estágios de crescimento sobre a produtividade e sobre a concentração de N em partes da planta na maturidade. O N foi retirado aos 65, 76 e 87 dias depois do plantio. O mais curto período de estresse de N resultou em decréscimo do peso individual de sementes e

da concentração de N. Períodos mais longos de estresse de N causaram redução do número de vagens e de sementes, assim como, redução de peso e de concentração de N.

Burton (1994) estudou a influência do incremento na fotossíntese através do aumento da interceptação de luz sobre a concentração de proteína na semente de soja. Para aumentar a interceptação de luz no estágio R₅, a linha central de uma parcela de três linhas foi cortada, ou foram cortadas as duas linhas laterais. Ambos os tratamentos resultaram em significantes aumentos em produtividade de grãos e concentração de proteína da semente. A concentração de óleo decresceu em quase todas as linhas, mas não foi estatisticamente significativa. O autor concluiu que a relação negativa entre produtividade de grãos e concentração de proteína nas sementes, não é devido a um inerente antagonismo fisiológico entre as duas características, e que o melhoramento de soja visando o aumento da fotossíntese e/ou a fixação biológica de N, podem aumentar ambos, a produtividade de grãos e a concentração de proteína nas sementes.

Paek et al. (1997) estudou em casa de vegetação as mudanças na concentração de proteína nas sementes devido ao suprimento de N, e concluiu que a soja tem a capacidade de aumentar a concentração de proteína na semente quando mais N é disponibilizado para a semente.

Hayati et al. (1995) avaliou a relação entre a demanda de N pela semente e a senescência das folhas. As plantas de soja cresceram sob sombra de R₁ até R₅, então a sombra foi removida com o objetivo de aumentar a fotossíntese e a acumulação de matéria seca e N na semente. Os experimentos incluíram tratamentos com plantas com nodulação, sem nodulação e em sistema hidropônico. O aumento da fotossíntese no estágio R₅ quando N estava disponível para as plantas, aumentou o acúmulo de N nas sementes em direta proporção com o peso seco, resultando em constante concentração de N. Onde o N não estava disponível para a planta, a retirada da sombra não aumentou o acúmulo de N, então, o aumento do peso seco das sementes causou decréscimo na concentração de N.

Nakasathien et al. (2000) testou a hipótese de que a característica de alta concentração de proteína na semente é regulada pelo suprimento de N para as sementes em desenvolvimento e avaliou o efeito do suprimento de dose extra de N sobre a

concentração de proteína em semente de soja *in vivo*. Um maior aumento no acúmulo de proteína que no acúmulo de matéria seca, resultou em aumento na concentração de proteína na semente de uma linhagem normal e em uma com nível intermediário de proteína na semente. O aumento da disponibilidade de N também aumentou a concentração de proteína nas linhagens com alto teor protéico, mas este aumento resultou em decréscimo de produtividade. Isto sugere que linhagens com concentração normal de proteína na semente têm a capacidade bioquímica de sintetizar mais proteína quando substrato está disponível e que a concentração de proteína é regulada pela disponibilidade de N para as sementes em desenvolvimento.

Saravitz & Raper (1995) avaliaram o requerimento de carbono e nitrogênio em sementes de soja em cultura de sementes *in vitro*. A sacarose nas concentrações de 1,5 a 150 mM foi utilizada como fonte de carbono e a glutamina, 0,6; 6,0; e 120 mM, foi utilizada como fonte de N. O acúmulo máximo de matéria seca ocorreu quando as sementes foram cultivadas com 150 mM de sacarose e 6,0 mM de glutamina. O aumento do suprimento de glutamina para 120 mM aumentou a concentração de proteína sem aumento no acúmulo de matéria seca. A concentração de óleo decresceu quando a concentração de glutamina aumentou de 6,0 para 120 mM. A 120 mM de glutamina e 150 mM de sacarose a concentração de proteína alcançou 690 g kg^{-1} em base seca. Estes resultados indicam que as sementes de soja têm a capacidade de produzir mais proteína que as 400 g kg^{-1} usualmente observadas *in vivo*, e que a concentração de óleo e proteína da semente de soja é, pelo menos, parcialmente regulada pelo suprimento de assimilados provenientes da planta mãe e pela variação deste suprimento durante o desenvolvimento da semente.

Hayati et al. (1996) investigou o efeito do suprimento de N no crescimento de sementes de soja cultivadas *in vitro*. A sacarose foi mantida a 200 mM de concentração e o N foi suprido por asparagina e metionina de 0 a 270 mM. A concentração de N no meio teve pouco efeito no acúmulo de matéria seca. O acúmulo de N aumentou em direta proporção à concentração de N no meio e a concentração de óleo decresceu.

Estes resultados implicam que um genótipo de soja, com concentração normal de proteína, tem a capacidade de sintetizar alta concentração de proteína e que a

disponibilidade de N no meio pode regular a concentração de proteína na semente. Thompson et al. (1977) encontrou que a concentração de glutamina de 31, 62,5 e 125 mM teve pouco efeito no acúmulo de matéria seca em cotilédones de soja cultivados *in vitro*, mas a concentração de proteína foi máxima a 62 mM. Hsu et al. (1984) estudou a concentração de sacarose e de compostos nitrogenados no apoplasto de sementes de soja em desenvolvimento. As amostras foram coletadas oito vezes do 22º ao 46º dia após o florescimento, cobrindo mais que dois terços do período do enchimento de grão. A concentração encontrada foi de 40 a 80 mM de N e esta variação foi atribuída a picos de rápido crescimento da semente e influxo de nitrogênio remobilizado dos tecidos em senescência.

O objetivo deste trabalho foi o de testar se a composição da semente de soja é afetada pelo suprimento de N disponível para a semente em concentração próxima da concentração encontrada nas condições *in vivo*.

4.2 Material e Métodos

4.2.1 Fonte de sementes

Plantas de soja (*Glycine max* (L.) Merr.), cv. Williams 82, foram cultivadas em casa-de-vegetação em potes de 12 cm de diâmetro por 24 cm de altura, conduzindo-se duas plantas por vaso. As sementes foram inoculadas no momento da semeadura com *Bradyrhizobium japonicum* e os vasos foram regados diariamente. Vários potes foram semeados com intervalo de uma semana para proporcionar contínuo suprimento de sementes para os experimentos. As vagens com três sementes foram removidas das plantas três a quatro semanas após o florescimento (fase linear do crescimento) quando as vagens estavam totalmente alongadas e as sementes completavam em torno de 70 a 80% do volume do lúmen, quando vistas contra o brilho da luz. Sementes com a massa úmida maior que 100 mg semente⁻¹ foram utilizadas no experimento.

4.2.2 Condições do cultivo *in vitro*

As vagens foram esterilizadas utilizando-se o seguinte procedimento: em constante agitação as vagens foram submersas em água com algumas gotas de detergente líquido por 2 a 3 minutos, enxaguadas três vezes em água para remover o sabão e então imersas em 700 ml L⁻¹ de etanol por dois minutos. As vagens foram enxaguadas em água por três vezes novamente e imersas em uma solução de 200 ml L⁻¹ de hipoclorito de sódio e duas gotas de Tween 20 por 100 ml de água por 15 minutos. Em uma câmara de fluxo laminar a solução foi decantada e as vagens enxaguadas cinco vezes com água destilada. Em condição estéril, as sementes foram retiradas das vagens com auxílio de tesoura e pinça e colocadas em Erlenmeyer de 125 ml contendo 20 ml de meio de cultura líquido, uma semente por frasco.

A concentração (mM) dos componentes do meio foram: KCl, 10,0; MgSO₄.7H₂O, 8,0 ; MnSO₄. H₂O, 0,499; ZnSO₄. 7H₂O, 0,150; CuSO₄. 5H₂O, 0,0025; CaCl₂. 2H₂O, 2,99; KI, 0,005; KH₂PO₄, 1,25; H₃BO₃, 0,100; Na₂MoO₄. 2H₂O, 0,001; FeSO₄. 7H₂O, 0,100; Na EDTA, 0,100; glicina, 0,027; ácido nicotínico, 0,004; tiamina HCl, 0,001; piridoxina HCl, 0,0005 e myo-inositol, 0,555 (Obendorf et al., 1983). A concentração de sacarose foi aumentada de 146 para 204,5 mM para prevenir a germinação precoce (Obendorf & e Wettlaufer, 1984) e foi igual a máxima concentração de sacarose reportada por Gifford & e Thorne (1985) de 150 e 200 mM em aploplasto de soja. Esta concentração foi utilizada para garantir que o suprimento de sacarose não fosse limitante para o crescimento da semente. As soluções estoques dos meios de cultura foram preparadas previamente sem sacarose, myo-inositol e glutamina. Na instalação do experimento, sacarose e myo-inositol foram adicionadas na solução. Em cada frasco colocaram-se dez ml do meio (sem glutamina) com o dobro da concentração final, tampado com folha de papel alumínio e autoclavado a 121° C e 18 psi por 15 minutos. Os tratamentos com glutamina foram obtidos preparando-se quatro soluções de glutamina, 20, 40, 60 e 80 mM, com o dobro da concentração final. Estas soluções foram esterilizadas por ultrafiltração. Para cada concentração e por frasco, transferiram-se 10 ml da solução de glutamina com o dobro da concentração final.

Os frascos Erlenmeyer com as sementes em meio líquido foram colocados em banho maria a 25° C, mantidos sob agitação a 80 rpm e iluminados com lâmpadas incandescentes de 150W e 120V e fluorescente de 23W (250 a 300 μ E m⁻² s⁻¹). Foram instalados três experimentos com cinco a seis repetições para cada tratamento de glutamina. As sementes foram mantidas em cultura por oito dias (Obendorf et al.,1984). Os frascos que apresentaram contaminação visível foram descartados.

4.2.3 Avaliação das sementes

As sementes com massa úmida inicial semelhante foram casualizadas nas quatro concentrações de glutamina, visando-se a uniformização dentro de cada tratamento. As sementes foram removidas dos frascos após oito dias em cultura, lavadas em água, secas em papel de filtro e pesadas. Para determinação da massa seca, as sementes foram colocadas em estufa a 60° C por 72 horas. A estimativa da massa seca inicial no início do experimento foi determinada por análise de regressão linear ($r^2= 0,86$ a $0,93$) a partir dos dados de massa úmida e seca para cada experimento. As taxas de acúmulo de matéria úmida (TAMU) e a taxa de acúmulo de matéria seca (TAMS) foram calculadas a partir do aumento de massa úmida e seca durante o período em cultura e foram expressas em mg semente⁻¹ dia⁻¹.

4.2.4 Determinação das concentrações de óleo e proteína

Uma a duas sementes, com semelhantes massas secas, foram combinadas dentro dos tratamentos em cada experimento, para proporcionar adequada amostra de material para determinação das concentrações e conteúdo de óleo e proteína. Isto resultou em duas a quatro repetições para cada concentração de glutamina em cada experimento. A concentração de óleo foi determinada conforme descrito por Sasser (1990) e Thomas (2001). As sementes foram moídas manualmente e colocadas em tubos de ensaio pré-pesados e pesados novamente para determinar o peso da amostra. As amostras foram

cobertas com 5,0 ml de hexano: metil tertibutil ether (1:1). A mistura foi homogeneizada através do vortex por 2 minutos e deixada em repouso por 24 horas a 25° C. Os tubos foram homogeneizados novamente por dois minutos e então centrifugados por dez minutos a 1500 rpm. A maior parte do solvente foi removida com pipeta de Pasteur, seguida de adição de mais solvente à amostra. Este processo foi repetido três vezes, mas a segunda e terceira extrações foram incubadas por quatro horas. Após a terceira extração, o solvente remanescente após a pipetagem foi evaporado injetando-se gás N₂ sobre a amostra aquecida a 45° C em banho maria. O conteúdo de óleo foi determinado como a diferença de massa entre a amostra inicial e o farelo remanescente depois das extrações. A concentração de óleo foi expressa como a quantidade de óleo em 100 mg da amostra inicial.

Para a análise de nitrogênio, o farelo remanescente em cada frasco, após a extração de óleo, foi analisado usando-se o procedimento de Kjeldahl. As amostras foram digeridas por meio da digestão em bloco de alumínio modificado de Gallaher et al. (1975). O catalisador foi 1,5 g de 9:1 K₂SO₄:CuSO₄, e a digestão foi conduzida por pelo menos 4 horas a 375° C usando 6 ml de H₂SO₄ e 2 ml de H₂O₂. O nitrogênio foi determinado por colorímetro semi-automatizado (Hambleton, 1977) e a concentração de proteína foi calculada multiplicando-se a concentração de N por 6,25. O conteúdo de proteína foi determinado como a quantidade de proteína por semente presente na amostra inicial. As concentrações de óleo e proteína foram normalizadas a 60 mM de glutamina em cada experimento para facilitar a comparação entre experimentos. Portanto, as concentrações relativas de óleo e de proteína foram calculadas dividindo-se a concentração de óleo e de proteína de cada tratamento com glutamina, pela concentração de óleo e de proteína do tratamento com 60 mM de glutamina.

4.2.5 Análise Estatística

Os resultados de todas as avaliações, em cada experimento, foram analisados pelo procedimento ANOVA. Quando o efeito de tratamento foi significativo ao nível de 5% de probabilidade, o teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade foi utilizado para

comparação entre médias. Análises de regressão foram realizadas para avaliação das características de maior interesse.

4.3 Resultados e Discussão

4.3.1 Desenvolvimento das sementes em cultura

Os resultados do crescimento das sementes em cultura são apresentados na Tabela 1. A taxa média de acúmulo de matéria seca foi de $7,6 \text{ mg dia}^{-1}$. A TAMU das sementes de soja aumentou com o aumento da concentração de glutamina, mas não houve diferença estatística significativa ($P > 0,05$). A TAMS seguiu a mesma tendência da TAMU. O acúmulo de matéria seca foi menos responsiva à concentração de glutamina do que à concentração de proteína (Tabela 1). Como a concentração de sacarose no meio foi de 204,49 mM e a concentração de sacarose no apoplasto de soja foi encontrada ser de, aproximadamente, 150 a 200 mM (Gifford e Thorne, 1985), existiu sacarose suficiente para proporcionar o crescimento e, o aumento de glutamina, não aumentou o crescimento significativamente. A concentração de sacarose entre 73 e 292 mM teve pouco efeito sobre o crescimento, embora a 292 mM de sacarose a síntese de proteína decresceu (Thompson et al., 1977). Saravitz & e Raper (1995) reportaram em estudo *in vitro* que o maior acúmulo de massa úmida foi obtida a 150 mM de sacarose e que, quando a sacarose limitou o crescimento, a semente de soja foi capaz de usar glutamina como fonte de energia, assim como fonte de N. Embora a concentração de carboidrato não tenha sido analisada neste experimento, o aumento no acúmulo de carboidratos e óleo pode compensar, pelo menos parcialmente, o acúmulo de matéria seca, devido a redução da concentração de proteína quando a concentração de glutamina decresceu (Wolf et al., 1982; Hayati et al., 1996).

4.3.2 Composição da semente

A concentração de glutamina afetou a composição da semente de soja. A concentração de proteína na semente aumentou quando a concentração de glutamina aumentou e as concentrações de proteína a 60 e 80 mM de glutamina foram estatisticamente diferentes ($P < 0,05$) das concentrações de proteína a 20 mM de glutamina (Tabela 2). Thompson et al., (1977) testou diferentes concentrações de glutamina e a proteína foi máxima a 62,5 mM. A concentração de proteína alcançou até 445 mg g⁻¹ a 80 mM de glutamina, que é bem mais alto que o comumente encontrado em sementes imaturas de soja (Rubel et al., 1972). Este resultado indica que uma cultivar com concentração de proteína normal pode sintetizar mais proteína quando o substrato encontra-se disponível.

Tabela 1. Efeito da concentração de glutamina sobre o crescimento de sementes de soja cultivadas *in vitro* por oito dias.

Glutamina (Mm)	MUI (mg)	MUF (mg)	TAMU (mg dia ⁻¹)	MSI (mg)	MSF (mg)	TAMS (mg dia ⁻¹)
20	182,5a ¹	372,4a	23,71a	56,38a	115,4a	7,38a
40	173,1a	379,8a	25,84a	51,65a	111,6a	7,49a
60	171,1a	379,1a	25,99a	50,98a	111,6a	7,56a
80	163,5a	397,9a	29,30a	49,41a	114,1a	8,08a

MUI = Massa úmida inicial, MUF = Massa úmida final, TAMU = Taxa de acúmulo de massa úmida, MSI = Massa seca inicial, MSF = Massa seca final, TAMS = Taxa de acúmulo de massa seca.

¹ Letras diferentes dentro da coluna indicam diferença estatística significativa ao nível de 5% de probabilidade.

O conteúdo de proteína na semente seguiu a mesma tendência da concentração de proteína, mas, não houve diferença estatística significativa ($P > 0,05$) entre os tratamentos com glutamina (Tabela 2).

A relação entre as concentrações de proteína e de óleo como resultado da concentração de glutamina é apresentada na Figura 1. Com base na equação de regressão constatou-se uma fraca, porém, significativa relação negativa entre óleo e glutamina ($r^2 = 0,27^{**}$) e uma relação positiva entre proteína e glutamina ($r^2 = 0,31^{**}$). A concentração de óleo e de proteína foi inversamente relacionada ($r^2 = 0,43^*$) (Figura 2).

Tabela 2. Efeito da concentração de glutamina sobre as concentrações e conteúdo de óleo e proteína de sementes de soja cultivadas *in vitro* por oito dias.

Glutamina (Mm)	Proteína (mg g ⁻¹)	Óleo (mg g ⁻¹)	Conteúdo de Proteína (mg sem ⁻¹)	Conteúdo de Óleo (mg sem ⁻¹)
20	290,4 b	150,5a	34,5a	18,2a
40	330,6 ab	140,8a	37,7a	16,8a
60	350,4 a	130,7a	39,8a	15,4a
80	350,8 a	140,0a	39,3a	15,4a

¹ Letras diferentes dentro da coluna indicam diferença estatística significativa a nível de 5% de probabilidade

Figura 1 - Resposta de doses de glutamina sobre a concentração de óleo e proteína de sementes de soja cultivadas *in vitro* por oito dias. A Taxa Relativa foi obtida dividindo-se a concentração de óleo e proteína a 20, 40, 60 e 80 mM de glutamina pela concentração de óleo e proteína a 60 mM em cada experimento. Óleo: $r^2 = 0,27^{**}$ ($Y = -0,001998X + 1,149$); Proteína: $r^2 = 0,31^{**}$ ($Y = 0,002355X + 0,08391$).

O aumento na concentração de proteína e decréscimo na de óleo, quando a concentração de glutamina aumentou, sugere uma relação negativa entre óleo e proteína. O aumento na concentração de N resultou na utilização da fonte de carbono disponibilizada pelo meio para a síntese de proteína, restando menos carbono para a síntese de óleo. Se a síntese de proteína é afetada, mais recursos tornam-se disponíveis para a síntese de óleo e a relação pode ser alterada. Neste experimento de curta duração, parece claro que, perante um constante suprimento de carbono, quando a concentração de N aumenta, a preferência da semente é para sintetizar proteína. Apesar do controle genético da concentração de óleo e proteína de uma cultivar específica, a disponibilidade de N regula a concentração de proteína na semente.

Figura 2 - Relação entre a concentração de óleo e proteína de sementes de soja expostas à 20, 40, 60 e 80 mM de glutamina em condições *in vitro* por oito dias.

Esse mecanismo pode explicar a relação negativa entre óleo e proteína encontrada em experimentos, onde o suprimento de carbono e N são influenciados por condições ambientais (Hayati et al., 1996). Quando o balanço entre nitrogênio e carbono é mudado, a concentração de proteína sofre alteração. A relação inversa entre as concentrações de óleo e proteína claramente reportada na literatura pode ser explicada,

se não totalmente, pelo menos parcialmente, pelo suprimento de carbono e N para a semente.

4.4 Conclusões

A concentração de proteína na semente aumentou com o aumento da concentração de glutamina. As concentrações de óleo e proteína foram inversamente relacionadas quando variou a concentração de glutamina. A relação negativa entre as concentrações de óleo e proteína está relacionada com o balanço de carbono e nitrogênio disponibilizado para a semente.

5 EFEITO DA TEMPERATURA NAS CONCENTRAÇÕES DE PROTEÍNA E ÓLEO DA SEMENTE E SOJA (*Glycine max* (L.) Merrill) EM CONDIÇÕES DE CAMPO

Resumo

Existem evidências na literatura indicando que as condições ambientais que ocorrem durante o enchimento de grãos afetam a composição final das sementes de soja. Esta variabilidade da composição da semente é problemática para a indústria, pois, os níveis prescritos, como, por exemplo, para a concentração de proteína no farelo, nem sempre são alcançados. As grandes variações destes teores nos diferentes anos e locais normalmente levam a interpretações confusas. Grande parte da literatura relata que a temperatura é um dos principais fatores que influenciam as concentrações de óleo e proteína na semente de soja. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da temperatura nas concentrações de óleo e proteína na semente de soja em condições de campo e verificar a ocorrência ou não de um padrão geográfico para explicar a variação destes teores. As concentrações de óleo e proteína foram avaliadas em sementes coletadas durante dois anos em 10 locais diferentes e com variações de latitude, altitude e temperatura. As maiores diferenças na concentração de proteína, dentro de um mesmo local, foram melhor explicadas pela distribuição de chuvas durante o período de enchimento de grãos. Entre locais, as diferenças foram maiores. Houve tendência das sementes coletadas nos locais com temperaturas médias mais amenas (21°C a 23°C) e com maior altitude (>650m) apresentarem maior concentração de proteína do que aquelas coletadas nos locais com maiores temperaturas (23°C a 27°C). Quando esta

tendência não foi verificada, novamente os resultados foram melhor explicados pela distribuição de chuvas durante o período de enchimento e rendimento de grãos. A análise de regressão linear para óleo e proteína foi realizada com o objetivo de selecionar, entre nove parâmetros relacionados com temperatura, os mais significativos para explicar as concentrações de proteína e óleo nas sementes. A regressão para concentração de proteína ($r^2 = 0,75$; $P = 0,0482$) mostrou que a média de temperatura dos meses de janeiro, fevereiro e março foi o parâmetro mais significativo: quanto menor a temperatura média maior a concentração de proteína. No caso do óleo ($r^2 = 0,66$; $P = 0,0448$) a temperatura de janeiro foi o parâmetro mais significativo: quanto maior a temperatura, maior a concentração de óleo. Devido à magnitude das diferenças obtidas entre anos e locais, e a importância de pequenas diferenças para o setor industrial, o padrão geográfico baseado somente nas variações da temperatura não foi suficiente para explicar as alterações na concentração de proteína, com a precisão esperada. Este pode ser o motivo de interpretações confusas quanto à variação dos teores de proteína e óleo em sementes de soja. A distribuição de chuvas durante o período de enchimento de grãos e a disponibilidade de nitrogênio para as sementes, durante o mesmo período, são peças-chave para o melhor entendimento das variações dos teores de proteína e óleo nas sementes de soja.

Summary

Effects of temperature on protein and oil concentrations in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) seed in field conditions

There is ample evidence in the literature that environmental conditions occurring during seed filling affects the final composition of soybean seeds. This variability in seed composition is problematic for the industry since the prescribed levels, for example, for protein concentration in the meal, are not always attained. The large variation in these levels in different years and locations commonly renders confusing information. Most literature reports that temperature is one of the major factors

influencing protein and oil concentration in the soybean seed. The objective of this study was to determine, under field conditions, the effect of temperature on soybean protein and oil concentrations and to verify whether or not a geographic pattern exists to explain the variations of these levels. Protein and oil concentrations were evaluated in soybean seeds collected during two years in 10 different locations with variations in latitude, altitude and temperature. The largest variations in protein concentration within the same location were best explained by rain distribution during seed filling. Among locations the differences were larger. There was a trend that seed collected at locations with milder average temperatures (21°C to 23°C) and higher altitude (>650 m) present higher protein concentration than those collected in locations with higher temperatures (23°C to 27°C). When this trend was not observed, the rain distribution during the seed filling and seed yield, again best explained the results. The linear regression for oil and protein was performed aiming at selecting, among nine parameters related to temperature, the most relevant ones in explaining the oil and protein concentrations in the seeds. The regression for protein Concentration ($r^2 = 0.75$; $P = 0.0482$) showed that mean temperature for January, February and March was the most significant parameter: the lower the mean temperature the higher the protein concentration. On the other hand for oil ($r^2 = 0.66$; $P = 0.0448$), the temperature for January was the most significant parameter: the higher the temperature the higher the oil concentration. Due to the magnitude of the differences obtained among years and locations, and the importance of small difference in these parameters for the industrial sector, the geographic pattern based only on temperature variations was not sufficient to explain the variations on protein concentration, as expected. This may be the reason for confusing interpretations in relation to variations on oil and protein concentrations. The rain distribution during the seed filling period as well as the nitrogen availability to seeds during the same period, are the key factors to the best understanding of the variations in protein and oil concentrations in soybean seeds.

5.1 Introdução

A indústria de processamento de soja tem grande interesse nas causas da variação dos teores de óleo e proteína da soja, devido a interesses comerciais. A concentração destes elementos determina o quanto pode ser produzido com uma tonelada de soja e também o preço do produto final, em função da concentração a ser obtida. A principal utilização da soja é como matéria-prima para a indústria que produz óleo degomado e farelo. O óleo é utilizado como matéria-prima para a indústria alimentícia e o farelo é utilizado na indústria de rações.

A soja apresenta concentração média de 40% de proteína e 20% de óleo, mas existe grande variabilidade quanto a estes teores nos bancos de germoplasma (Wilcox, 1985, Hartwig, 1979).

A concentração de óleo e proteína da soja é governada geneticamente, mas estes teores são influenciados pelo ambiente, principalmente durante o período de enchimento de grãos. As sínteses e deposições de proteína e óleo nas sementes ocorrem durante todo o período de enchimento de grãos. As altas atividades metabólicas para a síntese de proteína e óleo começam 18 dias após o florescimento (estádio R_3 - R_4) com a proliferação dos primeiros corpos protéicos e lipídios. O número e tamanho destes corpos aumentam grandemente entre 26 e 36 dias após o florescimento, perto do estágio R_5 . Do estágio R_5 até o R_7 ocorre um aumento estável no número e tamanho dos corpos protéicos e a quantidade relativa de lipídios permanece estável (Bills & Howell, 1963). Essa seqüência de eventos parece ser constante no desenvolvimento da semente, mas a duração dos períodos é dependente da cultivar e das condições climáticas em que a semente se desenvolve (Smith, 1994). Portanto, é esperado que diferenças nas condições climáticas durante o período de enchimento de grãos, podem alterar a deposição desses produtos. A influência ambiental tem sido pouco estudada e não está totalmente esclarecida atualmente. Trabalhos iniciais para estudar o padrão geográfico dos níveis de óleo e proteína em sementes de soja nos Estados Unidos mostraram que a concentração de óleo aumentou e a concentração de proteína diminuiu do norte para o sul da região meio-oeste (Pahigian, 1950, Keirstead, 1952). Hurburgh et al. 1990, encontraram resultados opostos aos estudos preliminares, sendo que a concentração de óleo decresceu e a concentração de proteína aumentou do norte para o sul da região meio-oeste, e

salientam a existência de um padrão geográfico para óleo e proteína e que as diferenças entre as regiões geográficas são grandes o suficiente para serem economicamente significantes. Experimentos em câmara-de-crescimento, casa-de-vegetação e campo, mostram que a concentração de óleo apresenta padrão curvilíneo sendo inversamente relacionada com a temperatura do ar durante o período de enchimento de grãos (Gibson e Mullen, 1992; Piper e Boote, 1999). A máxima concentração de óleo ocorreu entre 25 e 28° C, e então decresceu quando a temperatura aumentou (Dornbos e Mullen, 1992; Gibson e Mullen, 1996; Piper e Boote, 1999). Quanto à proteína, a concentração foi constante ou decresceu quando a temperatura aumentou de 15 para 25 a 28° C; em temperaturas maiores que 28° C a concentração de proteína aumentou com o aumento da temperatura (Wolf et al., 1982; Dornbos e Mullen, 1992; Gibson e Mullen, 1996). Piper e Boote (1999) relataram que a concentração de proteína decresceu quando a temperatura aumentou de 14 para 20° C e aumentou quando a temperatura aumentou para valores superiores a 25° C. No Brasil não existem estudos avaliando a resposta da concentração de óleo e proteína em sementes de soja à temperatura, quando se varia latitude, altitude e conseqüentemente temperatura. A avaliação desta resposta em condições de campo, cobrindo uma faixa de temperatura em que a soja é geralmente plantada, seria de grande utilidade para a confrontação com os dados obtidos em condições controladas. O objetivo deste trabalho foi o de verificar, em condições de campo, o efeito da temperatura na concentração de óleo e proteína de sementes de soja e a existência ou não de um padrão geográfico para estes teores, baseado na temperatura.

5.2 Material e Métodos

Foram escolhidos dez municípios (Tabela 1) pertencentes aos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e Mato Grosso do Sul, com variação de latitude, altitude e, conseqüentemente, temperatura, para propiciar a interpretação da variação dos teores de óleo e proteína das sementes de soja. As cultivares (IAS-5, BRS 137, BR-16, Embrapa 59 e FT-Abyara) foram escolhidas por serem adaptadas para semeadura na região estudada, apresentam diferentes ciclos de maturação e estiveram presentes nos

experimentos durante os dois anos em dez locais. As amostras de sementes dos anos agrícolas 1998/1999 e 1999/2000 foram obtidas da rede de experimentos do Programa de Melhoramento da Embrapa Soja. Os experimentos foram instalados em blocos casualizados e as parcelas constituídas por quatro linhas de cinco metros, espaçadas de 50 cm, com área útil de 4 m² e com quatro repetições. Os experimentos foram conduzidos em solos representativos de cada região, corrigidos e adubados conforme análise de solo e em áreas em que a soja foi cultivada por três anos ou mais. De cada experimento foram coletadas 200g de sementes de cada genótipo, por repetição, totalizando três repetições. Dados sobre a época de semeadura, emergência, floração, colheita e produtividade de grãos foram coletados, assim como, os dados climáticos de cada local: temperatura mínima, temperatura máxima, temperatura média e precipitação. Foram confrontados os dados de precipitação durante o período de enchimento de grãos com as concentrações de proteína e óleo. Foi considerado como o período de enchimento de grãos o intervalo a partir de dez dias após o florescimento médio, até dez dias antes da data média de colheita.

Tabela 1. Altitude, latitude e temperaturas médias, mínimas e máximas. Os valores de temperatura são médias dos meses de janeiro, fevereiro e março, dos anos agrícolas de 1998/1999 e 1999/2000, nos dez municípios avaliados.

Local	Altitude (m)	Latitude	T média ¹ (C)	T média (C)		T mínima (C)		T máxima (C)	
				98/99	99/00	98/99	99/00	98/99	99/00
Campos Novos	952	27° 24'	21,2	21,6	20,8	16,5	16,6	26,8	26,0
Passo Fundo	687	28° 15'	21,6	21,9	21,2	17,5	16,8	28,0	27,2
Ponta Grossa	880	25° 05'	22,0	22,4	21,5	17,9	16,9	26,9	26,1
J. de Castilhos	513	29° 13'	22,5	23,6	21,5	17,4	15,6	29,9	27,4
Cascavel	760	24° 57'	23,8	23,9	23,7	19,3	18,8	28,6	28,6
Campo Mourão	601	24° 02'	23,8	23,8	23,8	19,4	18,8	29,2	28,9
Londrina	585	23° 18'	24,7	25,0	24,3	20,0	19,2	30,1	29,5
São Borja	123	28° 39'	26,0	26,4	25,6	20,2	19,7	32,4	31,6
Palotina	310	24° 17'	26,1	26,1	26,0	20,4	20,2	31,9	31,9
Dourados	452	22° 13'	27,0	26,6	27,5	21,3	23,5	31,9	31,5

¹ Temperatura média (C) de janeiro, fevereiro e março dos dois anos agrícolas

A concentração de óleo foi analisada pelo método de extração por solvente orgânico (hexano) em estrato universal de Soxhelt e a concentração de proteína foi

determinada pelo método de Kjeldhal ($N \times 6,25$), método com selênio. Também foi determinado a Proteína Esperada no Farelo (PEF), conforme a fórmula: $PEF = (0.01 \times \text{prot } 14\% - (0.000485 \times \text{óleo } 14\% \times 0.01)) / (0.9829 - 1.10968 \times \text{óleo } 14\% \times 0.01) \times 100$ baseada em Ottmann 1996 (dados não publicados), e segundo as especificações da Portaria 795 do Ministério da Agricultura, considerando rendimento industrial de 98%.

O quadro de análise de variância foi calculado para as variáveis de interesse e quando esta foi significativa ($P < 0,05$) o teste de Tukey foi utilizado para comparação entre as médias de tratamentos. Foi utilizada a análise de regressão linear utilizando o procedimento Backward do programa SAS e foram confrontados os teores de óleo e proteína com os seguintes parâmetros: Altitude, Latitude, T média (temperatura média de janeiro, fevereiro e março), T mínima (média da temperatura mínima de janeiro, fevereiro e março), T máxima (média da temperatura máxima de janeiro, fevereiro e março), TJ (temperatura média de janeiro), TF (temperatura média de fevereiro), TM (temperatura média de março) e DITE (diferença entre T máxima e T mínima). Esse procedimento elimina os parâmetros que apresentam menor relação com as variáveis de interesse, restando os parâmetros que explicam melhor as variáveis óleo e proteína.

5.3 Resultados e Discussão

Na Tabela 1 são apresentados os dados médios de temperatura, latitude e altitude dos 10 locais analisados. A análise de variância mostrou que houve diferença estatística significativa ($P < 0,01$) entre anos, locais e cultivares e suas interações para as variáveis analisadas (dados não apresentados).

5.3.1 Comparação entre cultivares

Houve diferença estatística significativa quanto à concentração de óleo e proteína e PEF entre os genótipos avaliados nos dois anos (Tabela 2). A cultivar IAS-5 apresentou maior concentração de proteína e maior PEF que a cultivar FT-Abyara e Embrapa 59, sendo semelhante a BR-16 e BRS 137. Quanto à concentração de óleo, a

cultivar BRS 137 apresentou os maiores valores diferindo da IAS-5, FT-Abyara e BR-16. A PEF apresentou valores inferiores a 46% de proteína. O farelo de soja fortemente demandado e normalmente exportado pelo Brasil deve apresentar 46% de proteína (tolerância até 45,5%). Quando esse valor não é atingido, podem-se utilizar recursos como a retirada do tegumento da soja que apresenta menor concentração de proteína, encarecendo o custo de produção, ou o produto vai sofrer deságio no mercado. Neste caso, as cultivares nesses dois anos e 10 locais, não produziram o farelo com 46% de proteína que é normalmente exportado pelo Brasil.

Tabela 2. Concentração de proteína e óleo em sementes de soja e PEF de cinco cultivares de soja avaliadas em 10 locais nos anos agrícolas 1998/1999 e 1999/2000.

Cultivar	Proteína (mg g ⁻¹)	Óleo (mg g ⁻¹)	PEF ¹ (%)
IAS-5	399,2a ²	207,7b	43,76a
BR-16	396,7ab	203,4c	43,25ab
BRS 137	394,3ab	212,3a	43,45ab
FT-Abyara	392,0b	206,9bc	42,91b
Embrapa 59	383,0c	208,8ab	42,06c
Media	393,0	207,8	43,08

¹ PEF = Proteína Esperada no Farelo a 12,5% de umidade

² Letras em comum na coluna indicam ausência de diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade

5.3.2 Comparação entre anos

Na Tabela 3 são apresentados os resultados médios de concentração de óleo, proteína e PEF nos anos agrícolas de 1998/1999 e 1999/2000 e a análise conjunta dos dois anos de dados em dez locais. O ano agrícola 1998/1999 apresentou valores significativamente maiores ($P < 0,05$) para concentração de óleo, proteína e PEF que o ano agrícola 1999/2000. As maiores variações na concentração de proteína num mesmo local, mas entre dois anos agrícolas, ocorreram nos três municípios do Rio Grande do Sul (Passo Fundo, Julio de Castilhos e São Borja).

Tabela 3. Concentração de proteína e óleo de sementes de soja, em base seca, provenientes de dez locais e dois anos agrícolas.

Local	Proteína	Óleo	Proteína		Óleo	
	1998/2000	1998/2000	1998/1999	1999/2000	1998/1999	1999/2000
			mg g ⁻¹			
Ponta Grossa-PR	405,9a ¹	189,7g	411,0ab	400,7ab	203,2e	176,2e
Campos Novos-SC	403,1a	197,2f	396,4bc	409,8a	210,6cde	183,9de
Passo Fundo-RS	399,7ab	199,5ef	415,8a	383,5bc	205,6de	193,3cd
Cascavel-PR	398,7ab	208,5cd	404,1abc	393,2ab	213,3bcde	203,6bc
São Borja-RS	396,6abc	212,8bc	405,0abc	388,2bc	225,9a	199,8c
Dourados-MS	390,2bcd	220,6a	394,7cd	385,8bc	221,1abc	220,1a
Campo Mourão-PR	387,8cd	219,6ab	391,7cd	383,8bc	222,6ab	216,6ab
Júlio de Castilhos-RS	387,3cd	207,8cd	402,4abc	372,2cd	213,8bcde	201,9c
Palotina-PR	381,7d	204,5de	379,2de	384,1bc	212,8bcde	196,2cd
Londrina-PR	367,2e	221,8a	369,2e	365,1d	214,4bcd	229,3a
Média			399,1A ²	387,1B	213,0A	202,6B

^{1,2} dados seguidos pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si (Tukey, 5 %).

Considerando que as condições climáticas durante o período de enchimento de grãos influenciam as concentrações de óleo e proteína da semente, primeiramente procurou-se relacionar o período de enchimento de grãos com os dados de precipitação, pois, estas diferenças não podem ser explicadas pela temperatura devido às pequenas variações entre anos num mesmo local. Observa-se nas Tabelas 4 e 5, que o período de enchimento de grãos em Passo Fundo-RS concentrou-se de meados de janeiro a início de março, no ano agrícola 1998/1999, e a colheita foi realizada em meados de março. No ano agrícola 1999/2000 o período de enchimento de grãos ocorreu de início de fevereiro até final de março, com a colheita se realizando a partir de 6 de abril. Os rendimentos de grãos foram de 2.952 e 3.310 kg/ha no primeiro e segundo anos, respectivamente. Esta diferença pode ser atribuída ao maior volume de chuvas ocorrido em 1999/2000. Confrontando esses dados com o balanço hídrico de Passo Fundo-RS (Tabela 6), observa-se que no ano agrícola 1998/1999 durante o período de enchimento de grãos, do segundo decêndio de janeiro ao terceiro decêndio de fevereiro (50 dias), não houve deficiência hídrica. No ano agrícola de 1999/2000 observou-se a ocorrência de deficiência hídrica em três decêndios no período de enchimento de grãos. A diferença no teor de proteína do primeiro ano agrícola (415,8 mg g⁻¹) para o segundo ano agrícola

(383,5 mg g⁻¹) pode ser explicada pela má distribuição de chuvas ocorrida durante o período de enchimento de grãos no segundo ano agrícola. Hayati et al. (1996) sugerem que mudanças na disponibilidade de nitrogênio para as sementes, induzidas pelo meio ambiente, pode ser o mecanismo que explica as variações na concentração de nitrogênio na semente em condições de campo. As mudanças da disponibilidade de nitrogênio para as sementes podem estar relacionadas diretamente com a fixação biológica do nitrogênio.

Tabela 4. Dados fenológicos da cultura coletados no ano agrícola de 1998/1999.

Local	Semeadura	Floração	Enchimento Grãos ¹	Colheita	Rendimento ²
J. de Castilhos-RS	19/11	25/01 a 01/02	07/02 a 03/04	02/04 a 24/04	1.523
São Borja-RS	17/11	20/01 a 01/02	06/02 a 30/03	03/04 a 16/04	1.442
Passo Fundo-RS	31/10	05/01 a 12/01	18/01 a 12/03	16/03 a 29/03	2.952
C. Novos-SC	20/11	08/02 a 15/02	21/02 a 04/04	09/04 a 20/04	3.037
Ponta Grossa-PR	11/12	08/02 a 14/02	21/02 a 01/04	06/04 a 16/04	2.453
Cascavel-PR	24/11	10/01 a 25/01	27/01 a 21/03	25/03 a 07/04	3.088
Palotina-PR	12/11	27/12 a 16/01	16/01 a 04/03	07/03 a 22/03	3.161
C.Mourão-PR	21/11	17/01 a 20/01	28/01 a 15/03	19/03 a 31/03	2.844
Londrina-PR	02/11	17/12 a 04/01	06/01 a 03/03	08/03 a 19/03	2.869
Dourados-MS	08/12	20/01 a 27/01	02/02 a 14/03	23/03 a 25/03	3054

¹ Enchimento de grãos = Intervalo a partir de 10 dias após o florescimento médio e dez dias antes da data média de colheita.

² Média de cinco cultivares e três repetições em kg/ha

Tabela 5. Dados fenológicos da cultura coletados no ano agrícola de 1999/2000.

Local	Semeadura	Floração	Enchimento Grãos ¹	Colheita	Rendimento ²
J.de Castilhos-RS	10/11	16/01 a 28/01	02/02 a 04/04	03/04 a 25/04	2.354
São Borja- RS	14/12	09/02 a 12/02	20/02 a 05/04	09/04 a 22/04	2.136
Passo Fundo-RS	08/11	18/01 a 29/01	03/02 a 03/04	06/04 a 21/4	3.310
C. Novos-SC	11/11	02/02 a 13/02	17/02 a 19/04	24/04 a 03/05	3.970
Ponta Grossa-PR	19/11	21/01 a 15/02	12/02 a 03/04	04/04 a 22/04	2.735
Cascavel-PR	07/11	07/01 a 20/01	23/01 a 16/03	20/03 a 01/04	2.916
Palotina-PR	08/11	30/12 a 12/01	16/01 a 08/03	13/03 a 24/03	2.980
C.Mourão-PR	13/11	12/01 a 21/01	26/01 a 09/03	11/03 a 28/03	2.744
Londrina-PR	08/11	06/01 a 19/01	22/01 a 18/03	21/03 a 05/04	2.846
Dourados- PR	07/12	17/01 a 23/01	30/01 a 19/03	27/03 a 01/04	3.841

¹ Enchimento de grãos = Intervalo a partir de 10 dias após o florescimento médio e dez dias antes da data média de colheita

² Média de cinco cultivares e três repetições em kg/ha

A nutrição nitrogenada em soja esta associada à absorção de nitrogênio mineral e à fixação biológica do nitrogênio. Essas duas fontes podem ser complementares ou antagonistas em relação aos fatores de ambiente ou estágio de desenvolvimento da planta (Wery et al., 1986). Nos solos onde o conteúdo de nitrato é moderado, a proporção de nitrato que é derivada da fixação simbiótica é de cerca de 50%, mas pode alcançar até 75% em solos arenosos (Handarson et al., 1984; Bergensen et al., 1985; Matheny et al., 1983). A maior razão de fixação ocorre no final do florescimento e durante o enchimento de grãos (Harper, 1974, Streeter, 1972 e Insande, 1988). O nitrogênio fixado entre o início do desenvolvimento da vagem (estádio R₃) até o começo da maturação (R₇) parece ser a fonte predominante de N para o desenvolvimento da semente (Warembourg et al., 1985; Zapata et al., 1987). Já a absorção de nitrato alcança

o seu máximo antes da fixação (estádio R_2) e depois declina (Streeter et al., 1972;). Tem sido largamente documentado que a fixação biológica de N em soja é extremamente sensível ao déficit hídrico, sendo o primeiro processo a ser afetado quando ocorre estresse hídrico (Serraj et al., 1999; Purcell & King, 1996). Em condição de campo, a fixação biológica decresceu em maior velocidade que o acúmulo de matéria seca, quando a cultura foi submetida a vários tratamentos com déficit hídrico, mostrando que o processo de fixação é afetado primeiro que a fotossíntese (Sinclair et al., 1987). Hungria & Vargas (2000) relataram que o estresse hídrico afeta a sobrevivência do *Bradyrhizobium*, a formação e longevidade dos nódulos, a síntese de leghemoglobina e o estresse mais severo pode levar a paralização irreversível da fixação biológica.

Analisando-se os dados de Julio de Castilhos-RS, cuja diferença nos teores de proteína entre as duas safras foi de $30,2 \text{ mg g}^{-1}$ (Tabela 3), nota-se que o período de enchimento de grãos ocorreu em fevereiro e março nos dois anos agrícolas e que o rendimento de grãos foi severamente afetado pela má distribuição de chuvas ocorrida em dezembro e janeiro e pelas baixas precipitações ocorridas no final de fevereiro e durante o mês de março do ano agrícola 1998/1999 (Tabelas 4 e 5 e Apêndice 1). Era de se esperar que a concentração de proteína caísse devido ao veranico. Como o veranico provocou queda acentuada no rendimento de grãos, é razoável afirmar que ambos os processos, fotossíntese e fixação biológica de nitrogênio, foram afetados. Considerando-se o rendimento médio de grãos de 1.523 kg/ha na safra 1998/1999 e 40,24% de proteína na semente, teremos $612,8 \text{ kg/ha}$ de proteína e $98,0 \text{ kg/ha}$ de nitrogênio acumulado na semente. Efetuando-se o mesmo cálculo para o ano agrícola 1999/2000, com produtividade de 2.352 kg/ha , obtém-se $876,1 \text{ kg/ha}$ de proteína, ou seja, $140,0 \text{ kg/ha}$ de nitrogênio na semente. Embora a concentração no segundo ano tenha sido menor, houve muito mais nitrogênio acumulado em kg/ha . Portanto, a maior concentração observada no primeiro ano foi devida à queda de rendimento. Dornbos & Mullen (1992) obtiveram resultado semelhante quando submeteram plantas de soja ao estresse hídrico em casa de vegetação. No ano agrícola 1999/2000 os rendimentos ainda foram baixos (2.352 kg/ha), e podem ser justificados pelo baixo regime de chuvas ocorrido em novembro e dezembro, e ainda por problemas de quantidade e distribuição de chuvas durante o mês

de fevereiro (Apêndice 1), que pode ter comprometido a concentração de proteína na semente de soja. Em São Borja-RS, a diferença na concentração de proteína foi de 16,8 mg g⁻¹ e o mesmo raciocínio desenvolvido para Julio de Castilhos-RS pode explicar essa diferença (Tabela 3, Apêndice 2).

Tabela 6. Alguns componentes do balanço hídrico climático de Passo Fundo-RS, para o período de janeiro a março de 1999 e 2000, considerando a capacidade de armazenamento de água do solo de 75mm.

Mês	Decêndio	P ¹	D ²	E ³	P	D	E
		1999			2000		
Janeiro	1	0	14	0	4	27	0
	2	64	0	0	109	0	17
	3	62	0	9	31	0	0
Fevereiro	1	49	0	11	23	5	0
	2	50	0	15	5	17	0
	3	15	0	0	77	0	6
Março	1	17	5	0	160	0	127
	2	0	18	0	4	4	0
	3	48	0	0	103	0	53

^{1,2 e 3} P = precipitação pluvial, D = deficiência hídrica e E = excesso hídrico.

Fonte: Embrapa Trigo - Passo Fundo - RS

Ao contrário da maioria dos outros locais, em Campos Novos-SC o ano agrícola 1999/2000 apresentou maior concentração de proteína que o ano anterior (Tabela 3). O período crítico de enchimento de grãos concentrou-se em final de fevereiro e março no

ano agrícola 1998/1999 e em final de fevereiro, março e começo de abril para os segundo ano agrícola (Tabelas 4 e 5). Observando-se o balanço hídrico de Campos Novos-SC (Tabela 7) nota-se que em março do ano agrícola 1998/1999 ocorreu apenas 32,7 mm de chuva e que ocorreu deficiência hídrica nos três decêndios do mês, justamente no período de enchimento de grãos. Embora o rendimento de 3.037 kg/ha tenha sido bom, foi 933 kg/ha menor que o rendimento do ano seguinte, que foi de 3.970 kg/ha. Verifica-se, portanto, que houve queda de rendimento e provavelmente prejuízo para o processo de fixação biológica do N_2 , que pode ser atribuído à deficiência hídrica na fase crítica de enchimento de grãos. No ano agrícola 1999/2000, de janeiro a março não foi constatada deficiência hídrica (Tabela 7), e o rendimento de grãos e a concentração de proteína foram maiores.

Dentro de cada local a concentração de óleo seguiu o mesmo padrão da concentração de proteína, com maior concentração de óleo no ao agrícola 1998/1999.

Resumindo-se, tem-se que as diferenças entre os teores de proteína dentro do mesmo local, mas em anos diferentes, não podem ser explicadas sem levar-se em consideração, a ocorrência e distribuição de chuvas durante o período de enchimento de grãos. O estresse hídrico durante este período pode afetar o processo de fixação simbiótica de N_2 que, preferencialmente, vai para a formação da semente. A ocorrência de veranicos mais severos, com queda acentuada da produtividade de grãos, pode aumentar a concentração de proteína na semente. Este fato pode confundir as interpretações de resultados de concentração de proteína, quando se considera apenas o efeito da temperatura. Nestes casos, as diferenças de temperatura num mesmo local, mas em anos diferentes, são pequenas para explicar as diferenças encontradas.

5.3.3 Comparações entre locais

Analisando-se as variações entre locais observa-se uma diferença média de 4,6 e 4,4 pontos percentuais para concentração de proteína e 2,2 e 5,3 para óleo, no primeiro e segundo anos agrícolas, respectivamente. Apesar dessas diferenças parecerem pequenas, são significativas, levando-se em conta os grandes volumes de óleo e farelo que são

produzidos. Numa primeira visualização nota-se que os locais com temperaturas do ar menores durante o período de enchimento de grãos (Tabela 1), e maiores altitudes (>650) apresentaram maiores concentrações de proteína (Tabela 3). Esses locais (Ponta Grossa-PR, Campos Novos-SC, Passo Fundo-RS e Cascavel-SC) apresentam um conjunto de fatores favoráveis: 1) devido à menor temperatura do ar, menores são as temperaturas do solo. Temperaturas do solo entre 27° C e 40° C são limitantes para a fixação biológica do nitrogênio em leguminosas tropicais (Gibson 1971); 2) maior teor e menor taxa de mineralização da matéria orgânica. A presença de matéria orgânica no solo além da maior retenção de água, proporciona aumento da população de *Bradyrhizobium*, aumento da fixação e nas taxas de fixação. Isso pôde ser observado em avaliações comparativas entre o plantio direto e o convencional (Hungria & Vargas, 2000); 3) Apesar do regime de chuvas ser instável durante o ciclo da soja, como pode ser observado nos dados de clima (Apêndices de 1 a 10), os veranicos são menos sentidos nesta região, em função da temperatura e dos teores de matéria orgânica. Isso pode propiciar rendimentos maiores, e quando o nitrogênio está disponível, maiores teores de proteína na semente.

Campos Novos que apresentou a menor temperatura média (21,2° C) e está a 952 m de altitude teve concentração de proteína semelhante a Dourados-MS (27° C) no ano agrícola 1998/1999 (Tabela 3). Os valores semelhantes de concentração de proteína não são explicados pela diferença de temperatura entre os locais, mas sim pela deficiência hídrica ocorrida durante o período de enchimento de grãos em Campos Novos-SC (Tabela 7). Dourados-MS e Campos Novos-SC apresentaram resultados de concentração de proteína estatisticamente diferentes no segundo ano e na média dos dois anos. Os municípios de São Borja-RS e Julio de Castilhos-RS apresentaram alta concentração de proteína no ano agrícola 1998/1999, mas devido ao estresse hídrico, o rendimento de grãos caiu pela metade, e este fato proporcionou aumento da concentração de proteína.

Londrina-PR apresentou os menores teores de proteína e foi significativamente diferente dos demais locais na média dos dois anos. Por outro lado, Ponta Grossa-PR apresentou a maior concentração de proteína. Caramori & Faria (1987) estudaram a

freqüência de períodos de 10 dias consecutivos com deficiência hídrica (veranicos) para Londrina e Ponta Grossa e verificaram que os riscos de frustração de safra por deficiência hídrica na região de Londrina são maiores do que em Ponta Grossa devido ao menor volume de precipitação, maior evapotranspiração e menor retenção de água disponível no solo.

Tabela 7. Alguns componentes do balanço hídrico climático de Campos Novos-SC, para o período de janeiro a março de 1999 e 2000, considerando a capacidade de armazenamento de água do solo de 110mm.

Mês	Decêndio	P ¹	D ²	E ³			
					1999	2000	
Janeiro	1	54.6	0	22	20	0	0
	2	118.7	0	87	95.4	0	45
	3	67.8	0	27	104.2	0	69
Fevereiro	1	35	0	0	34.3	0	1
	2	80.9	0	50	27.1	0	0
	3	48.3	0	23	96.9	0	69
Março	1	4.9	3.6	0	41.2	0	13
	2	0	9.0	0	24.2	0	0
	3	27.8	2	0	50.5	0	18

^{1,2 e 3} P = precipitação pluvial, D = deficiência hídrica e E = excesso hídrico.

Fonte: Empresa de Pesquisa Agropecuária de Santa Catarina – EPAGRI - Florianópolis

Tabela 8. Alguns componentes do balanço hídrico climático de Ponta Grossa-PR, para o período de janeiro a março de 1999 e 2000, considerando a capacidade de armazenamento de água do solo de 110mm.

Mês	Decêndio	P ¹	D ²	E ³	P	D	E
		1999			2000		
Janeiro	1	43.4	0	11	29.8	0	0
	2	95.8	0	63	35.7	0	0
	3	39.2	0	0	62.4	0	17
Fevereiro	1	66.6	0	29	67.2	0	31
	2	82.6	0	50	122	0	93
	3	38.8	0	13	49	0	20
Março	1	64.3	0	31	28	0	0
	2	15.6	0	0	42.4	0	16
	3	136.6	0	92	26.4	0	0

^{1,2 e 3} P = precipitação pluvial, D = deficiência hídrica e E = excesso hídrico.

Fonte: Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR – Londrina

Nas Tabelas 8 e 9 pode ser observado o balanço hídrico de Londrina e Ponta Grossa para os dois anos estudados. Verifica-se claramente a ocorrência de deficiência hídrica em Londrina no período de janeiro a março o que não ocorreu em Ponta Grossa. Quanto à concentração de óleo, observa-se a relação inversa, onde Londrina apresentou os maiores valores e Ponta Grossa os menores. Isso também foi verdadeiro para Campos Novos-SC e Passo Fundo-RS. Esta relação inversa, influenciada pelo meio ambiente, pode estar relacionada com a disponibilidade de nitrogênio e carbono relatada por Hayati et al., (1996) e Saravitz e Raper (1996). Quando o nitrogênio está disponível no

meio o carbono é utilizado preferencialmente para a síntese de proteína, e a concentração de proteína e a produtividade tendem a aumentar. Quando o nitrogênio não está disponível, sobra mais carbono para a síntese de óleo e a concentração de óleo aumenta.

Tabela 9. Alguns componentes do balanço hídrico climático de Londrina-PR, para o período de janeiro a março de 1999 e 2000, considerando a capacidade de armazenamento de água do solo de 80 mm.

Mês	Decêndio	P ¹	D ²	E ³	P	D	E
		1999			2000		
Janeiro	1	20,8	8	0	48,2	0	11
	2	69,8	0	0	41,5	0	0
	3	114,2	0	50	29,8	1,0	0
Fevereiro	1	30,5	1	0	8,8	9	0
	2	96,2	0	50	123,1	0	59
	3	5,8	3	0	36,2	0	5
Março	1	34,4	1	0	46,1	0	13
	2	2,8	13	0	16,6	1	0
	3	39,5	1	0	12,5	6	0

^{1,2 e 3} P = precipitação pluvial, D = deficiência hídrica e E = excesso hídrico.

Fonte: Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR - Londrina

Conforme pode ser observado, o efeito da temperatura, dentro da faixa estudada, é indireto na determinação dos teores de proteína da semente de soja. Sinclair & Wit (1975) calcularam a demanda de nitrogênio requerida por unidade de peso de semente,

usando a média da concentração de proteína na semente, e encontraram que a soja tinha os mais altos requerimentos das 24 culturas estudadas. Considerando-se a concentração média de proteína de 40%, é muito grande a demanda exercida pela semente durante o período de enchimento de grão. Como foi discutido anteriormente, o nitrogênio da fixação simbiótica é preferencialmente carregado para a formação da semente e o processo de fixação é bastante sensível ao estresse hídrico e também a altas temperaturas (Hungria et al, 2000). Portanto, a disponibilidade de nitrogênio para a semente pode ser o fator determinante da concentração de nitrogênio ou proteína em sementes de soja.

Tabela 10. Proteína Esperada no Farelo (PEF) a 12,5 % de umidade, obtida a partir de amostras de sementes dos dez locais analisados nos anos agrícolas de 1998/1999 e 1999/2000.

Local	PEF (%)		
	1998/1999	1999/2000	1998/2000
Ponta Grossa-PR	44,8ab ¹	42,3abc	43,5ab
Campos Novos-SC	43,6b	43,6a	43,6ab
Passo Fundo-RS	45,4a	41,3bc	43,4abc
Cascavel-PR	44,6ab	42,9ab	43,7ab
São Borja-RS	45,4a	42,1abc	43,7ab
Dourados-MS	44,0ab	42,9ab	43,4abc
Campo. Mourão-PR	43,7b	42,5b	43,1bc
Júlio de Castilhos-RS	44,4ab	40,5c	42,4cd
Palotina-PR	41,8c	41,5bc	41,6de
Londrina-PR	40,8c	41,1bc	40,9e
Média	44,0A ²	42,2B	

^{1,2} Dados seguidos pela mesma letra minúscula em cada coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si (Tukey, 5 %).

A PEF no ano agrícola 1998/1999 seguiu as maiores concentrações de proteína observada no ano e atingiu valores próximos do desejável (46%) em Passo Fundo-RS. Como a concentração de óleo acompanhou o mesmo padrão da concentração de proteína, com queda no ano seguinte, a PEF refletiu este comportamento. Nos dez locais analisados e em dois anos agrícolas a PEF não apresentou o valor médio desejável (Tabela 10).

5.3.4 Padrão Geográfico

Na Tabela 11 é apresentado um resumo da análise de regressão onde nove parâmetros relacionados com temperatura foram testados, visando-se estabelecer o grupo que melhor explicaria as variações nas concentrações de óleo e proteína da semente de soja. A regressão para proteína apresentou $r^2 = 0,75$ e $P = 0,0482$. Os parâmetros selecionados seguindo-se a ordem de significância foram: T média, TJ, DITE e altitude. Para a T média, o coeficiente do Parâmetro estimado foi negativo e, conseqüentemente, para os locais onde a temperatura média dos meses de janeiro, fevereiro e março foi menor, a concentração de proteína foi maior. O segundo parâmetro que associado ao primeiro explica melhor a concentração de proteína foi a TJ. A temperatura média de janeiro e a média de janeiro, fevereiro e março são muito próximas nos locais mais quentes, porém, nos locais mais frios (Campos Novos-SC, Passo Fundo-RS e Ponta Grossa-PR) a temperatura de março faz cair a média. Assim, nos locais mais frios, a TJ puxa os valores da equação para cima e nos locais mais quentes, a tendência é a T média puxar os valores para baixo. O terceiro parâmetro foi a DITE. Quanto menor a diferença entre a média de temperatura mínima e a média de temperatura máxima, em janeiro, fevereiro e março, maior a concentração de proteína. Nota-se, portanto, uma tendência central nos dados. O quarto parâmetro foi altitude, quanto maior a altitude maior foi concentração de proteína. Gibson & Mullen (1996) e Piper & Boote (1999) também observaram que a temperatura média durante o período de enchimento de grãos melhor explicou a variação da concentração de proteína e óleo.

Como pode ser observado, apesar da significância da regressão e do coeficiente de determinação, o efeito da temperatura não pode ser considerado como causa e a variação da concentração de proteína o efeito direto, ou seja, os dois fatores não podem ser tratados diretamente como causa e efeito. A esse modelo devem ser agregados a distribuição de chuvas e a disponibilização de nitrogênio para a semente, principalmente no período do enchimento de grãos. Práticas de manejo que minimizem o efeito do estresse hídrico e maximizem o processo de fixação biológica do N_2 , podem resultar em incremento na concentração de proteína na semente.

Tabela 11. Resumo da análise de regressão pelo processo Backward onde nove parâmetros foram testados. Os mais significativos, ou seja, os que mais explicaram as variações nas concentrações de óleo e proteína das sementes de soja, são apresentados abaixo.

Variável	P. Estimado	Erro Padrão	Variável
PROTEÍNA			
Intercep	32,9418	7,4478	0,0045
Altitude	0,0043	0,002	0,0808
T média	-6,6377	1,9623	0,0148
DITE	-0,6548	0,2905	0,0651
TJ	6,9347	2,1822	0,0191
ÓLEO			
Intercep	20,8365	5,5996	0,0074
Latitude	-0,2183	0,107	0,0807
T máxima	-0,7882	0,5323	0,1822
TJ	1,2023	0,5829	0,0781

Proteína: $r^2 = 0,75$, $P = 0,0482$; Óleo : $r^2 = 0,66$, $P = 0,0448$

T média = média das temperaturas médias de janeiro, fevereiro e março

TJ = temperatura média de janeiro

DITE = diferença entre a temperatura mínima e máxima de janeiro, fevereiro e março

T máxima = média da temperatura máxima de janeiro, fevereiro e março

A regressão para óleo apresentou $r^2 = 0,66$ e $P = 0,0448$ (Tabela 11). Os parâmetros selecionados segundo ordem de significância foram: TJ, latitude e T máxima. Neste caso, observa-se que as tendências de aumento de temperatura estão mais relacionadas com o aumento da concentração de óleo. A temperatura média de janeiro, maior que a média dos outros meses e a latitude, que apresentou coeficiente negativo, indicam esta tendência. Para compor a equação com os demais parâmetros a T máxima apresentou sinal negativo, quanto maior, menor a concentração de óleo. Temperaturas mais altas podem estar relacionadas com maior evapotranspiração, maior decomposição da matéria orgânica, menor retenção de água e maior temperatura do solo, que podem afetar a disponibilidade de nitrogênio.

Concluindo, a determinação de um padrão geográfico para concentração de óleo e proteína em sementes de soja, baseado somente em dados de temperatura, apresentará problemas de interpretação que não atende as necessidades do setor industrial, que necessita de resultados mais precisos, visto que, pequenas diferenças nas concentrações, são extremamente significativas. A distribuição de chuvas durante o período de

enchimento de grãos e a disponibilidade de nitrogênio para as sementes, durante o mesmo período, são peças-chave para o melhor entendimento das variações dos teores de proteína e óleo nas sementes de soja.

5.4 Conclusões

As maiores diferenças na concentração de proteína, dentro de um mesmo local, foram melhor explicadas pela distribuição de chuvas durante o período de enchimento de grãos. Houve tendência das sementes coletadas nos locais com temperaturas médias mais amenas (21°C a 23°C) e com maior altitude (>650m) apresentarem maior concentração de proteína do que aquelas coletadas nos locais com temperaturas mais altas (23°C a 27°C). Quando esta tendência não foi verificada, novamente os resultados foram melhor explicados pela distribuição de chuvas durante o período de enchimento e rendimento de grãos. A determinação de um padrão geográfico baseado somente nas variações da temperatura, não foi suficiente para explicar as alterações na concentração de proteína. A distribuição de chuvas durante o período de enchimento de grãos e a disponibilidade de nitrogênio para as sementes, são peças-chave para o melhor entendimento das variações dos teores de proteína e óleo nas sementes de soja.

6 CONCLUSÕES GERAIS

Os estudos de curta duração com desenvolvimento de sementes *in vitro*, na faixa de temperatura estudada, indicam que o efeito da temperatura foi principalmente no acúmulo total de matéria seca e não diretamente na síntese de óleo e proteína. As concentrações de óleo e proteína foram positivamente relacionadas na faixa de temperatura testada, quando os suprimentos de carbono e nitrogênio foram constantes.

A elevação da concentração de glutamina no meio aumentou a concentração de proteína na semente e estabeleceu uma relação inversa entre as concentrações de óleo e proteína, indicando que esta relação negativa está vinculada ao balanço entre carbono e nitrogênio disponível para a semente.

O estabelecimento de um padrão geográfico baseado unicamente no efeito da temperatura, não é suficiente para o entendimento das variações das concentrações de proteína e óleo em sementes de soja.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERGERSEN, F.L.; TURNER, G.L.; GAULT, R.R.; CHASE, D.L.; BROCKWELL, J. The natural abundance of ^{15}N in irrigated soybean crop and its use for calculation of nitrogen fixation. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 36, p. 411-423, 1985.
- BILS, R.F.; HOWELL, R.W. Biochemical and cytological changes in developing soybean cotyledons. **Crop Science**, v.3, p.304-308, 1963.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. Portaria n. 795 de 15 de dez. de 1993. **Diário Oficial da União**, 29 de dez. de 1993. Norma de identidade, qualidade, embalagem, marcação e apresentação do farelo de soja.
- BREENE, W.M.; LIN, S.; HARDMAN, L.; ORF, J. Protein and oil content of soybeans from different geographic locations. **Journal of American Oil Chemists' Society**, v.65, p.1927-1931, 1988.
- BURTON, J.W. Breeding soybean cultivars for increase seed protein percentage. In: CONFERENCIA MUNDIAL DE INVESTIGACION EN SOJA, 4., Buenos Aires, 1989. **Proceedings**. Buenos Aires: AASoja, 1989, v.2, p.1079-1085.

- BURTON, J.W. Breeding soybean for improvement protein quantity and quality. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 3., Boulder, 1985. **Proceedings**. Boulder: Westview Press, 1985. p.361-367.
- BURTON, J.W. Effects of increase light on soybean seed yield and protein concentration. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 5., Chiang Mai, 1994. **Proceedings**. Chiang Mai: Kasetsart University Press, 1994. p.362-366.
- BURTON, J.W.; ISREAL, D.W.; WILSON, R.F.; CARTER, T.E. Effects of defoliation on seed protein concentration in normal and high protein lines of soybean. **Plant and Soil**, v.172, p.131-139, 1995.
- CARAMORI, P.H.; FARIA, R.T. **Frequência de períodos de 10 dias consecutivos com deficiência hídrica (veranicos) para Londrina e Ponta Grossa**. Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná, 1987, 24p.(Boletim Técnico, 20).
- CHEESBROUGH, T.M. Changes in the enzymes for fatty acid synthesis and desaturation during acclimation of developing soybean seeds to altered growth temperature. **Plant Physiology**, v.90, p.760-764, 1989.
- DORNBOS, D.L.; MULLEN, R.E. Soybean seed protein and oil contents and fatty acid composition adjustments by drought and temperature. **Journal of American Oil Chemists' Society**, v.69, p.228-231, 1992.
- DYER, D.J.; COTTERMAN, C.D.; COTTERMAN J.C. Comparison of *in situ* and *in vitro* regulation of soybean seed growth and development. **Plant Physiology**, v.84, p.298-303, 1987.
- EGLI, D.B.; WARDLAW, I.F. Temperature response of seed growth characteristics of soybeans. **Agronomy Journal**, v.72, p.560-564, 1980.

- EGLI, D.B.; FRASER, J.; LEGGETT, J.E.; PONELEIT, C.G. Control of seed growth in soya beans [*Glycine max* (L.) Merrill]. **Annals of Botany**, v.48, p.171-176, 1981.
- FINKELSTEIN, R.R.; CROUCH, M.L. Precociously germinating rapeseed embryos retain characteristics of embryogeny. **Planta**, v.162, p.125-131, 1984.
- GALLAHER, R.N.; WELDON, C.O.; FUTRAL, J.G. An aluminum block digester for plant and soil analysis. **Soil Science Society of America Proceedings**, v.39, p.803-806, 1975.
- GIBSON, A.H. Factors in the physical and biological environment affecting nodulation and nitrogen fixation by legumes. **Plant and Soil**, v. especial, p.139-152, 1971.
- GIBSON, L.R.; MULLEN, R.E. Soybean seed composition under high day and night growth temperatures. **Journal of American Oil Chemists' Society**, v.73, p.733-737, 1996.
- GIFFORD, R.M.; THORNE, D.J.H. Sucrose concentration at the apoplastic interface between seed coat and cotyledons of developing soybean seeds. **Plant Physiology**, v.77, p.863-868, 1985.
- HAGA, K.I.; SODEK, L. Utilization of nitrogen sources by immature soybean cotyledons in culture. **Annals of Botany**, v.59, p.597-601, 1987.
- HAM, E.G.; LIENER, I.E.; EVANS, S.D. et al. Yield and composition of soybean seed as affected by N and S fertilization. **Agronomy Journal**, v.67, p.293-297, 1975.

- HAMBLETON, L.G. Semiautomated method for simultaneous determination of phosphorus, calcium, and crude protein in animal feeds. **Journal of American Oil Chemists' Society**, v.60, p.845-852, 1977.
- HARDARSON, G.; ZAPATA, F.; DANSO, S.K.A. Effect of plant genotype and nitrogen fertilizer on symbiotic nitrogen fixation by soybean cultivars. **Plant and Soil**, v. 82, p. 397-405, 1984.
- HARPER, J.E. Soil and symbiotic nitrogen requirements of optimum soybean production. **Crop Science**, v. 14, p. 255-260, 1974.
- HARTWIG, E.E. Breeding productive soybean with a higher percentage of protein. In: INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Seed protein improvement in cereals and grain legumes**. Vienna, 1979. v. 2, p.59-66.
- HAYATI, R.; EGLI, D.B.; CRAFTS-BRANDNER, S.J. Carbon and nitrogen supply during seed filling and leaf senescence in soybean. **Crop Science**, v.35, p.1063-1069, 1995.
- HAYATI, R.; EGLI, D.B.; CRAFTS-BRANDNER, S.J. Independence of nitrogen supply and seed growth in soybean: studies using an *in vitro* culture system. **Journal of Experimental Botany**, v.47, p.33-44, 1996.
- HOLOWACH, L.P.; THOMPSON, J.F.; MADISON, J.T. Effects of exogenous methionine on storage protein composition of soybean cotyledons cultured *in vitro*. **Plant Physiology**, v.74, p.576-584, 1984.

HSU, F.C.; BENNET, A.B.; SPANSWICK, R.M. Concentration of sucrose and nitrogenous compounds in the apoplast of developing soybean seed coats and embryos. **Plant Physiology**, v.75, p.181-186, 1984.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; MENDES, I.C. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja**. Londrina: Embrapa, CNPSo, 2001. 48p. (EMBRAPA.CNPSo. Circular Técnica, 35).

HUNGRIA, M.; VARGAS, M.A.T. Environmental factors affecting N₂ fixation in grain legumes in the tropics, with an emphasis on Brazil. **Field Crops Research**, v. 65, p. 151-164, 2000.

HURBURGH, C.R.; BRUMM, T.J.; GUINN, J.M.;HARTWIG, R.A. Protein and oil patterns in U.S. and world soybean markets. **Journal of American Oil Chemists' Society**, v. 67, p.966-973, 1990.

IMSANDE, J. Enhanced nitrogen fixation increases net photosynthesis output and seed yield of hidroponically grown soybean. **Journal of Experimental Botany**, v. 39, p.1313-1321, 1988.

KEIRSTEAD, C.H. **Marketing study of factors affecting the quantity and value of products obtained from soybeans**. Washington: U.S. Dept. of Agr., Production and Marketing Admin., 1952. 35p.

KROBER, O.A.; CARTER, J.C. Quantitative interrelations of protein and nonprotein constituents of soybean. **Crop Science**, v.2, p.171-172, 1962.

- MADISON, J.T.; THOMPSON, J.F.; MUENSTER, A.E. Turnover of storage protein in seeds of soya bean and pea. **Annals of Botany**, v.47, p.65-73, 1981.
- MATHENY, T.A.; HUNT, P.G. Effects of irrigation on accumulation of soil and symbiotically fixed N by soybean grown on a Norfolk loamy sand. **Agronomy Journal**, v. 75, p.719-722, 1983.
- NAKASATHIEN, S.; ISRAEL, D.W.; WILSON, R.F.; KWANYUEN, P. Regulation of seed protein concentration in soybean by supra-optimal nitrogen supply. **Crop Science**, v. 40, p.1277-1284, 2000.
- NELSON, D.R.; BELLVILLE, R.J.; PORTER, C.A. Role of nitrogen assimilation in seed development of soybean. **Plant Physiology**, v.74, p.128-133, 1984.
- OBENDORF, R.L.; WETTTLAUER, S.H. Precocious germination during in vitro growth of soybean seeds. **Plant Physiology**, v.76, p.1024-1028, 1984.
- OBENDORF, R.L.; RYTKO, G.T.; BYRNE, M.C. Soya bean growth and maturation by in vitro pod culture. **Annals of Botany**, v.51, p.217-227, 1983.
- OBENDORF, R.L.; TIMPO, E.E.; BYRNE, M.C.; TOAI, T.V.; RYTKO, G.T.; HSU, F.C.; ANDERSON, B.G. Soya bean seed growth and maturation in vitro without pods. **Annals of Botany**, v.53, p.853-863, 1984.
- OHLROGGE, J.; BROWSE, J. Lipid biosynthesis. **The Plant Cell**, v.7, p. 957-970, 1995.

- OTTMANN, G.J.F. **Proteína bruta no farelo de soja**. Campo Mourão: Cooperativa Agropecuária Mourãoense, 1996. 26p.
- PAEK, N.C.; INSANDE, J.; SHOEMAKER, R.C.; SHIBLES, R. Nutritional control of soybean seed storage protein. **Crop Science**, v.37, p.498-503, 1997.
- PAHIGIAN, N. **Marketing study of the oil content of soybeans as related to production areas and climate**. Washington: U.S. Dept. of Agr., Production and Marketing Admin., 1950. 31p.
- PIPER, E.L.; BOOTE, K. Temperature and cultivar effects on soybean seed oil and protein concentration. **Journal of American Oil Chemists' Society**, v.76, p.1233-1241, 1999.
- PURCELL, L.C.; KING, C.A. Drought and nitrogen source effects on nitrogen nutrition, seed growth, and yield in soybean. **Journal of Plant Nutrition**, v. 19, p.969-993, 1996.
- RAINBIRD, R.M.; THORNE, J.H.; HARDY, R.W.F. Role of amides, amino acids, and ureides in the nutrition of developing soybean seeds. **Plant Physiology**, v.74, p.329-334, 1984.
- RUBEL, A.; RINNE, R.W.; CANVIN, D.T. Protein, oil and fatty acid in developing soybean seeds. **Crop Science**, v.12, p.739-741, 1972.
- SARAVITZ, C.H.; RAPER JR, C.D. Responses to sucrose and glutamine by soybean embryos grown *in vitro*. **Physiologia Plantarum**, v.93, p.799-805, 1995.

- SASSER, M. **Identification of bacteria by gas chromatografia of cellular fatty acids.** Newark, DE: MIDI,1990. 7p. (MIDI, Technical Note 101).
- SERRAJ, R.; SINCLAIR, T.R.; PURCELL, L.C. Symbiotic N₂ fixation response to drought. **Journal of Experimental Botany**, v. 50, p. 143-155, 1999.
- SHEWRY, P.R.; NAPIER, J.A.; TATHAN, A.S. Seed storage proteins: Structures and biosynthesis. **The Plant Cell**, v.7, p.945-956, 1995.
- SINCLAIR, T.R.; WIT, C.T. de. Photosynthate and nitrogen requirements for seed production by various crops. **Science**, v.18, p. 565-567, 1975.
- SINCLAIR, T.R.; MUCHOW, R.C.; BENNET, J.M.; HAMMOND, L.C. Relative sensitivity of nitrogen and biomass accumulation to drought in field-grown soybean. **Agronomy Journal**, v.79, p. 986-991, 1987.
- SKOKUT, T.; MANCHESTER, J. Growth of zygotic embryos of soybean in culture using a medium which promotes seed-like-development. **Plant Physiology**, v.77, S-78, 1985.
- SKOKUT, T.A.; VARNER, J.E.; SCHAEFER, J.; STEJSKAL, E.O.; MCKAY, R.A. [¹⁵N]NMR Determination of asparagine and glutamine nitrogen utilization for synthesis of storage protein in developing cotyledons of soybean in culture. **Plant Physiology**, v. 69, p.308-313, 1982.
- SMITH, A.M.; RINNE, R.W.; SEIF, R.D. Phosphoenolpyruvate carboxylase and pyruvate kinase involvement in protein and oil biosynthesis during soybean seed development. **Crop Sciene**, v.29, p.349-353, 1989.

SMITH, K.J. Improving the quality of the soybean. **Journal of American Oil Chemists' Society**, v.58, n.3, p.135-139, 1981.

SMITH, L.H. Seed development, metabolism and composition. In: BEWLEY, J.D.; BLACK, M. (Ed.). *Seeds: physiology of development and germination*. New York: Plenum Press, 1994. cap.2, p.13-52.

SPAETH, S.C.; SINCLAIR, T.R. Soybean seed growth II. Individual seed mass and component compensation. **Agronomy Journal**, v.76, p.128-133, 1984.

STREETER, J.G. Nitrogen nutrition of field-grown soybean plants. II. Seasonal variations in nitrate reductase, glutamate dehydrogenase and nitrogen constituents of plant parts. **Agronomy Journal**, v. 64, p. 315-319, 1972.

STREETER, J.G. Effect of N starvation of soybean plants at various stages of growth on seed yield and N concentration of plant parts at maturity. **Agronomy Journal**, v.70, p.74-76, 1978.

THOMAS, J.M.G. Impact of elevated temperature and carbon dioxide on development and composition of soybean seed. Gainesville, 2001. 187p. Thesis (Ph.D) - University of Florida.

THOMPSON, J.F.; MADISON, J.T.; MUENSTER, A.E. *In vitro* culture of immature cotyledons of soya bean [*Glycine max* (L.) Merrill]. **Annals of Botany**, v.41, p.29-39, 1977.

- THOMPSON, J.F.; MADISON, J.T.; WATERMAN, M.A.; MUENSTER, A.E. Effect of methionine on growth and protein composition of cultured soybean cotyledons. **Phytochemistry**, v.20, p.941-945, 1981.
- THORNE, J.H. Morphology and ultrastructure of maternal seed tissues of soybean in relation to the import of photosynthate. **Plant Physiology**, v.67, p.1016-1025, 1981.
- THORNE, J.H. Phloem unloading of C and N assimilates in developing seeds. **Annual Review of Plant Physiology**, v.36, p.317-343, 1985.
- TOAI, G.; RYTKO, T.; HSU, F.C.; ANDERSON, B.G. Soya bean seed growth and maturation *in vitro* without pods. **Annals of Botany**, v.53, p.853-863, 1984.
- VESSEY, J.K.; RAPER JUNIOR, C.D.; TOLLEY-HENRY, L. Cyclic variation in nitrogen uptake rate in soybean plants: Uptake during reproductive growth. **Journal of Experimental Botany**, v.41, p.1579-1584.
- WAREMBOURG, F.R.; FERNANDEZ, M.P. Distribution and remobilization of symbiotically fixed nitrogen in soybean (*Glycine max*). **Physiologia Plantarum**, v.65, p. 281-286, 1985.
- WERY, J.; TURC, O.; SALSAC, L. Relationship between growth, nitrogen fixation and assimilation in a legume (*Mendicago sativa* L.). **Plant and Soil**, v. 96, p. 17-29, 1986.

- WESTGATE, M.E.; ORF, J.; SCHUSSLER, J.R.; SHUMWAY, C. **Temperature regulation of uptake and metabolism of protein and oil precursors by developing soybean embryos**. Madison: American Soybean Association, 1995. 106p. (Agronomy Abstracts).
- WETTLAUER, S.H.; OBENDORF, R.L. Ureides and amides as nitrogen sources for soybean seed growth and maturation *in vitro*. **Crop Science**, v. 31, p.1319-1323, 1991.
- WILCOX, J.R. Breeding soybeans for improved oil quantity and quality. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 3., Boulder, 1985. **Proceedings**. Boulder: Westview Press, 1985. p.380-386
- WOLF, R.B.; CANVIS, J.F.; KLEIMAN, R.; BLACK, L.T. Effect of temperature on soybean seed constituents: oil, protein, moisture, fatty acid, amino acids, and sugars. **Journal of American Oil Chemists' Society**, v.59, n.5. p.230-232, 1982.
- YAZDI-SAMADI, B.; RINNE, R.W.; SEIF, R.D. Components of developing soybean seeds: oil, protein, sugars, starch, organic acids and amino acids. **Agronomy Journal**, v.69, p.481-486, 1977.
- ZAPATA, F.; DANSO, S.K.A.; HARDARSON, M. et al. Time course of nitrogen fixation in field-grown soybean using nitrogen-15 methodology. **Agronomy Journal**, v. 79, p. 172-176, 1987.

APÊNDICES

Apêndice 1. Dados meteorológicos de Júlio de Castilhos, RS, anos agrícolas 1998/1999 e 1999/2000.

Dia/Mês	Temperatura °C			Prec. mm	Temperatura °C			Prec. mm
	T máx	T mín	T méd.		T máx	T mín	T méd	
1/out	23,0	7,0	15,0	0	18,0	11,8	14,9	29,4
2	24,0	12,4	18,2	0	15,0	6,0	10,5	0
3	24,0	15,0	19,5	0	18,0	3,0	10,5	0
4	28,0	14,2	21,1	51	17,0	5,4	11,2	0
5	28,0	14,2	21,1	0	20,0	3,8	11,9	7,5
6	18,0	9,6	13,8	0	21,0	8,8	14,9	0
7	22,0	6,8	14,4	0	18,0	12,2	15,1	25,4
8	23,0	11,2	17,1	0	22,0	10,6	16,3	0
9	24,0	12,0	18,0	0	23,0	9,0	16,0	0
10	24,0	16,4	20,2	8	25,0	10,0	17,5	0
11	27,0	12,0	19,5	0	26,0	10,6	18,3	0
12	26,0	13,0	19,5	0	20,2	11,4	15,8	21,1
13	26,0	12,6	19,3	0	21,0	13,2	17,1	31,8
14	26,4	13,8	20,1	0	23,0	15,2	19,1	26,2
15	26,0	14,2	20,1	14	25,0	14,0	19,5	3,8
16	24,0	9,8	16,9	12	22,0	13,0	17,5	0
17	26,0	12,0	19,0	0	24,2	11,2	17,7	0
18	26,0	11,4	18,7	0	23,2	10,0	16,6	0
19	27,0	11,4	19,2	0	23,8	14,4	19,1	0
20	28,0	10,8	19,4	0	24,2	14,0	19,1	0
21	29,0	10,0	19,5	0	25,2	11,6	18,4	0
22	32,0	9,2	20,6	0	20,0	12,4	16,2	0
23	24,4	13,0	18,7	26	24,8	11,0	17,9	0
24	24,0	12,6	18,3	0	25,0	12,0	18,5	0
25	18,0	12,0	15,0	15	24,8	12,2	18,5	4,6
26	24,6	7,0	15,8	7	25,0	13,8	19,4	18,8
27	24,0	7,8	15,9	0	24,8	13,6	19,2	3,4
28	28,0	8,6	18,3	0	26,2	14,8	20,5	0
29	28,8	9,0	18,9	0	27,0	17,8	22,4	0
30	28,0	10,0	19,0	0	25,0	16,8	20,9	0
31	27,0	10,0	18,5	0	25,0	14,0	19,5	0
Média	25,4	11,3	18,3	133	22,7	11,5	17,1	172
1/nov	28,0	9,0	18,5	0	26,0	16,8	21,4	25,3
2	28,0	9,0	18,5	0	24,2	14,2	19,2	0
3	22,0	10,0	16,0	0,2	26,0	13,0	19,5	0
4	26,0	11,0	18,5	0	23,0	12,2	17,6	0
5	29,0	14,2	21,6	0	27,0	10,2	18,6	55,2
6	29,8	15,0	22,4	10	29,0	13,0	21,0	0
7	30,0	14,0	22,0	0	31,0	14,0	22,5	0
8	29,4	15,8	22,6	0	26,2	12,6	19,4	1,2
9	25,0	11,0	18,0	0	17,0	6,2	11,6	0
10	25,0	11,8	18,4	0	23,0	5,6	14,3	0
11	27,0	14,0	20,5	0	25,0	8,2	16,6	0

Apêndice 1. Dados meteorológicos de Júlio de Castilhos, RS, anos agrícolas 1998/1999 e 1999/2000.

Dia/Mês	Temperatura °C			Prec. mm	Temperatura °C			Prec. mm
	T máx	T mín	T méd.		T máx	T mín	T méd	
12	28,0	14,2	21,1	0	29,0	15,0	22,0	0
13	31,0	16,0	23,5	0	25,0	15,4	20,2	0
14	31,0	17,0	24,0	0	30,0	12,0	21,0	0
15	32,0	17,0	24,5	0	32,0	12,2	22,1	0
16	30,0	17,0	23,5	31	29,2	13,2	21,2	0
17	30,0	18,4	24,2	1,8	29,0	11,8	20,4	0
18	19,0	10,4	14,7	0	28,4	14,2	21,3	0
19	25,0	9,8	17,4	0	28,4	15,2	21,8	0
20	29,6	14,6	22,1	0	30,0	15,6	22,8	0
21	30,0	16,0	23,0	0	29,0	15,4	22,2	0
22	31,0	15,4	23,2	0	29,0	16,0	22,5	0
23	33,0	15,4	24,2	0	30,4	12,0	21,2	0
24	32,0	20,8	26,4	21,4	29,0	16,4	22,7	0
25	33,0	17,6	25,3	0	28,2	12,0	20,1	0
26	33,0	10,8	21,9	0	28,4	14,6	21,5	0
27	33,0	12,2	22,6	0	26,4	13,4	19,9	5,2
28	33,0	20,4	26,7	0	31,0	23,5	27,3	0
29	33,6	13,0	23,3	0	28,2	13,2	20,7	0
30	32,0	13,8	22,9	0	30,0	15,8	22,9	0
Média	29,3	14,2	21,7	64,4	27,6	13,4	20,5	86,9
1/dez	33,4	16,4	24,9	0	27,0	15,6	21,3	0
2	32,0	19,8	25,9	0	25,0	20,0	22,5	11
3	28,0	20,8	24,4	0	27,0	18,0	22,5	0
4	33,0	19,4	26,2	0	31,0	16,0	23,5	0
5	32,2	21,0	26,6	0	28,0	19,0	23,5	0,5
6	24,6	16,6	20,6	0	25,0	10,4	17,7	0
7	30,0	13,2	21,6	0	23,0	10,0	16,5	13
8	30,0	13,4	21,7	0	25,0	12,2	18,6	0
9	32,0	13,4	22,7	0	27,0	14,8	20,9	0
10	32,2	16,0	24,1	117	27,0	14,2	20,6	0
11	32,2	16,6	24,4	0	29,0	17,0	23,0	0
12	32,0	16,6	24,3	0	24,0	15,8	19,9	0
13	32,9	17,0	25,0	0	23,0	16,8	19,9	18,5
14	32,8	17,2	25,0	0	28,0	16,0	22,0	2,6
15	31,6	18,0	24,8	0	30,0	14,0	22,0	0
16	31,0	17,0	24,0	26,4	37,0	13,8	25,4	0
17	32,0	11,8	21,9	1,2	28,2	15,8	22,0	0
18	22,0	11,2	16,6	0	32,2	16,4	24,3	0
19	27,0	13,4	20,2	0	32,0	15,2	23,6	0
20	32,2	16,0	24,1	26	31,2	15,6	23,4	0
21	31,2	14,6	22,9	6	32,4	13,8	23,1	0
22	31,2	12,2	21,7	0	31,8	18,2	25,0	0
23	31,4	11,6	21,5	0	32,0	11,8	21,9	0
24	31,4	14,0	22,7	0	32,2	14,2	23,2	0
25	31,0	17,0	24,0	0	32,4	20,0	26,2	0

Apêndice 1. Dados meteorológicos de Júlio de Castilhos, RS, anos agrícolas 1998/1999 e 1999/2000.

Dia/Mês	Temperatura °C			Prec. mm	Temperatura °C			Prec. mm
	T máx	T mín	T méd.		T máx	T mín	T méd	
26	32,0	17,0	24,5	0	31,2	19,8	25,5	0
27	33,0	17,2	25,1	2,6	33,8	20,0	26,9	0
28	33,2	18,2	25,7	6	32,4	21,0	26,7	0,8
29	32,0	18,6	25,3	0	31,0	18,8	24,9	18,8
30	32,0	13,4	22,7	0	33,4	20,0	26,7	0
31	29,0	16,8	22,9	0	22,0	16,0	19,0	0
Média	31,0	16,0	23,5	185,2	29,2	16,1	22,7	65,2
1/jan	32,0	18,6	25,3	0	27,0	15,0	21,0	0
2	31,0	16,2	23,6	0	24,0	16,4	20,2	0
3	32,0	16,0	24,0	0	26,0	11,4	18,7	0
4	32,0	16,4	24,2	21,8	28,0	15,0	21,5	0
5	32,0	17,0	24,5	0	30,0	15,8	22,9	0
6	26,2	15,2	20,7	0	31,0	15,6	23,3	0
7	28,0	16,2	22,1	0	34,0	18,2	26,1	0
8	30,8	17,4	24,1	0	29,0	18,6	23,8	0
9	32,2	17,8	25,0	0	26,0	19,2	22,6	39,6
10	28,0	17,8	22,9	0	25,0	18,2	21,6	38,8
11	28,0	17,0	22,5	9,6	23,0	15,8	19,4	14
12	27,2	16,8	22,0	0	29,0	16,2	22,6	0
13	28,8	17,0	22,9	5	32,0	21,4	26,7	0
14	28,0	18,0	23,0	5	34,0	19,6	26,8	0
15	25,0	15,2	20,1	0	30,0	20,0	25,0	24
16	28,0	19,2	23,6	0	28,2	21,2	24,6	31,2
17	31,2	14,0	22,6	0	22,2	20,2	21,2	0,5
18	32,0	20,8	26,4	2,4	28,0	19,6	23,8	0
19	29,8	20,2	25,0	6,5	26,2	16,2	21,2	0
20	30,0	18,6	24,3	0	28,2	15,8	22,0	0
21	30,8	19,8	25,3	0	30,0	18,6	24,3	0
22	28,0	18,6	23,3	0	31,2	20,0	25,6	0
23	32,2	19,4	25,8	0	30,2	18,6	24,4	0
24	30,0	20,0	25,0	1,8	30,2	17,8	24,0	16
25	34,0	19,2	26,6	1,6	23,0	17,2	20,1	1
26	30,0	18,8	24,4	0	22,0	12,8	17,4	0
27	32,0	18,8	25,4	1,4	26,2	12,6	19,4	0
28	26,0	19,2	22,6	28,4	28,2	13,0	20,6	0
29	27,2	19,6	23,4	0	28,2	14,6	21,4	0
30	29,0	15,0	22,0	0	28,2	15,0	21,6	23,5
31	30,0	19,0	24,5	0	28,4	14,2	21,3	0
Média	29,7	17,8	23,8	83,5	28,0	16,9	22,4	188,6
1/fev	32,0	18,2	25,1	32,3	25,0	17,2	21,1	0
2	32,0	13,8	22,9	0	30,4	16,0	23,2	0
3	32,4	13,6	23,0	0	24,0	16,0	20,0	12
4	31,2	20,4	25,8	0	29,0	16,2	22,6	0
5	32,2	19,0	25,6	0	34,2	17,4	25,8	0
6	32,0	19,0	25,5	0	30,0	18,0	24,0	0

Apêndice 1. Dados meteorológicos de Júlio de Castilhos, RS, anos agrícolas 1998/1999 e 1999/2000.

Dia/Mês	Temperatura °C			Prec. mm	Temperatura °C			Prec. mm
	T máx	T mín	T méd.		T máx	T mín	T méd	
7	29,0	19,0	24,0	25	28,2	15,0	21,6	0
8	21,0	16,0	18,5	0	28,0	15,2	21,6	0
9	23,2	15,8	19,5	0	27,0	14,6	20,8	13
10	26,2	13,8	20,0	0	31,4	14,2	22,8	0
11	28,6	15,8	22,2	0	34,0	16,0	25,0	0
12	29,2	13,6	21,4	0	29,0	17,2	23,1	0
13	29,0	14,0	21,5	31,4	28,4	14,0	21,2	0
14	28,2	14,0	21,1	0	25,0	13,0	19,0	10
15	29,4	15,0	22,2	0	26,0	12,0	19,0	0
16	29,2	12,0	20,6	9	28,6	12,2	20,4	0
17	28,0	14,8	21,4	0	20,0	11,0	15,5	0
18	28,0	15,4	21,7	0	23,4	13,6	18,5	0
19	28,4	16,2	22,3	0	29,2	16,4	22,8	0
20	30,0	18,0	24,0	5,2	28,4	14,2	21,3	0
21	30,0	17,0	23,5	0	28,8	11,2	20,0	0
22	29,0	17,4	23,2	0	27,4	16,6	22,0	9,6
23	29,0	17,8	23,4	0	27,2	12,8	20,0	0
24	29,2	18,2	23,7	2,2	29,0	17,2	23,1	0
25	28,6	17,2	22,9	0	27,0	17,8	22,4	0
26	28,2	17,8	23,0	0	26,0	16,4	21,2	0
27	28,4	18,2	23,3	0	30,2	19,4	24,8	44,2
28	30,4	20,0	25,2	0	22,6	17,4	20,0	0
29					30,0	15,6	22,8	4,5
Média	29,0	16,5	22,7	105,1	27,8	15,3	21,6	93,3
1/mar	32,0	17,8	24,9	0	27,0	14,0	20,5	0
2	32,0	19,6	25,8	0	29,0	18,0	23,5	0
3	31,0	22,0	26,5	5,8	30,0	16,2	23,1	0
4	31,2	18,8	25,0	0	28,0	17,0	22,5	48
5	32,0	20,4	26,2	0	29,4	16,8	23,1	0
6	32,0	20,2	26,1	0	30,0	17,0	23,5	1
7	32,0	20,0	26,0	0	28,0	17,4	22,7	0
8	33,0	19,6	26,3	0	28,0	14,0	21,0	0
9	33,0	19,8	26,4	0	30,0	11,6	20,8	0
10	33,0	18,8	25,9	1,1	30,4	13,8	22,1	0
11	32,8	18,2	25,5	0	27,0	16,2	21,6	0
12	32,4	14,6	23,5	0	30,2	14,2	22,2	0
13	33,0	14,2	23,6	0	28,0	14,0	21,0	0
14	29,0	15,0	22,0	0	29,0	16,2	22,6	0
15	30,0	15,2	22,6	0	31,0	17,2	24,1	0
16	30,2	16,8	23,5	0	30,2	17,4	23,8	10,5
17	31,8	17,6	24,7	0	26,2	17,0	21,6	0
18	32,4	18,2	25,3	0,8	24,2	14,2	19,2	0
19	32,0	20,0	26,0	0	24,0	11,4	17,7	0
20	32,0	19,0	25,5	7,5	28,4	14,0	21,2	0
21	32,0	20,0	26,0	0	24,2	15,6	19,9	7,7

Apêndice 1. Dados meteorológicos de Júlio de Castilhos, RS, anos agrícolas 1998/1999 e 1999/2000

Dia/Mês	Temperatura °C			Prec. mm	Temperatura °C			Prec. mm
	T máx	T mín	T méd.		T máx	T mín	T méd	
22	30,0	18,2	24,1	0	26,4	14,0	20,2	0
23	31,0	18,2	24,6	0	26,4	15,8	21,1	0
24	31,8	18,2	25,0	0	27,0	15,0	21,0	24
25	32,0	20,6	26,3	0	23,0	15,0	19,0	4,5
26	32,0	17,8	24,9	0	26,2	18,0	22,1	41,4
27	30,0	19,0	24,5	0	25,0	11,4	18,2	23
28	29,8	19,0	24,4	24,4	20,0	8,2	14,1	0
29	25,0	16,6	20,8	0	18,8	9,4	14,1	0
30	22,0	12,2	17,1	0	20,2	11,2	15,7	43
31	24,0	12,6	18,3	0	18,8	13,6	16,2	10
Média	30,9	18,0	24,4	39,6	26,6	14,7	20,6	213,1
1/abr	24,2	14,4	19,3	57,3	26,0	12,6	19,3	0
2	24,0	14,0	19,0	44,8	23,0	10,0	16,5	0
3	28,2	16,2	22,2	13	24,2	10,0	17,1	0
4	31,6	19,0	25,3	0	26,0	13,6	19,8	9,1
5	31,4	18,2	24,8	6,8	28,0	13,6	20,8	5
6	30,0	15,4	22,7	0	25,0	15,8	20,4	0
7	27,0	12,0	19,5	25	30,0	13,8	21,9	0
8	28,0	12,0	20,0	0	28,2	14,2	21,2	0
9	26,0	11,8	18,9	0	29,0	15,6	22,3	0
10	29,0	12,4	20,7	0	31,0	15,8	23,4	0
11	25,0	14,8	19,9	0	25,0	17,2	21,1	36
12	30,0	15,0	22,5	0	22,0	12,4	17,2	4,3
13	31,2	10,4	20,8	0	24,0	10,4	17,2	0
14	27,0	11,0	19,0	0	27,0	12,4	19,7	0
15	25,0	11,8	18,4	4,7	23,0	11,6	17,3	0
16	6,8	5,4	6,1	1,8	22,4	11,8	17,1	2,6
17	7,0	7,0	7,0	0	23,4	12,2	17,8	1,1
18	8,0	7,0	7,5	0	23,6	14,2	18,9	20,5
19	18,2	8,8	13,5	0	20,4	11,8	16,1	2,2
20	14,0	8,8	11,4	0	22,2	11,6	16,9	0
21	24,4	12,8	18,6	0	24,2	11,2	17,7	0
22	26,7	9,6	18,2	0	18,0	10,8	14,4	0
23	29,0	9,4	19,2	0	22,4	10,0	16,2	0
24	28,4	16,2	22,3	0	23,0	9,0	16,0	0
25	28,4	19,8	24,1	0	24,4	13,0	18,7	0
26	29,0	12,6	20,8	0	25,8	14,6	20,2	0
27	29,4	12,8	21,1	11,6	26,8	15,0	20,9	4,3
28	26,0	13,2	19,6	10,8	23,6	17,0	20,3	63,5
29	27,0	13,2	20,1	0	28,0	12,0	20,0	0
30	23,0	10,2	16,6	0	26,2	15,0	20,6	9,4
Média	24,8	12,5	18,6	175,8	24,9	12,9	18,9	158

T máx, T mín e T méd = Temperatura máxima, mínima, e média

Prec. = Precipitação em milímetros

OBS: em negrito está o período de enchimento de grãos

Apêndice 2. Dados meteorológicos de São Borja,RS, anos agrícolas de 1998/1999 e 1999/2000.

Dia/Mês	Temperatura °C			Prec. mm	Temperatura °C			Prec. mm
	T máx	T mín	T média		T máx	T mín	T média	
1/out	25,8	10,0	17,9	0	20,4	15,0	17,7	31,9
2	28,0	13,0	20,5	0	17,0	10,0	13,5	0
3	29,0	17,0	23,0	0	16,0	5,4	10,7	0
4	31,2	17,8	24,5	60	16,8	3,6	10,2	0
5	22,2	15,0	18,6	0	18,8	6,0	12,4	1,2
6	21,0	11,0	16,0	0	25,6	14,6	20,1	6,3
7	25,2	9,6	17,4	0	22,0	16,4	19,2	17,6
8	28,1	11,9	20,0	0	20,0	13,6	16,8	0
9	29,2	16,0	22,6	0	22,0	11,0	16,5	0
10	22,8	16,8	19,8	18	27,0	12,0	19,5	0
11	26,0	16,8	21,4	0	26,0	15,0	20,5	0
12	29,0	16,8	22,9	0	25,0	19,0	22,0	25,7
13	29,8	16,8	23,3	0	29,0	18,4	23,7	27,4
14	27,0	17,0	22,0	0	23,2	19,0	21,1	40
15	27,2	18,0	22,6	11	28,2	17,0	22,6	8,7
16	21,2	19,0	20,1	1,3	23,8	16,8	20,3	0
17	26,0	14,0	20,0	0	26,0	13,0	19,5	0
18	26,2	13,8	20,0	0	29,0	13,8	21,4	0
19	29,0	13,8	21,4	0	30,0	16,0	23,0	0
20	30,8	17,0	23,9	0	31,0	16,4	23,7	0
21	31,2	17,2	24,2	0	30,6	16,0	23,3	0
22	34,8	17,0	25,9	0	29,0	15,2	22,1	0
23	26,6	22,6	24,6	7,5	29,0	14,0	21,5	0
24	22,0	11,8	16,9	7,7	24,0	17,2	20,6	0
25	21,0	15,0	18,0	10	24,6	18,0	21,3	1,6
26	20,8	15,0	17,9	1	24,2	18,0	21,1	0
27	28,6	14,6	21,6	0	29,8	17,4	23,6	0
28	30,8	14,8	22,8	0	31,0	18,2	24,6	0
29	30,0	17,6	23,8	0	34,2	20,2	27,2	0
30	29,0	14,2	21,6	0	33,8	19,6	26,7	0
31	28,2	15,0	21,6	0	31,0	20,2	25,6	0
Média	27,0	15,4	21,2	116,5	25,7	15,0	20,4	160,4
1/nov	26,2	14,0	20,1	0	27,2	18,6	22,9	13,1
2	27,6	12,0	19,8	0	25,0	16,0	20,5	2,2
3	27,0	12,2	19,6	0	26,8	13,8	20,3	46,5
4	29,4	15,0	22,2	0	20,0	14,4	17,2	9,2
5	31,2	15,2	23,2	0	22,8	12,8	17,8	0
6	32,8	18,0	25,4	33,3	28,2	12,6	20,4	0
7	26,6	17,2	21,9	0	29,8	15,8	22,8	0
8	27,2	17,8	22,5	0	19,4	15,0	17,2	3
9	28,8	15,0	21,9	0	20,8	9,0	14,9	0
10	27,6	16,2	21,9	0	22,8	8,0	15,4	0
11	29,6	15,0	22,3	0	28,2	11,2	19,7	0
12	30,0	16,0	23,0	0	28,4	18,2	23,3	2

Apêndice 2. Dados meteorológicos de São Borja, RS, anos agrícolas de 1998/1999 e 1999/2000.

Dia/Mês	Temperatura °C			Prec. mm	Temperatura °C			Prec. mm
	T máx	T mín	T média		T máx	T mín	T média	
13	33,2	20,0	26,6	0	29,8	18,4	24,1	0
14	34,2	20,2	27,2	0	29,2	15,8	22,5	0
15	33,8	22,8	28,3	0	32,0	17,2	24,6	0
16	31,2	21,8	26,5	19,8	32,2	18,4	25,3	0
17	23,8	19,0	21,4	0	33,0	17,8	25,4	0
18	22,0	12,0	17,0	0	33,6	18,8	26,2	0
19	27,0	13,8	20,4	0	32,8	19,4	26,1	5,6
20	31,8	14,2	23,0	0	31,6	17,0	24,3	0
21	32,0	16,0	24,0	0	31,0	16,8	23,9	0
22	32,8	17,2	25,0	0	31,0	16,8	23,9	0
23	35,2	19,6	27,4	0	28,8	14,0	21,4	0
24	25,0	24,2	24,6	3	30,0	16,0	23,0	0
25	25,8	19,0	22,4	0	31,0	17,2	24,1	0
26	28,0	14,0	21,0	0	30,0	17,8	23,9	0
27	33,0	14,6	23,8	0	30,2	16,2	23,2	0
28	34,0	16,2	25,1	0	32,0	17,8	24,9	0
29	32,2	18,0	25,1	0	34,0	16,8	25,4	0
30	32,0	17,0	24,5	0	38,2	20,2	29,2	0
Média	29,7	16,8	23,2	56,1	29,0	15,9	22,5	81,6
1/dez	32,0	18,8	25,4	0	36,0	23,2	29,6	0
2	34,0	17,0	25,5	0	28,2	22,0	25,1	0
3	35,0	20,2	27,6	0	31,0	16,6	23,8	0
4	35,4	23,2	29,3	2,3	34,0	19,0	26,5	0
5	31,8	21,0	26,4	0	34,6	20,0	27,3	5
6	29,6	18,0	23,8	0	26,2	13,8	20,0	0
7	32,8	17,0	24,9	0	30,0	15,2	22,6	9
8	35,0	20,8	27,9	0	31,8	17,0	24,4	0
9	34,8	22,2	28,5	0	32,6	19,2	25,9	0
10	32,6	21,0	26,8	0	33,0	21,0	27,0	1,5
11	32,8	21,2	27,0	0	32,2	19,8	26,0	51
12	33,0	20,0	26,5	0	28,2	20,2	24,2	36,6
13	34,0	20,2	27,1	1,2	29,6	20,8	25,2	0
14	32,0	21,8	26,9	0	30,8	18,2	24,5	0
15	30,0	17,8	23,9	0	32,0	19,2	25,6	0
16	32,2	15,2	23,7	0	35,0	18,6	26,8	0
17	35,2	15,2	25,2	0	35,2	21,0	28,1	0
18	34,6	23,2	28,9	0	37,2	20,8	29,0	0
19	29,8	21,0	25,4	0	35,0	21,8	28,4	0
20	33,6	21,0	27,3	0	35,0	19,8	27,4	0
21	34,2	22,0	28,1	0	36,0	20,0	28,0	3,8
22	34,8	21,0	27,9	0	35,0	18,8	26,9	0
23	37,2	24,8	31,0	0	32,8	17,2	25,0	0
24	38,2	25,2	31,7	0	37,0	19,2	28,1	0
25	34,0	22,2	28,1	0	37,8	23,0	30,4	0
26	35,2	21,2	28,2	0	38,2	22,4	30,3	0

Apêndice 2. Dados meteorológicos de São Borja, RS, anos agrícolas de 1998/1999 e 1999/2000.

Dia/Mês	Temperatura °C			Prec. mm	Temperatura °C			Prec. mm
	T máx	T mín	T média		T máx	T mín	T média	
27	37,0	20,8	28,9	3,1	37,0	26,2	31,6	6,5
28	35,8	23,6	29,7	1,5	37,0	24,2	30,6	21
29	30,8	21,0	25,9	0	26,0	21,6	23,8	14,4
30	32,8	18,2	25,5	0	32,0	21,2	26,6	16,9
31	33,4	20,2	26,8	0	30,0	19,6	24,8	0
Média	33,7	20,5	27,1	8,1	33,1	20,0	26,6	165,7
1/jan	32,0	18,8	25,4	0	30,6	17,8	24,2	0
2	34,0	17,0	25,5	0	32,0	17,8	24,9	0
3	35,0	20,2	27,6	0	31,4	20,0	25,7	0
4	35,4	23,2	29,3	2,3	31,0	16,6	23,8	0
5	31,8	21,0	26,4	0	35,0	20,2	27,6	0
6	29,6	18,0	23,8	0	38,0	21,8	29,9	0
7	32,8	17,0	24,9	0	37,8	21,6	29,7	0
8	35,0	20,8	27,9	0	38,8	23,4	31,1	0
9	34,8	22,2	28,5	0	37,0	23,0	30,0	0
10	32,6	21,0	26,8	0	36,7	21,6	29,2	0
11	32,8	21,2	27,0	0	35,4	22,4	28,9	0
12	33,0	20,0	26,5	0	29,0	19,4	24,2	0
13	34,0	20,2	27,1	1,2	32,4	22,6	27,5	0
14	32,0	21,8	26,9	0	30,4	22,6	26,5	0
15	30,0	17,8	23,9	0	31,0	23,6	27,3	0
16	32,2	15,2	23,7	0	31,4	26,0	28,7	0
17	35,2	15,2	25,2	0	30,6	23,0	26,8	0
18	34,6	23,2	28,9	0	31,4	23,8	27,6	0
19	29,8	21,0	25,4	0	31,2	21,2	26,2	0
20	33,6	21,0	27,3	0	34,0	18,0	26,0	0
21	34,2	22,0	28,1	0	37,2	21,0	29,1	0
22	34,8	21,0	27,9	0	30,0	23,2	26,6	0
23	37,2	24,8	31,0	0	31,8	22,2	27,0	0
24	38,2	25,2	31,7	0	33,6	21,4	27,5	0
25	34,0	22,2	28,1	0	32,0	21,8	26,9	0
26	35,2	21,2	28,2	0	30,4	17,4	23,9	0
27	37,0	20,8	28,9	3,1	30,8	16,6	23,7	0
28	25,8	23,6	24,7	1,5	33,4	17,8	25,6	0
29	30,8	21,0	25,9	0	35,6	22,0	28,8	0
30	32,8	18,2	25,5	0	28,0	24,4	26,2	0
31	33,4	20,2	26,8	0	27,8	21,4	24,6	0
Média	33,3	20,5	26,9	8,1	32,8	21,1	27,0	0
1/fev	35,2	19,0	27,1	48	31,4	20,0	25,7	0
2	29,0	16,0	22,5	0	34,4	20,0	27,2	10
3	35,6	16,4	26,0	0	25,4	22,2	23,8	5,4
4	27,0	24,2	25,6	1	31,8	18,8	25,3	0
5	33,0	22,0	27,5	0	32,0	19,0	25,5	0
6	35,6	23,2	29,4	0	35,0	20,6	27,8	0
7	30,8	26,4	28,6	1,4	35,0	19,6	27,3	0

Apêndice 2. Dados meteorológicos de São Borja, RS, anos agrícolas de 1998/1999 e 1999/2000

Dia/Mês	Temperatura °C			Prec. mm	Temperatura °C			Prec. mm
	T máx	T mín	T média		T máx	T mín	T média	
8	27,4	18,0	22,7	0	34,6	21,8	28,2	17,8
9	28,2	16,4	22,3	0	35,6	23,0	29,3	5,2
10	29,6	17,0	23,3	0	32,6	18,8	25,7	0
11	32,0	17,8	24,9	0	34,0	20,6	27,3	0
12	34,2	19,0	26,6	69,5	38,0	22,0	30,0	0
13	27,6	18,8	23,2	85,1	29,4	22,2	25,8	0
14	30,2	18,2	24,2	0	27,2	21,2	24,2	0
15	32,2	19,4	25,8	11,3	29,4	17,0	23,2	0
16	26,8	19,8	23,3	2	29,2	15,2	22,2	0
17	29,8	19,2	24,5	0	30,8	15,8	23,3	0
18	32,2	20,4	26,3	0	32,6	16,8	24,7	0
19	32,0	20,4	26,2	0	34,0	18,6	26,3	0
20	32,0	18,4	25,2	0	34,2	20,0	27,1	0
21	33,0	22,0	27,5	0	34,2	21,2	27,7	0
22	33,0	20,6	26,8	0	33,8	20,6	27,2	0
23	32,2	22,2	27,2	0	36,0	18,0	27,0	0
24	34,0	21,4	27,7	0	36,2	20,2	28,2	0
25	33,4	20,2	26,8	0	27,0	23,8	25,4	0
26	32,2	20,0	26,1	0	29,2	22,8	26,0	0
27	32,8	20,2	26,5	0	38,6	25,0	31,8	28
28	33,0	21,0	27,0	0	24,2	19,6	21,9	1,4
29					30,0	16,2	23,1	0
Média	31,6	19,9	25,7	218,3	32,3	20,0	26,1	67,8
1/mar	35,2			0	30,0	16,6	23,3	0
2	34,6			0	34,2	21,0	27,6	0
3	31,8			0	30,2	22,6	26,4	46,7
4	34,2			0	30,2	20,0	25,1	0
5	35,2			0	32,4	22,4	27,4	17,6
6	35,8			0	32,0	21,0	26,5	0
7	36,2			0	29,8	19,8	24,8	0
8	36,6			0	29,2	16,2	22,7	0
9	33,0			20	31,6	16,8	24,2	0
10	32,2			0	32,0	19,6	25,8	0
11	28,8			0	31,8	19,2	25,5	0
12	30,0			0	30,8	17,4	24,1	0
13	31,8			29	30,0	17,0	23,5	0
14	32,0			0	31,4	18,0	24,7	0
15	31,6			0	34,0	19,0	26,5	0
16	34,0			0	33,8	21,2	27,5	0
17	30,8			0	30,0	19,4	24,7	0
18	32,0			0	28,0	17,0	22,5	0
19	34,0			4,6	28,8	12,8	20,8	0
20	28,2			0	34,2	15,8	25,0	0
21	29,2			0	27,8	21,0	24,4	26,8
22	33,0			0	29,8	17,6	23,7	0

Apêndice 2. Dados meteorológicos de São Borja, RS, anos agrícolas de 1998/1999 e 1999/2000

Dia/Mês	Temperatura °C			Prec. mm	Temperatura °C			Prec. mm
	T máx	T mín	T média		T máx	T mín	T média	
23	32,0			0	33,0	20,0	26,5	16,2
24	33,2			0	28,5	20,0	24,3	2,7
25	35,0			0	29,2	15,0	22,1	80
26	31,6			12,6	31,0	17,6	24,3	49
27	33,0			0	21,2	19,0	20,1	0
28	35,0			23,5	22,0	12,8	17,4	0
29	21,8			0	24,2	10,2	17,2	0
30	27,0			0	28,8	12,6	20,7	26,8
31	28,4			80	23,8	17,0	20,4	16,6
Média				169,7	29,8	17,9	23,9	282,4
1/abr	21,2			11,1	25,2	18,8	22,0	3,2
2	22,6			32	26,0	15,0	20,5	0
3	28,4			0	28,2	15,0	21,6	42,6
4	31,0			8,8	25,4	18,2	21,8	7,2
5	27,0			3,8	32,0	19,2	25,6	0
6	23,8			22,3	31,8	21,6	26,7	0
7	24,0			3	33,0	21,0	27,0	0
8	22,0			0	34,2	20,8	27,5	0
9	26,0			0	35,0	22,0	28,5	0
10	21,2			58	34,4	21,2	27,8	0
11	23,2			20,2	27,0	22,0	24,5	13,2
12	23,8			0	22,0	18,2	20,1	0
13	24,0			0	25,2	11,6	18,4	0
14	27,2			2	27,0	11,6	19,3	0
15	22,8			0	26,4	17,2	21,8	0
16	19,2			0	23,2	19,6	21,4	23,4
17	17,2			0	21,0	17,8	19,4	21,8
18	20,2	4,6	12,4	0	23,0	18,4	20,7	2
19	22,4	6,2	14,3	0	19,0	14,0	16,5	1
20	24,4	9,8	17,1	0	22,0	15,2	18,6	0
21	26,6	10,0	18,3	0	23,0	11,0	17,0	0
22	29,2	11,8	20,5	0	25,0	10,4	17,7	0
23	32,4	14,2	23,3	0	27,0	11,2	19,1	0
24	32,2	18,0	25,1	0	28,2	13,0	20,6	0
25	29,8	19,8	24,8	0	28,2	15,6	21,9	0
26	29,2	18,0	23,6	0	31,8	18,8	25,3	0
27	27,2	17,2	22,2	17,3	29,8	18,0	23,9	1,7
28	23,0	16,8	19,9	0	26,0	20,6	23,3	0
29	23,4	12,4	17,9	0	30,0	18,0	24,0	0
30	24,2	11,2	17,7	0	31,2	19,8	25,5	2
Média				178,5	27,4	17,2	22,3	118,1

T máx, T mín e T méd = Temperatura máxima, mínima, e média

Prec. = Precipitação em milímetros

OBS: em negrito está o período de enchimento de grãos

Apêndice 3. Dados meteorológicos de Passo Fundo, RS, anos agrícolas de 1998/1999 e 1999/2000.

Dia/Mês	Temperatura °C			Prec. mm	Temperatura °C			Prec. mm
	T máx	T mín	T média		T máx	T mín	T média	
1/out	24,2	13,8	17,7	0,0	18,8	10,2	13,0	29,0
2	25,1	12,5	18,3	0,0	11,1	7,8	8,8	29,2
3	19,6	14,4	15,7	14,4	13,0	3,9	7,4	0,0
4	28,2	13,8	19,0	0,6	14,9	3,4	8,3	0,0
5	17,4	15,0	15,7	26,6	18,2	6,6	12,6	0,0
6	17,1	11,3	14,0	0,1	18,8	11,3	15,3	1,6
7	24,6	12,3	17,5	0,0	14,4	13,4	14,0	3,2
8	21,2	12,7	16,2	0,0	17,4	12,4	13,5	53,0
9	25,1	12,2	17,5	0,1	17,5	9,8	12,7	0,0
10	27,6	13,7	18,5	0,0	23,0	8,4	15,7	0,0
11	21,2	15,4	17,5	12,6	22,4	12,3	16,6	0,0
12	25,8	14,8	19,8	0,0	16,3	12,6	14,6	0,4
13	28,3	15,8	20,8	0,0	20,8	13,3	17,4	11,6
14	27,8	15,7	20,4	0,0	18,2	15,4	16,2	2,8
15	28,6	17,0	21,5	0,0	18,8	15,2	17,3	16,4
16	21,0	14,5	16,4	1,1	20,8	16,0	17,2	27,2
17	21,0	13,8	16,1	15,8	22,4	13,0	16,5	0,9
18	22,8	10,4	15,8	0,3	23,8	9,5	17,0	0,0
19	27,0	11,3	18,8	0,0	25,4	12,5	18,1	0,0
20	25,8	12,2	18,6	0,0	26,2	12,5	18,5	0,0
21	26,8	12,8	19,9	0,0	25,6	12,6	18,5	0,0
22	30,8	16,0	22,8	0,0	24,6	12,3	17,4	0,0
23	28,4	15,0	19,4	0,0	26,4	13,8	19,2	0,0
24	19,5	11,1	14,4	10,6	24,6	13,5	18,9	0,0
25	15,6	12,2	13,5	7,0	19,4	13,4	16,1	1,4
26	21,6	13,4	17,2	23,8	21,4	14,8	17,0	0,1
27	21,5	15,5	17,4	3,8	24,6	13,7	18,6	0,3
28	28,0	12,0	20,5	2,1	28,4	14,9	21,7	0,0
29	26,6	16,7	19,9	0,0	30,8	17,1	22,9	0,0
30	27,9	13,3	20,1	0,0	28,2	17,0	21,7	0,0
31	25,4	15,6	18,6	0,0	25,6	14,8	19,4	0,0
Média	24,2	13,7	18,0	118,9	21,3	12,2	16,2	177,1
1/nov	24,2	9,9	16,0	0,0	24,7	14,9	19,7	0,0
2	26,6	11,5	18,5	0,0	20,2	14,8	16,8	9,2
3	18,3	13,4	15,0	0,0	27,2	15,9	20,8	21,0
4	24,4	11,6	17,2	10,0	24,5	13,0	17,5	0,0
5	26,6	13,4	19,9	0,2	17,6	11,5	14,3	42,4
6	30,0	15,0	22,2	0,0	24,2	9,4	17,1	0,2
7	22,6	16,7	18,9	7,8	26,2	11,8	19,2	0,0
8	25,6	15,4	18,6	2,0	20,5	11,0	13,7	0,0
9	26,4	13,4	18,9	0,0	18,0	8,3	12,2	2,1
10	23,8	13,2	17,5	0,0	20,5	5,2	13,1	0,0
11	25,0	12,3	18,2	29,1	24,1	9,9	17,1	0,0
12	27,4	12,7	20,0	0,0	29,6	14,7	19,3	0,0

Apêndice 3. Dados meteorológicos de Passo Fundo,RS, anos agrícolas de 1998/1999 e 1999/2000.

Dia/Mês	Temperatura °C			Prec. mm	Temperatura °C			Prec. mm
	T máx	T mín	T média		T máx	T mín	T média	
13	28,6	14,9	21,0	0,0	21,2	15,8	17,3	3,2
14	29,6	15,2	22,6	0,0	25,7	12,4	19,1	27,2
15	30,0	16,2	22,5	0,0	26,0	14,3	19,4	0,0
16	30,6	16,3	23,7	0,0	25,8	13,3	19,2	0,0
17	27,4	16,2	19,3	13,9	26,8	12,9	19,3	0,0
18	18,0	12,7	14,0	2,4	28,4	13,0	20,4	0,0
19	26,4	8,7	17,9	0,0	30,0	14,2	19,9	0,0
20	28,8	14,4	21,3	0,0	27,6	16,6	20,6	3,3
21	30,5	14,6	22,7	0,0	26,8	13,2	20,2	3,7
22	30,2	16,5	23,1	0,0	26,0	14,9	19,6	0,0
23	31,0	16,5	22,8	0,0	25,2	14,2	19,3	0,0
24	29,8	17,3	21,1	0,0	23,5	11,4	18,1	0,0
25	26,0	17,2	20,6	3,1	25,8	14,4	20,1	4,4
26	25,5	13,5	18,7	0,0	22,6	16,5	18,4	0,0
27	30,2	13,0	22,1	0,0	25,6	13,3	19,0	1,9
28	32,4	16,8	24,9	0,0	26,8	12,4	19,1	0,0
29	29,6	17,0	22,6	0,0	30,0	14,0	22,1	0,0
30	28,2	15,5	21,2	0,0	31,8	16,2	23,6	0,0
Média	27,1	14,4	20,1	68,5	25,1	13,1	18,5	118,6
1/dez	31,7	15,2	23,3	0,0	31,2	15,4	23,3	0,0
2	33,4	17,2	25,5	0,0	30,8	18,0	21,8	0,0
3	29,8	21,5	23,7	0,0	23,6	18,2	20,1	18,4
4	25,5	19,8	21,7	0,3	27,8	15,6	21,8	11,0
5	28,4	16,7	21,6	0,6	31,8	17,4	22,6	0,0
6	26,4	14,9	19,1	0,0	19,0	13,6	15,0	26,8
7	29,8	13,5	21,9	0,0	25,3	12,6	19,0	0,0
8	32,6	17,2	25,4	0,0	25,6	14,2	18,8	32,4
9	26,4	16,8	20,8	3,1	27,6	16,6	20,6	0,0
10	20,2	15,8	18,0	2,1	25,5	18,0	20,7	0,0
11	24,3	17,9	19,7	47,9	28,6	16,1	22,0	0,0
12	25,8	16,1	21,3	0,0	24,6	17,0	19,7	0,0
13	31,2	17,7	24,6	0,0	26,6	15,7	20,4	26,2
14	31,6	20,6	23,9	0,0	25,0	17,3	19,8	9,8
15	31,4	19,0	23,3	1,4	26,2	16,4	21,1	0,0
16	26,8	17,5	20,6	0,0	28,2	14,2	21,0	0,0
17	18,2	13,2	14,7	24,0	29,8	14,8	22,0	0,0
18	22,0	12,0	16,7	2,0	31,9	17,5	24,9	0,0
19	25,8	11,0	18,8	0,0	32,6	18,9	24,1	0,0
20	29,9	14,0	22,0	0,0	30,0	19,5	23,1	0,2
21	23,4	18,0	19,2	1,4	33,2	16,0	23,1	0,0
22	20,8	15,0	16,4	15,3	28,1	18,0	22,2	0,7
23	24,2	9,7	17,3	0,0	28,4	15,4	21,3	0,0
24	27,4	14,5	21,1	0,0	30,0	16,8	23,7	0,0
25	29,8	15,6	22,6	0,0	31,0	16,5	23,3	0,0
26	30,2	18,0	23,1	0,0	32,8	18,2	25,4	0,0

Apêndice 3. Dados meteorológicos de Passo Fundo, RS, anos agrícolas de 1998/1999 e 1999/2000.

Dia/Mês	Temperatura °C			Prec. mm	Temperatura °C			Prec. mm
	T máx	T mín	T média		T máx	T mín	T média	
27	31,2	18,4	23,3	22,4	34,2	21,4	26,8	0,0
28	30,0	18,6	22,1	0,0	34,4	19,9	26,3	0,0
29	25,4	17,7	20,3	1,9	31,8	20,6	23,4	0,0
30	24,9	14,4	19,9	0,1	28,7	19,7	23,3	5,6
31	27,8	15,5	22,1	0,0	22,8	16,6	19,2	0,0
Média	27,3	16,2	21,1	122,5	28,6	17,0	21,9	131,1
1/jan	25,9	16,2	20,5	0,0	24,8	16,0	19,3	0,0
2	29,4	15,0	22,5	0,0	27,8	15,8	20,8	0,0
3	31,8	16,8	24,2	0,0	26,2	12,5	18,5	0,0
4	26,6	19,6	21,0	0,0	29,8	14,0	21,7	0,0
5	27,0	16,2	21,2	0,1	31,8	16,9	24,1	0,0
6	26,7	15,8	20,1	0,0	30,0	18,5	24,0	1,0
7	28,8	15,1	21,4	0,0	32,7	18,1	25,1	0,0
8	28,9	16,9	22,8	0,0	32,8	18,8	24,2	0,0
9	32,0	16,9	24,2	0,0	32,4	18,4	24,2	0,0
10	31,2	18,0	23,6	0,0	32,3	20,3	24,2	3,0
11	27,2	17,5	21,1	0,0	25,5	18,2	21,1	21,9
12	28,5	17,4	21,8	41,3	29,3	16,0	22,9	6,3
13	29,2	17,2	21,1	0,0	28,6	20,6	23,8	0,0
14	26,4	17,8	20,3	9,4	30,3	19,1	24,7	0,0
15	25,0	16,0	19,3	7,1	27,1	20,4	22,5	23,2
16	27,9	14,2	21,4	0,0	27,4	20,2	22,8	24,4
17	30,9	18,1	24,4	0,0	26,7	20,7	23,2	17,0
18	31,6	19,7	23,3	0,0	27,2	20,8	22,2	16,0
19	25,2	19,2	21,2	5,3	28,0	17,6	21,9	0,0
20	25,2	18,0	20,9	0,5	30,5	17,7	23,7	0,0
21	27,2	18,3	22,3	1,2	31,3	18,5	24,9	0,0
22	30,1	18,8	23,2	7,1	30,4	19,4	25,0	0,0
23	30,6	18,9	24,3	0,6	27,9	20,1	22,9	0,0
24	31,7	19,4	25,5	0,0	30,0	18,9	23,7	0,0
25	31,1	20,5	23,5	0,0	24,2	17,5	19,7	22,8
26	29,4	19,0	23,3	39,8	23,8	9,6	17,3	0,0
27	30,3	19,2	23,7	0,0	25,6	12,4	19,1	0,0
28	24,6	18,9	20,7	0,0	28,1	15,0	21,0	0,0
29	26,0	19,3	21,8	12,9	28,8	16,2	22,7	0,0
30	26,2	15,8	20,7	0,0	28,8	18,3	23,6	0,0
31	29,1	17,0	22,9	0,0	24,2	17,5	19,9	8
Média	28,4	17,6	22,2	125,3	28,5	17,5	22,4	143,6
1/fev	28,8	18,4	23,4	0,0	25,1	18,6	21,2	4,8
2	24,4	13,6	18,3	32,2	28,1	18,5	22,6	0,9
3	30,0	9,6	22,1	0,0	22,9	19,2	20,2	0,0
4	30,0	19,9	24,3	0,0	26,2	17,4	20,4	17,7
5	30,5	20,9	23,8	0,0	27,8	16,4	21,5	0,0
6	30,2	19,7	23,9	9,2	29,0	17,2	22,8	0,0
7	29,0	20,5	23,2	0,0	28,8	18,4	23,0	0,0

Apêndice 3. Dados meteorológicos de Passo Fundo, RS, anos agrícolas de 1998/1999 e 1999/2000

Dia/Mês	Temperatura °C			Prec. mm	Temperatura °C			Prec. mm
	T máx	T mín	T média		T máx	T mín	T média	
8	20,8	17,6	18,4	2,9	29,6	17,4	23,0	0,0
9	21,8	16,6	18,1	4,3	29,6	16,7	22,1	0,0
10	25,8	15,6	20,2	0,0	29,7	17,2	23,7	0,0
11	26,8	14,3	20,5	0,0	31,2	18,5	24,3	0,0
12	28,6	15,0	21,4	0,0	32,4	19,0	25,4	0,0
13	25,4	18,2	20,2	0,0	31,4	20,3	24,3	0,0
14	26,2	17,2	20,8	19,7	26,2	18,8	20,9	2,8
15	29,8	16,4	22,4	0,0	20,4	17,4	18,3	0,0
16	22,8	18,8	20,1	0,0	23,8	13,5	18,1	2,7
17	25,8	17,4	20,8	30,5	24,0	11,9	18,0	0,0
18	27,2	15,0	20,2	0,2	26,5	12,2	19,7	0,0
19	21,6	15,3	21,7	0,0	25,4	13,5	19,2	0,0
20	26,2	17,9	21,1	0,0	29,0	14,5	21,9	0,0
21	28,8	17,6	21,8	0,0	23,4	18,0	19,3	6,4
22	28,4	17,8	22,6	0,0	25,8	17,0	20,4	11,9
23	27,6	18,2	22,2	0,0	28,8	15,8	22,2	10,7
24	28,6	18,5	21,9	0,7	29,2	16,6	22,4	0,0
25	28,4	16,6	22,0	1,0	27,4	17,5	22,0	0,0
26	28,5	17,3	21,7	0,0	28,8	19,6	22,7	0,0
27	28,0	17,5	22,1	0,0	30,6	19,0	23,8	12,4
28	29,6	17,0	22,9	13,7	23,5	19,6	20,8	0,0
29					19,6	17,5	18,3	35,4
Média	27,1	17,1	21,5	114,4	27,0	17,1	21,5	105,7
1/mar	30,7	18,0	23,0	0,0	26,4	16,3	20,5	3,9
2	31,0	19,4	23,4	0,0	29,0	19,0	22,9	0,0
3	30,6	19,9	23,3	0,0	28,8	18,4	21,3	0,0
4	29,4	19,7	24,2	13,2	27,2	18,5	21,5	16,2
5	30,0	19,0	23,6	0,0	29,2	19,4	22,5	3,2
6	30,2	18,4	23,9	0,0	22,5	19,0	20,1	107,4
7	30,4	18,5	23,9	0,0	24,8	16,0	19,3	29,2
8	30,4	19,3	23,2	0,0	24,2	12,6	17,8	0,0
9	28,1	19,4	22,5	0,0	25,0	13,8	18,5	0,0
10	28,4	18,4	22,6	4,0	26,4	14,2	19,4	0,0
11	24,6	17,4	19,6	0,0	26,8	14,9	19,7	0,0
12	25,5	14,4	19,3	0,2	26,4	15,5	19,1	0,0
13	28,0	14,3	20,6	0,0	26,6	15,2	20,4	4,6
14	26,4	15,2	20,0	0,0	28,6	16,4	21,8	0,0
15	27,0	16,9	21,0	0,1	28,6	16,4	22,4	0,0
16	30,0	16,7	22,8	0,0	28,1	17,3	21,1	0,0
17	30,2	16,5	22,4	0,0	28,1	19,3	22,4	0,0
18	30,4	17,5	23,6	0,0	29,3	15,9	18,9	0,0
19	31,2	18,1	23,9	0,0	25,7	11,3	18,2	0,0
20	29,0	18,2	22,0	0,0	28,6	15,5	21,2	0,0
21	26,5	19,6	21,7	6,0	27,9	15,9	19,9	0,0
22	30,5	18,5	21,9	0,0	26,8	17,5	20,8	1,7

Apêndice 3. Dados meteorológicos de Passo Fundo, RS, anos agrícolas de 1998/1999 e 1999/2000

Dia/Mês	Temperatura °C			Prec. mm	Temperatura °C			Prec. mm
	T máx	T mín	T média		T máx	T mín	T média	
23	29,6	17,7	22,3	15,8	29,0	17,0	22,0	0,0
24	29,6	18,7	23,2	0,0	22,2	15,8	19,2	2,0
25	29,7	18,6	23,3	0,0	25,4	13,8	18,1	25,0
26	30,6	18,3	23,4	0,0	28,6	15,1	21,4	0,0
27	30,2	20,1	24,1	0,0	24,8	16,4	18,1	45,1
28	32,4	20,3	23,7	0,0	19,2	12,2	13,8	28,8
29	21,0	17,9	19,0	21,8	20,0	10,0	14,8	0,1
30	24,8	15,6	18,8	4,3	24,4	15,0	19,1	0,1
31	22,6	15,2	18,7	0,0	20,6	15,2	17,5	0,1
Média	28,7	17,9	22,2	65,4	26,1	15,8	19,8	267,4
1/abr	22,0	16,5	18,2	1,0	25,5	14,8	18,4	0,0
2	29,6	17,0	21,0	19,0	23,4	12,5	16,5	0,0
3	28,0	18,5	21,5	20,3	25,5	13,2	18,3	0,0
4	30,0	19,4	22,6	0,0	22,1	14,0	17,1	0,0
5	28,8	18,4	21,8	2,7	25,9	15,7	19,8	0,3
6	21,2	17,6	18,5	3,2	26,4	16,2	20,6	9,2
7	17,6	13,6	15,4	3,9	28,4	16,1	21,4	0,0
8	21,6	13,7	16,3	22,8	29,5	16,0	22,6	0,0
9	21,8	14,4	17,1	0,0	31,2	18,8	24,1	0,0
10	22,6	15,0	18,4	0,0	30,2	18,4	23,2	0,0
11	18,4	15,6	16,7	15,8	28,6	17,4	21,2	0,0
12	19,3	16,5	17,1	14,4	20,5	14,2	16,1	17,8
13	22,4	13,5	16,4	9,8	20,2	12,3	14,9	13,5
14	24,2	12,4	18,1	0,0	24,6	10,9	16,7	0,1
15	19,0	16,0	16,8	25,9	28,5	12,4	19,1	0,0
16	16,0	4,5	8,3	14,3	27,8	15,0	19,7	0,0
17	11,8	2,7	6,2	15,5	18,4	16,6	17,3	10,4
18	15,4	3,2	9,9	0,0	24,0	16,4	19,0	16,8
19	18,4	8,5	12,4	0,0	19,4	13,4	15,0	1,8
20	21,2	7,0	13,9	0,1	16,9	12,8	13,6	2,1
21	25,5	9,7	16,4	0,0	19,4	12,4	14,3	0,9
22	27,8	13,2	19,5	0,0	19,4	9,1	12,8	0,2
23	28,2	15,4	20,9	0,0	25,2	9,2	16,2	0,0
24	28,0	16,8	20,7	0,0	26,3	12,0	18,1	0,0
25	26,2	15,0	18,4	0,0	26,4	11,6	17,8	0,0
26	25,2	14,5	18,9	0,0	27,0	14,2	19,5	0,8
27	26,2	13,8	19,1	0,0	27,8	14,6	20,4	0,0
28	19,2	14,2	15,8	16,9	22,8	16,6	18,1	0,0
29	22,1	15,4	17,7	2,6	27,0	15,0	20,3	2,2
30	23,4	11,3	16,4	0,1	27,4	16,4	20,9	0,0
Média	22,7	13,4	17,0	188,3	24,9	14,3	18,4	76,1

T máx, T mín e T méd = Temperatura máxima, mínima, e média

Prec. = Precipitação em milímetros

OBS: em negrito está o período de enchimento de grãos

Apêndice 4. Dados meteorológicos de C. Novos, SC, anos agrícolas de 1998/1999 e 1999/2000.

Dia/Mês	Temperatura °C			Prec. mm	Temperatura °C			Prec. mm
	T máx	T mín	T média		T máx	T mín	T média	
1/out	18,0	10,6	14,3	0	24,0	11,8	17,9	18,5
2	21,4	11,7	16,6	0	18,8	9,4	14,1	41,7
3	17,0	12,4	14,7	32,8	14,7	2,4	8,6	0,0
4	26,4	13,6	20,0	0,3	15,4	2,8	9,1	0,0
5	21,8	13,4	17,6	21	14,4	7,0	10,7	0,0
6	17,2	12,8	15,0	2,4	19,5	10,0	14,8	0,0
7	19,0	12,8	15,9	1,1	13,8	10,8	12,3	38,9
8	17,0	10,8	13,9	0	18,0	12,5	15,3	5,0
9	23,6	12,2	17,9	0	17,8	8,8	13,3	0,2
10	25,2	12,1	18,7	4,8	21,5	8,1	14,8	0,0
11	20,6	13,1	16,9	11,5	19,2	8,8	14,0	0,0
12	24,2	12,2	18,2	0	16,0	10,9	13,5	1,0
13	25,5	15,4	20,5	0	25,8	12,0	18,9	0,0
14	27,0	14,0	20,5	0	19,6	14,2	16,9	10,2
15	25,8	15,7	20,8	0	21,8	14,1	18,0	17,9
16	17,8	15,0	16,4	42,7	17,0	14,8	15,9	43,5
17	19,4	11,6	15,5	37	22,0	14,0	18,0	0,3
18	21,4	10,1	15,8	0	23,2	9,6	16,4	0,0
19	24,3	10,6	17,5	0	24,4	10,8	17,6	0,0
20	24,4	10,0	17,2	0	23,6	10,6	17,1	0,0
21	27,4	11,2	19,3	0	24,4	12,2	18,3	0,0
22	27,8	15,2	21,5	0	24,3	12,1	18,2	0,0
23	28,3	16,8	22,6	16	24,8	11,2	18,0	0,0
24	17,4	13,0	15,2	0,2	24,0	11,1	17,6	0,0
25	13,8	10,4	12,1	26,2	18,6	11,4	15,0	0,0
26	21,4	12,0	16,7	13,7	19,8	12,3	16,1	0,2
27	21,6	15,2	18,4	2,5	21,5	11,3	16,4	8,0
28	26,2	10,8	18,5	0,3	26,6	13,6	20,1	0,0
29	25,9	14,2	20,1	0	27,5	15,0	21,3	0,0
30	25,2	13,8	19,5	2,2	25,0	15,6	20,3	0,0
31	23,5	13,0	18,3	0	22,3	10,6	16,5	0,0
Média	22,4	12,8	17,6	214,7	20,9	11,0	16,0	185,4
1/nov	24,8	13,5	19,2	0	24,5	12,4	18,5	0,0
2	23,4	12,4	17,9	0	18,0	11,9	15,0	1,5
3	14,5	11,4	13,0	1,7	26,0	13,8	19,9	0,0
4	22,6	12,0	17,3	0,6	23,7	15,8	19,8	11,9
5	25,2	10,6	17,9	0	18,7	12,4	15,6	16,6
6	28,5	13,2	20,9	0	21,2	9,2	15,2	0,0
7	20,4	16,8	18,6	5,4	26,0	8,9	17,5	0,0
8	26,3	14,6	20,5	0	25,8	12,8	19,3	0,0
9	23,5	14,2	18,9	0	18,6	9,2	13,9	0,0
10	22,8	14,1	18,5	63,2	20,3	4,4	12,4	0,0
11	22,2	10,8	16,5	0,2	21,7	7,8	14,8	0,0
12	24,6	10,6	17,6	0	21,0	12,4	16,7	6,4

Apêndice 4. Dados meteorológicos de C. Novos, SC, anos agrícolas de 1998/1999 e 1999/2000

Dia/Mês	Temperatura °C			Prec. mm	Temperatura °C			Prec. mm
	T máx	T mín	T média		T máx	T mín	T média	
13	24,8	11,6	18,2	0	24,0	11,7	17,9	9,2
14	26,0	13,7	19,9	0	22,4	11,8	17,1	0,0
15	26,8	14,3	20,6	0	23,2	12,2	17,7	0,0
16	28,8	15,2	22,0	0	23,6	11,8	17,7	0,0
17	26,0	17,4	21,7	2,8	23,7	10,6	17,2	0,0
18	20,7	12,6	16,7	5,5	25,6	10,0	17,8	0,0
19	25,0	8,5	16,8	0	27,0	11,0	19,0	0,0
20	26,1	11,7	18,9	0	23,8	13,8	18,8	14,8
21	25,6	14,4	20,0	0	25,6	9,8	17,7	0,2
22	26,5	14,5	20,5	0	25,8	13,6	19,7	0,0
23	26,6	14,3	20,5	0	23,4	13,0	18,2	2,0
24	27,5	14,6	21,1	0,5	23,0	12,2	17,6	0,0
25	25,0	17,7	21,4	0,1	24,4	11,6	18,0	0,0
26	26,0	15,7	20,9	1	23,6	12,7	18,2	7,2
27	28,1	13,8	21,0	0	24,4	12,6	18,5	0,0
28	30,6	15,6	23,1	0	26,0	11,4	18,7	0,0
29	30,0	16,0	23,0	0	29,0	13,1	21,1	0,0
30	27,0	13,8	20,4	0	29,0	14,3	21,7	0,0
Média	25,2	13,7	19,4	81	23,8	11,6	17,7	69,8
1/dez	29,8	13,3	21,6	0	28,4	12,6	20,5	0,0
2	32,3	13,2	22,8	0	27,8	15,2	21,5	0,0
3	28,3	18,5	23,4	13,2	22,0	16,6	19,3	15,8
4	22,2	15,2	18,7	26,8	25,5	15,4	20,5	0,0
5	27,2	14,6	20,9	4,2	30,0	17,1	23,6	0,0
6	26,0	13,8	19,9	0	25,3	15,0	20,2	0,0
7	28,3	14,5	21,4	0	21,5	13,8	17,7	1,2
8	29,8	17,4	23,6	0	22,8	13,4	18,1	30,4
9	22,3	19,3	20,8	3	25,0	14,5	19,8	0,2
10	18,6	15,8	17,2	21,5	20,3	15,3	17,8	0,0
11	23,9	16,1	20,0	10,8	25,2	14,2	19,7	0,0
12	23,6	16,0	19,8	3,8	21,0	14,4	17,7	0,0
13	28,8	16,0	22,4	0	22,8	14,2	18,5	32,2
14	30,8	19,3	25,1	0	23,4	16,4	19,9	0,0
15	27,8	18,0	22,9	0,2	24,8	14,8	19,8	8,0
16	26,6	17,2	21,9	7	26,3	13,9	20,1	0,0
17	18,4	13,4	15,9	13,4	28,3	14,6	21,5	0,0
18	20,4	11,8	16,1	3,8	30,1	15,9	23,0	0,0
19	24,8	11,2	18,0	0	31,1	17,2	24,2	0,0
20	27,0	12,0	19,5	0	31,0	17,7	24,4	0,0
21	21,4	17,2	19,3	1,9	31,2	16,8	24,0	0,0
22	20,4	15,1	17,8	4,4	24,8	16,0	20,4	2,2
23	24,6	8,8	16,7	0	26,9	12,8	19,9	0,0
24	24,8	13,8	19,3	0	27,3	15,2	21,3	0,0
25	27,3	14,4	20,9	0	28,6	13,9	21,3	0,0
26	28,6	16,4	22,5	0	30,1	17,2	23,7	0,0

Apêndice 4. Dados meteorológicos de C. Novos, SC, anos agrícolas de 1998/1999 e 1999/2000

Dia/Mês	Temperatura °C			Prec. mm	Temperatura °C			Prec. mm
	T máx	T mín	T média		T máx	T mín	T média	
27	29,7	15,8	22,8	0	30,6	19,5	25,1	0,0
28	29,2	17,7	23,5	8,6	33,0	16,3	24,7	0,0
29	24,6	16,4	20,5	0,2	32,8	16,4	24,6	0,0
30	25,4	15,4	20,4	0	25,4	18,6	22,0	8,3
31	26,8	15,6	21,2	0	21,8	19,0	20,4	22,0
Média	25,8	15,3	20,5	122,8	26,6	15,6	21,1	120,3
1/jan	27,0	12,8	19,9	0	26,2	15,2	20,7	13,2
2	28,8	15,6	22,2	0	26,4	13,8	20,1	0,0
3	30,2	15,0	22,6	0	25,4	12,8	19,1	0,0
4	21,8	15,1	18,5	48,9	25,8	12,6	19,2	2,5
5	26,5	14,6	20,6	0,1	29,3	14,8	22,1	0,0
6	25,0	13,5	19,3	0	28,4	14,2	21,3	1,8
7	24,8	16,0	20,4	0	30,2	15,1	22,7	0,0
8	24,0	15,2	19,6	0	28,8	14,2	21,5	0,0
9	27,4	16,2	21,8	0	29,5	16,2	22,9	0,0
10	28,0	17,1	22,6	0	29,8	18,8	24,3	2,5
11	24,2	16,7	20,5	6,5	27,6	17,7	22,7	7,8
12	24,4	16,2	20,3	1,3	29,2	15,7	22,5	0,0
13	25,6	15,7	20,7	0	27,3	19,7	23,5	0,0
14	25,0	16,4	20,7	1,5	30,6	18,7	24,7	0,6
15	24,4	15,8	20,1	19	25,2	18,8	22,0	54,5
16	27,4	15,2	21,3	0	28,0	18,8	23,4	30,5
17	27,0	16,2	21,6	5,8	27,3	19,2	23,3	0,0
18	25,8	17,2	21,5	25	27,0	19,7	23,4	2,0
19	27,6	16,3	22,0	56	27,0	17,8	22,4	0,0
20	25,0	16,6	20,8	3,6	26,5	15,2	20,9	0,0
21	29,0	18,2	23,6	32,7	30,0	16,7	23,4	0,0
22	29,6	16,4	23,0	0,8	30,0	15,4	22,7	0,0
23	27,1	17,4	22,3	7,6	29,0	18,2	23,6	5,0
24	30,3	19,1	24,7	0,7	27,0	18,2	22,6	15,3
25	29,8	18,9	24,4	0	25,2	19,0	22,1	34,6
26	28,7	18,4	23,6	0	23,4	13,8	18,6	0,0
27	29,0	17,6	23,3	0	24,2	9,8	17,0	0,0
28	27,2	18,3	22,8	25,5	25,2	13,4	19,3	0,0
29	24,7	17,9	21,3	0,5	26,2	14,7	20,5	0,0
30	26,4	17,8	22,1	0	27,3	14,6	21,0	0,0
31	27,5	17,2	22,4	0	21,8	15,4	18,6	49,3
Média	26,7	16,5	21,6	235,5	27,3	16,1	21,7	219,6
1/fev	27,8	15,1	21,5	0,0	24,6	15,8	20,2	2,5
2	24,0	14,3	19,2	14,2	27,0	16,8	21,9	0,0
3	29,0	15,6	22,3	0,0	22,8	16,0	19,4	2,2
4	30,1	15,3	22,7	0,0	23,2	17,2	20,2	29,3
5	30,2	18,8	24,5	0,0	26,8	14,2	20,5	0,0
6	30,4	18,2	24,3	4,4	29,2	16,0	22,6	0,0
7	28,4	18,7	23,6	0,2	26,2	15,4	20,8	0,0

Apêndice 4. Dados meteorológicos de C. Novos, SC, anos agrícolas de 1998/1999 e 1999/2000

Dia/Mês	Temperatura °C			Prec. mm	Temperatura °C			Prec. mm
	T máx	T mín	T média		T máx	T mín	T média	
8	25,0	18,8	21,9	7,2	27,8	14,0	20,9	0,0
9	23,9	18,1	21,0	9,0	27,3	16,3	21,8	0,0
10	26,1	15,6	20,9	0,0	29,3	18,3	23,8	0,3
11	25,8	14,2	20,0	0,0	30,2	16,8	23,5	0,0
12	27,2	14,8	21,0	0,0	31,3	18,4	24,9	0,0
13	27,0	17,2	22,1	38,0	29,8	17,6	23,7	0,0
14	24,2	16,8	20,5	10,5	27,8	18,2	23,0	3,5
15	27,2	14,6	20,9	0,2	21,5	17,4	19,5	23,4
16	24,0	18,5	21,3	32,0	22,8	13,5	18,2	0,2
17	25,0	16,0	20,5	0,2	22,4	9,6	16,0	0,0
18	27,0	15,2	21,1	0,0	23,4	11,3	17,4	0,0
19	26,0	15,8	20,9	0,0	23,8	11,2	17,5	0,0
20	24,4	17,2	20,8	25,5	27,4	13,2	20,3	0,0
21	25,4	17,0	21,2	6,1	21,4	16,6	19,0	2,6
22	27,2	16,0	21,6	0,1	23,2	17,0	20,1	0,8
23	26,4	17,2	21,8	3,8	24,2	17,6	20,9	41,6
24	27,6	16,7	22,2	0,2	27,2	15,7	21,5	0,0
25	27,8	15,8	21,8	0,0	27,6	14,3	21,0	0,0
26	28,5	15,8	22,2	12,6	27,5	18,5	23,0	10,8
27	27,8	15,8	21,8	0,0	29,0	17,5	23,3	0,2
28	28,0	15,2	21,6	0,0	26,6	19,0	22,8	5,1
29					24,8	17,6	21,2	35,8
Média	26,8	16,4	21,6	164,2	26,1	15,9	21,0	158,3
1/mar	29,2	17,2	23,2	0,0	22,2	17,4	19,8	4,5
2	29,8	17,1	23,5	0,0	27,6	18,0	22,8	0,0
3	29,8	18,4	24,1	0,0	28,0	18,0	23,0	0,0
4	28,3	17,4	22,9	0,0	26,2	19,1	22,7	0,0
5	27,2	17,1	22,2	0,0	27,0	19,0	23,0	0,0
6	27,1	18,0	22,6	0,0	25,0	18,3	21,7	36,7
7	28,0	16,6	22,0	0,0	25,0	15,4	20,2	0,0
8	29,8	17,0	23,4	0,0	23,5	10,8	17,2	0,0
9	26,5	17,7	22,1	3,4	23,4	12,4	17,9	0,0
10	27,2	19,2	23,2	1,5	23,5	13,2	18,4	0,0
11	25,1	17,3	21,2	0,0	24,3	12,0	18,2	0,0
12	25,7	10,8	18,3	0,0	25,4	13,1	19,3	0,0
13	26,8	12,8	19,8	0,0	25,4	14,4	19,9	1,7
14	26,0	12,0	18,5	0,0	26,8	15,4	21,1	0,0
15	26,2	14,6	20,4	0,0	27,0	15,1	21,1	0,0
16	27,3	15,2	21,3	0,0	24,8	16,2	20,5	0,8
17	26,4	15,1	20,8	0,0	26,7	18,2	22,5	21,1
18	27,7	15,4	21,6	0,0	24,2	15,6	19,9	0,6
19	28,1	15,7	21,9	0,0	24,4	10,8	17,6	0,0
20	30,0	16,8	23,4	0,0	27,2	13,8	20,5	0,0
21	24,4	18,8	21,6	1,3	26,0	13,4	19,7	0,0
22	27,4	17,4	22,4	0,0	25,1	13,8	19,5	0,0

Apêndice 4. Dados meteorológicos de C. Novos, SC, anos agrícolas de 1998/1999 e 1999/2000

Dia/Mês	Temperatura °C			Prec. mm	Temperatura °C			Prec. mm
	T máx	T mín	T média		T máx	T mín	T média	
23	25,8	16,6	21,2	0,2	25,0	15,2	20,1	0,0
24	28,0	18,8	22,4	0,0	22,5	17,5	20,0	25,9
25	28,8	18,9	23,9	0,0	22,8	12,1	17,5	0,6
26	28,4	18,0	22,2	0,0	25,4	13,9	19,7	0,0
27	28,4	19,0	23,7	0,3	27,6	16,2	21,9	22,4
28	29,6	19,6	24,6	7,9	17,8	13,2	15,5	1,6
29	19,1	16,8	18,0	17,9	21,0	13,4	17,2	0,0
30	22,4	15,4	18,9	0,2	23,2	14,9	19,1	0,0
31	20,5	15,5	18,0	0,0	25,0	14,4	19,7	0,0
Média	26,9	16,7	21,7	32,7	24,8	15,0	19,9	115,9
1/abr	24,0	16,2	20,1	17,7	25,6	14,5	20,1	0,0
2	28,6	17,6	23,1	0,3	24,6	13,8	19,2	0,0
3	28,8	17,8	23,3	21,6	23,4	11,2	17,3	0,0
4	28,4	17,3	22,9	0,0	21,5	11,1	16,3	0,0
5	27,4	17,8	22,6	4,0	25,0	14,2	19,6	0,0
6	25,2	15,4	20,3	1,1	26,0	13,8	19,9	0,0
7	22,8	16,6	19,7	27,6	24,9	15,2	20,1	0,0
8	22,0	14,8	18,4	0,2	28,2	12,8	20,5	0,0
9	17,8	14,2	16,0	2,0	30,0	14,2	22,1	0,0
10	19,0	13,0	16,0	0,0	28,3	14,2	21,3	0,0
11	17,6	14,0	15,6	12,9	27,8	16,4	22,1	0,0
12	17,6	16,0	16,3	14,9	20,1	14,7	17,4	16,5
13	21,6	14,6	18,1	1,6	19,8	11,7	15,8	0,3
14	22,0	11,0	16,5	13,0	24,3	9,5	16,9	0,0
15	17,0	16,9	16,5	57,6	27,2	8,2	17,7	0,0
16	16,9	14,2	16,6	7,9	26,0	14,1	20,1	6,1
17	10,3	2,4	6,4	0,0	18,2	15,8	17,0	57,0
18	11,0	1,2	6,1	0,0	22,8	15,6	19,2	33,1
19	16,0	7,3	11,7	0,0	18,8	13,8	16,3	5,8
20	20,0	8,3	14,2	0,0	16,0	11,1	13,6	1,3
21	25,0	7,8	16,4	0,0	15,2	10,5	12,9	1,1
22	26,5	11,8	19,2	0,0	20,0	6,7	13,4	0,3
23	26,8	14,6	20,2	0,0	23,0	7,8	15,4	0,0
24	25,0	12,0	18,5	0,0	24,5	9,8	17,2	0,0
25	23,8	12,8	18,3	0,0	25,8	9,6	17,7	0,0
26	23,0	13,0	18,0	0,0	25,1	10,6	17,9	0,0
27	24,2	13,2	18,7	0,0	25,8	12,7	19,3	0,0
28	20,1	11,6	16,9	0,0	25,0	12,5	18,8	13,5
29	23,6	14,4	19,0	0,1	25,7	13,5	19,6	1,2
30	24,2	15,0	19,6	0,0	26,2	12,6	19,4	0,0
Média	21,9	13,1	17,5	164,8	23,8	12,3	18,1	136,2

T máx, T mín e T méd = Temperatura máxima, mínima, e média

Prec. = Precipitação em milímetros

OBS: em negrito está o período de enchimento de grãos

Apêndice 5. Dados meteorológicos de P. Grossa,PR, anos agrícolas de 1998/1999 e 1999/2000.

Dia/Mês	Temperatura °C			Prec. mm	Temperatura °C			Prec. mm
	T máx	T mín	T média		T máx	T mín	T média	
1/out	18,0	13,0	15,5	4,1	31,4	13,1	22,3	0,0
2	22,0	13,6	17,8	0,2	26,2	12,0	19,1	8,9
3	17,0	13,8	15,4	0,2	12,0	8,6	10,3	2,0
4	27,0	15,0	21,0	10,2	12,6	8,0	10,3	0,0
5	21,4	14,2	17,8	34,4	17,7	9,0	13,4	0,0
6	16,2	13,4	14,8	0,0	19,6	11,6	15,6	0,0
7	16,0	13,8	14,9	44,0	17,2	10,4	13,8	0,0
8	19,2	13,6	16,4	28,8	23,8	14,6	19,2	9,1
9	23,0	13,0	18,0	0,1	22,6	9,2	15,9	0,0
10	22,8	12,0	17,4	0,0	22,0	12,0	17,0	0,0
11	22,4	12,6	17,5	12,6	20,4	10,6	15,5	0,0
12	25,6	13,0	19,3	1,6	22,8	9,4	16,1	0,0
13	22,0	15,6	18,8	0,0	29,4	13,5	21,5	0,0
14	26,0	14,2	20,1	0,0	29,6	14,2	21,9	0,0
15	26,5	15,0	20,8	0,0	28,4	16,0	22,2	13,4
16	17,8	16,0	16,9	0,0	19,0	15,6	17,3	11,0
17	20,8	15,6	18,2	62,8	21,0	16,6	18,8	20,0
18	23,4	12,2	17,8	0,0	24,8	15,0	19,9	1,0
19	23,0	12,2	17,6	0,0	23,8	13,4	18,6	0,0
20	22,4	11,8	17,1	0,0	24,0	9,2	16,6	0,0
21	25,6	14,4	20,0	0,0	24,8	12,0	18,4	0,0
22	29,0	16,0	22,5	0,0	21,2	14,2	17,7	0,0
23	30,4	17,1	23,8	0,0	22,8	12,4	17,6	11,6
24	23,4	14,6	19,0	10,5	22,2	11,0	16,6	0,0
25	15,0	12,8	13,9	0,0	19,0	11,8	15,4	0,4
26	19,6	13,8	16,7	46,4	20,8	12,6	16,7	0,0
27	25,4	14,4	19,9	2,6	21,0	13,4	17,2	0,0
28	27,0	12,4	19,7	1,6	24,6	15,2	19,9	1,2
29	26,1	14,8	20,5	0,0	26,0	15,8	20,9	0,0
30	21,4	15,4	18,4	0,0	24,6	15,0	19,8	0,0
31	23,8	13,6	18,7	0,0	22,2	11,6	16,9	0,0
Média	22,6	14,0	18,3	260,1	22,5	12,5	17,5	78,6
1/nov	25,5	13,2	19,4	0,0	23,6	11,4	17,5	0,0
2	21,8	12,6	17,2	0,0	25,2	12,9	19,1	0,0
3	22,2	11,4	16,8	0,0	27,8	16,4	22,1	1,4
4	25,8	11,2	18,5	0,0	24,8	18,4	21,6	0,0
5	28,2	15,8	22,0	12,6	22,8	16,1	19,5	21,4
6	30,4	17,2	23,8	0,0	24,6	11,2	17,9	0,1
7	30,6	16,4	23,5	0,0	27,4	11,6	19,5	0,0
8	28,8	14,4	21,6	0,2	28,6	15,0	21,8	0,0
9	24,6	15,2	19,9	0,0	21,2	11,6	16,4	0,0
10	22,2	15,6	18,9	0,0	15,8	10,0	12,9	3,5
11	20,5	13,0	16,8	4,8	20,0	9,8	14,9	0,0
12	23,9	13,7	18,8	0,0	17,2	12,6	14,9	20,0

Apêndice 5. Dados meteorológicos de P. Grossa, PR, anos agrícolas de 1998/1999 e 1999/2000.

Dia/Mês	Temperatura °C			Prec. mm	Temperatura °C			Prec. mm
	T máx	T mín	T média		T máx	T mín	T média	
13	23,2	14,2	18,7	0,0	22,8	12,6	17,7	4,0
14	21,6	15,0	18,3	0,0	22,0	13,2	17,6	2,0
15	26,6	13,6	20,1	0,0	22,4	13,2	17,8	0,0
16	30,2	15,8	23,0	0,0	22,8	9,9	16,4	0,0
17	29,9	18,8	24,4	0,0	23,0	9,7	16,4	0,0
18	25,6	16,0	20,8	0,0	24,2	9,2	16,7	0,0
19	20,6	13,4	17,0	0,0	26,7	11,6	19,2	0,0
20	26,0	13,4	19,7	0,0	23,6	12,8	18,2	0,0
21	20,6	15,2	17,9	0,0	27,6	12,6	20,1	2,0
22	26,0	14,6	20,3	3,0	28,0	15,2	21,6	0,0
23	26,4	13,4	19,9	0,0	27,6	14,8	21,2	1,9
24	28,7	12,8	20,8	0,0	27,2	10,8	19,0	0,2
25	27,4	17,4	22,4	0,0	27,8	13,6	20,7	0,0
26	27,6	18,4	23,0	1,0	24,6	14,6	19,6	3,0
27	25,6	17,2	21,4	0,9	27,5	12,8	20,2	0,3
28	28,8	16,0	22,4	0,0	27,3	14,0	20,7	0,0
29	31,3	16,6	24,0	0,0	28,6	13,8	21,2	0,0
30	28,2	15,2	21,7	2,4	28,2	12,0	20,1	0,0
Média	26,0	14,9	20,4	24,9	24,7	12,8	18,7	59,8
1/dez	30,2	12,8	21,5	0,0	28,4	13,8	21,1	0,0
2	33,0	16,8	24,9	0,0	29,0	15,6	22,3	0,0
3	32,4	20,6	26,5	0,0	21,8	17,8	19,8	3,8
4	22,2	16,6	19,4	3,0	29,2	16,8	23,0	4,3
5	28,4	18,0	23,2	15,6	31,6	17,2	24,4	0,0
6	27,6	17,6	22,6	24,2	26,5	16,4	21,5	0,0
7	27,7	17,0	22,4	0,0	20,2	15,2	17,7	67,0
8	31,2	18,6	24,9	1,2	21,6	16,0	18,8	0,0
9	26,5	19,7	23,1	0,0	23,5	16,2	19,9	5,6
10	21,3	18,6	20,0	5,0	20,6	16,0	18,3	0,0
11	26,2	18,6	22,4	28,4	20,8	15,0	17,9	14,8
12	28,4	16,4	22,4	0,3	22,4	15,6	19,0	0,0
13	31,3	15,6	23,5	0,0	23,2	16,2	19,7	12,2
14	30,4	20,0	25,2	0,0	27,8	17,3	22,6	1,0
15	27,5	17,8	22,7	26,0	27,2	16,4	21,8	0,0
16	29,2	17,6	23,4	0,0	28,8	15,0	21,9	0,0
17	26,4	17,6	22,0	10,4	30,4	14,0	22,2	0,0
18	24,4	13,4	18,9	0,0	30,0	17,6	23,8	0,0
19	26,8	12,4	19,6	0,0	31,0	18,4	24,7	0,0
20	27,4	16,0	21,7	0,0	32,2	19,2	25,7	0,0
21	28,0	18,0	23,0	0,0	30,8	18,2	24,5	5,6
22	23,2	18,0	20,6	23,2	23,2	17,2	20,2	0,0
23	19,0	14,2	16,6	24,8	25,2	16,4	20,8	5,6
24	20,4	13,6	17,0	0,2	25,6	15,6	20,6	0,0
25	25,6	16,6	21,1	0,0	26,2	15,2	20,7	0,0
26	27,0	16,6	21,8	0,0	28,8	18,2	23,5	0,0

Apêndice 5. Dados meteorológicos de P. Grossa, PR, anos agrícolas de 1998/1999 e 1999/2000.

Dia/Mês	Temperatura °C			Prec. mm	Temperatura °C			Prec. mm
	T máx	T mín	T média		T máx	T mín	T média	
27	27,4	17,2	22,3	0,0	23,6	19,2	21,4	2,8
28	28,8	17,6	23,2	0,0	30,8	16,4	23,6	0,5
29	23,4	17,6	20,5	8,6	30,4	16,4	23,4	0,0
30	27,2	17,6	22,4	0,6	29,6	19,0	24,3	0,0
31	29,0	13,0	21,0	0,0	26,6	19,0	22,8	24,9
Média	27,0	16,8	21,9	171,5	26,7	16,7	21,7	148,1
1/jan	26,8	18,4	22,6	0,0	21,6	17,8	19,7	4,6
2	27,0	18,4	22,7	10,8	24,2	16,6	20,4	3,6
3	28,6	19,9	24,3	9,0	24,2	15,3	19,8	4,0
4	26,4	19,2	22,8	0,0	26,8	16,0	21,4	0,0
5	26,0	18,0	22,0	5,0	28,4	17,2	22,8	0,2
6	23,8	17,0	20,4	0,0	28,5	18,4	23,5	0,0
7	24,4	14,8	19,6	0,0	26,8	17,9	22,4	0,0
8	19,6	16,4	18,0	0,0	26,4	17,4	21,9	1,6
9	23,4	17,0	20,2	18,0	26,4	17,4	21,9	15,6
10	22,8	18,6	20,7	0,6	28,4	19,2	23,8	0,2
11	24,3	17,6	21,0	13,6	27,4	18,8	23,1	13,0
12	21,6	17,2	19,4	0,2	29,0	16,4	22,7	0,8
13	25,2	15,0	20,1	2,6	28,0	19,2	23,6	0,0
14	25,8	17,4	21,6	0,0	28,4	18,8	23,6	0,0
15	27,6	15,8	21,7	28,0	26,4	19,3	22,9	3,6
16	26,8	18,4	22,6	0,0	28,4	18,6	23,5	15,8
17	25,4	19,2	22,3	18,2	30,6	20,2	25,4	0,1
18	27,0	19,0	23,0	5,6	31,4	20,1	25,8	2,1
19	30,0	17,4	23,7	27,0	25,5	18,6	22,1	0,3
20	29,2	16,8	23,0	0,6	24,4	16,8	20,6	0,0
21	31,4	16,0	23,7	0,8	28,0	16,8	22,4	0,0
22	30,4	16,8	23,6	3,2	30,6	17,6	24,1	0,0
23	30,0	18,4	24,2	9,0	29,4	19,2	24,3	0,0
24	29,2	20,1	24,7	5,0	27,4	18,8	23,1	33,1
25	29,2	20,0	24,6	0,0	28,8	18,0	23,4	0,0
26	30,2	19,8	25,0	0,0	22,6	17,6	20,1	5,2
27	29,2	19,6	24,4	13,0	25,6	12,2	18,9	0,0
28	29,2	18,4	23,8	6,2	25,2	13,0	19,1	0,0
29	27,8	19,4	23,6	0,0	26,0	14,2	20,1	0,0
30	27,8	19,2	23,5	0,0	27,4	14,8	21,1	0,0
31	26,6	19,2	22,9	2,0	19,2	15,0	17,1	24,1
Média	26,9	18,0	22,4	178,4	26,8	17,3	22,1	127,9
1/fev	26,4	19,0	22,7	8,2	28,4	17,0	22,7	58,8
2	24,4	16,6	20,5	9,4	28,6	17,6	23,1	8,4
3	29,8	15,0	22,4	8,2	26,2	19,6	22,9	0,0
4	30,6	18,8	24,7	0,0	27,8	19,0	23,4	0,0
5	29,0	18,4	23,7	0,0	29,0	18,2	23,6	0,0
6	28,2	19,2	23,7	0,0	28,2	18,0	23,1	0,0
7	28,8	19,9	24,4	0,0	27,2	15,0	21,1	0,0

Apêndice 5. Dados meteorológicos de P. Grossa, PR, anos agrícolas de 1998/1999 e 1999/2000

Dia/Mês	Temperatura °C			Prec. mm	Temperatura °C			Prec. mm
	T máx	T mín	T média		T máx	T mín	T média	
8	27,6	19,8	23,7	3,8	26,0	13,6	19,8	0,0
9	25,4	19,6	22,5	15,4	26,0	18,0	22,0	0,0
10	26,6	18,2	22,4	21,6	28,2	19,4	23,8	0,0
11	28,0	18,2	23,1	1,6	29,6	18,0	23,8	26,2
12	27,2	16,9	22,1	0,0	25,4	19,4	22,4	0,0
13	28,0	16,0	22,0	0,0	24,8	19,4	22,1	6,1
14	23,6	18,2	20,9	7,2	24,6	19,8	22,2	5,6
15	28,0	17,8	22,9	24,4	21,2	19,0	20,1	15,6
16	27,8	17,6	22,7	2,0	19,8	14,2	17,0	54,4
17	26,6	17,6	22,1	42,4	20,0	12,2	16,1	14,1
18	26,6	18,4	22,5	0,0	23,8	12,0	17,9	0,0
19	25,2	18,4	21,8	0,0	24,8	11,8	18,3	0,0
20	24,4	17,6	21,0	15,0	26,8	14,2	20,5	0,0
21	26,2	18,0	22,1	0,0	26,2	16,4	21,3	0,0
22	25,6	17,6	21,6	6,6	24,6	17,8	21,2	8,6
23	25,9	17,4	21,7	9,4	28,8	17,6	23,2	0,2
24	25,4	19,2	22,3	3,4	29,0	17,6	23,3	0,0
25	27,3	17,6	22,5	17,8	30,0	17,6	23,8	0,8
26	27,6	19,0	23,3	0,0	28,4	18,8	23,6	15,4
27	29,4	19,2	24,3	0,6	27,0	18,6	22,8	20,8
28	28,4	17,9	23,2	1,4	27,8	20,0	23,9	0,0
29					27,8	20,0	23,9	3,2
Média	27,1	18,1	22,6	198,4	26,4	17,2	21,8	238,2
1/mar	28,0	19,4	23,7	0,6	25,0	19,4	22,2	5,0
2	29,0	18,0	23,5	4,8	27,6	19,0	23,3	1,0
3	28,8	17,3	23,1	17,2	28,2	17,8	23,0	0,0
4	27,0	17,2	22,1	0,0	28,6	19,0	23,8	4,2
5	25,6	17,2	21,4	0,0	28,6	20,0	24,3	0,0
6	27,4	18,4	22,9	0,0	27,6	18,8	23,2	2,5
7	28,0	17,0	22,5	1,9	24,0	17,4	20,7	15,3
8	28,2	18,3	23,3	1,0	24,4	12,6	18,5	0,0
9	26,9	19,6	23,3	36,2	24,0	11,6	17,8	0,0
10	27,6	17,4	22,5	2,6	25,0	14,0	19,5	0,0
11	28,4	18,8	23,6	0,0	25,6	15,2	20,4	0,0
12	25,4	16,4	20,9	0,0	25,8	15,6	20,7	0,0
13	25,2	12,8	19,0	0,0	26,0	14,8	20,4	0,0
14	25,4	13,8	19,6	0,0	26,2	16,4	21,3	0,0
15	25,2	15,0	20,1	0,0	23,6	16,0	19,8	0,0
16	26,0	15,4	20,7	0,0	25,0	15,2	20,1	0,3
17	25,8	17,0	21,4	0,0	24,8	19,2	22,0	40,5
18	26,4	16,1	21,3	0,0	26,6	16,2	21,4	0,2
19	28,4	16,8	22,6	0,0	21,0	16,0	18,5	1,4
20	28,8	19,0	23,9	15,6	23,0	14,6	18,8	0,0
21	27,2	17,8	22,5	0,0	23,4	13,5	18,5	0,0
22	20,2	18,6	19,4	13,2	23,8	17,2	20,5	0,0

Apêndice 5. Dados meteorológicos de P. Grossa, PR, anos agrícolas de 1998/1999 e 1999/2000

Dia/Mês	Temperatura °C			Prec. mm	Temperatura °C			Prec. mm
	T máx	T mín	T média		T máx	T mín	T média	
23	22,6	18,0	20,3	50,6	23,8	18,4	21,1	0,0
24	25,2	17,9	21,6	3,4	28,4	16,6	22,5	4,0
25	29,2	16,8	23,0	0,0	26,8	13,4	20,1	7,0
26	28,0	19,8	23,9	0,0	26,6	16,4	21,5	0,0
27	29,2	17,4	23,3	4,6	28,0	18,0	23,0	0,0
28	30,2	19,6	24,9	0,0	24,6	15,6	20,1	15,4
29	27,4	19,6	23,5	0,0	20,2	15,4	17,8	0,0
30	25,6	18,0	21,8	26,2	22,8	15,8	19,3	0,0
31	22,6	17,8	20,2	38,6	26,4	13,8	20,1	0,0
Média	26,7	17,5	22,1	216,5	25,3	16,2	20,8	96,8
1/abr	25,6	18,0	21,8	0,0	27,4	17,2	22,3	0,0
2	29,2	19,8	24,5	0,0	21,8	15,6	18,7	0,0
3	30,6	18,6	24,6	0,0	19,6	13,8	16,7	0,0
4	27,2	18,0	22,6	0,0	22,0	13,4	17,7	0,0
5	27,8	19,1	23,5	0,0	23,4	12,2	17,8	0,0
6	28,8	16,4	22,6	0,0	24,6	14,8	19,7	0,0
7	26,2	17,6	21,9	0,0	27,4	15,9	21,7	0,0
8	24,2	13,8	19,0	2,1	28,8	17,4	23,1	0,0
9	20,2	15,2	17,7	0,0	29,5	11,6	20,6	0,0
10	22,6	15,2	18,9	0,0	28,4	13,0	20,7	0,0
11	23,4	14,6	19,0	0,0	28,9	11,6	20,3	0,0
12	26,0	16,6	21,3	0,0	28,6	12,8	20,7	0,0
13	23,2	17,5	20,4	0,0	26,4	15,6	21,0	0,0
14	20,0	16,8	18,4	1,0	28,0	12,8	20,4	0,0
15	23,0	16,2	19,6	33,8	28,6	16,6	22,6	0,0
16	19,6	10,8	15,2	32,6	25,2	17,2	21,2	0,0
17	15,0	1,0	8,0	1,8	19,6	15,8	17,7	0,4
18	17,8	1,8	9,8	0,0	21,6	16,2	18,9	11,3
19	21,8	3,4	12,6	0,0	24,4	15,2	19,8	5,8
20	22,8	6,2	14,5	0,0	22,4	10,2	16,3	0,4
21	22,8	12,2	17,5	0,0	21,0	9,6	15,3	0,0
22	25,0	14,2	19,6	1,2	22,6	7,0	14,8	0,0
23	25,6	15,6	20,6	0,0	24,4	12,6	18,5	0,0
24	24,8	10,0	17,4	0,0	27,2	10,8	19,0	0,0
25	24,5	10,2	17,4	0,0	26,0	10,4	18,2	0,0
26	23,2	12,0	17,6	0,0	25,0	14,2	19,6	0,0
27	22,0	13,2	17,6	0,0	26,0	14,1	20,1	0,0
28	21,4	13,4	17,4	0,0	26,2	15,4	20,8	0,0
29	24,8	14,2	19,5	0,0	25,2	11,8	18,5	0,0
30	23,8	13,6	18,7	0,0	27,2	14,2	20,7	0,0
Média	23,5	13,1	18,3	72,5	25,3	13,4	19,4	17,9

T máx, T mín e T méd = Temperatura máxima, mínima, e média

Prec. = Precipitação em milímetros

OBS: em negrito esta o periodo de enchimento de grãos

Apêndice 6. Dados meteorológicos de Cascavel, PR, anos agrícolas de 1998/1999 e 1999/2000.

Dia/Mês	Temperatura °C			Prec. mm	Temperatura °C			Prec. mm
	T máx	T mín	T média		T máx	T mín	T média	
1/out	25,1	15,9	20,5	0,0	32,4	20,0	26,2	11,2
2	23,9	15,7	19,8	5,0	25,8	11,0	18,4	0,0
3	26,5	16,8	21,7	0,2	17,6	8,3	13,0	0,0
4	30,8	17,2	24,0	15,8	21,9	6,9	14,4	0,0
5	22,6	15,3	19,0	24,2	24,9	10,1	17,5	0,0
6	18,7	16,6	17,7	36,8	26,7	15,1	20,9	0,0
7	25,1	16,0	20,6	56,0	24,6	16,7	20,7	5,0
8	25,3	15,8	20,6	0,0	21,9	12,9	17,4	0,2
9	28,8	15,1	22,0	0,2	23,7	9,8	16,8	0,0
10	26,7	16,1	21,4	0,0	27,6	12,9	20,3	0,0
11	22,4	14,6	18,5	36,6	27,4	14,9	21,2	0,0
12	28,8	14,4	21,6	0,0	31,1	15,9	23,5	0,0
13	28,7	17,9	23,3	0,0	31,5	16,7	24,1	0,0
14	30,7	18,7	24,7	0,0	32,1	19,3	25,7	1,8
15	30,0	19,4	24,7	0,0	32,9	18,2	25,6	0,0
16	23,5	17,6	20,6	32,0	27,1	19,8	23,5	1,8
17	22,8	15,6	19,2	0,8	24,0	17,0	20,5	11,8
18	26,5	14,0	20,3	0,0	27,7	14,1	20,9	0,0
19	26,5	14,9	20,7	0,0	30,2	15,2	22,7	0,0
20	27,2	13,3	20,3	0,0	29,0	16,1	22,6	0,0
21	29,7	15,6	22,7	0,0	28,2	16,3	22,3	0,0
22	31,3	19,1	25,2	0,0	28,5	16,7	22,6	0,0
23	31,3	18,4	24,9	15,2	29,7	16,4	23,1	0,0
24	27,9	17,8	22,9	4,8	28,4	16,7	22,6	0,0
25	19,6	15,5	17,6	23,4	20,5	15,6	18,1	1,8
26	22,4	16,5	19,5	14,2	27,0	16,1	21,6	0,0
27	17,9	16,4	17,2	0,0	27,3	16,6	22,0	6,4
28	27,8	14,0	20,9	0,0	29,5	16,8	23,2	0,0
29	27,1	17,5	22,3	0,0	31,0	19,4	25,2	1,4
30	27,6	18,0	22,8	0,0	31,6	19,1	25,4	0,0
31	27,8	15,8	21,8	3,2	27,7	16,5	22,1	0,0
Média	26,2	16,3	21,2	268,4	27,4	15,4	21,4	41,4
1/nov	28,6	16,7	22,7	2,6	29,2	14,1	21,7	0,0
2	28,5	16,9	22,7	7,2	23,0	16,5	19,8	7,4
3	23,0	16,3	19,7	25,4	29,2	15,9	22,6	0,0
4	27,0	15,9	21,5	0,0	22,5	17,8	20,2	26,0
5	29,3	16,9	23,1	0,0	19,1	12,8	16,0	0,6
6	32,5	18,7	25,6	0,0	23,9	11,3	17,6	0,0
7	27,5	18,3	22,9	2,0	28,9	14,6	21,8	0,0
8	30,1	15,7	22,9	0,0	30,5	16,8	23,7	0,0
9	21,3	17,6	19,5	12,6	16,8	11,9	14,4	1,4
10	23,9	16,6	20,3	0,0	24,5	10,0	17,3	0,0
11	28,0	16,8	22,4	0,0	23,3	12,1	17,7	1,0
12	28,3	15,1	21,7	0,0	23,2	16,0	19,6	0,2

Apêndice 6. Dados meteorológicos de Cascavel, PR, anos agrícolas de 1998/1999 e 1999/2000.

Dia/Mês	Temperatura °C			Prec. mm	Temperatura °C			Prec. mm
	T máx	T mín	T média		T máx	T mín	T média	
13	28,9	17,8	23,4	0,0	27,3	14,2	20,8	0,0
14	30,1	16,7	23,4	0,0	28,9	14,2	21,6	0,0
15	30,4	17,0	23,7	0,0	28,9	15,0	22,0	0,0
16	32,6	18,7	25,7	0,0	28,4	14,0	21,2	0,0
17	27,5	16,1	21,8	1,0	28,6	14,7	21,7	0,0
18	25,3	14,7	20,0	0,0	29,8	16,2	23,0	0,0
19	29,6	14,3	22,0	0,0	29,9	18,1	24,0	0,0
20	30,7	17,0	23,9	0,0	30,0	18,3	24,2	0,2
21	30,4	20,7	25,6	0,0	31,0	15,7	23,4	0,0
22	30,7	19,2	25,0	0,2	31,8	18,9	25,4	0,0
23	31,5	19,0	25,3	0,0	28,5	16,7	22,6	0,0
24	29,1	18,0	23,6	2,6	28,4	14,2	21,3	0,0
25	24,3	18,4	21,4	0,2	28,9	16,2	22,6	0,0
26	30,6	18,3	24,5	0,0	28,4	16,6	22,5	0,0
27	31,5	18,0	24,8	0,0	29,2	16,7	23,0	0,0
28	30,8	19,5	25,2	3,8	31,5	17,3	24,4	0,0
29	30,9	19,1	25,0	25,4	32,3	19,1	25,7	1,4
30	32,0	18,7	25,4	0,0	33,1	20,4	26,8	0,0
Média	28,8	17,4	23,1	83,0	27,6	15,5	21,6	38,2
1/dez	32,9	18,9	25,9	0,0	33,5	18,3	25,9	0,0
2	33,4	20,7	27,1	2,8	30,8	19,5	25,2	4,0
3	32,6	20,6	26,6	1,2	26,7	18,7	22,7	5,6
4	23,5	20,0	21,8	54,0	31,0	18,2	24,6	0,0
5	29,7	18,6	24,2	0,0	34,9	19,2	27,1	0,0
6	30,1	18,9	24,5	0,0	29,6	18,5	24,1	9,6
7	31,2	19,1	25,2	0,0	29,5	18,2	23,9	3,4
8	31,9	20,5	26,2	9,0	26,6	17,6	22,1	1,0
9	22,7	18,0	20,4	35,0	24,5	17,3	20,9	2,4
10	20,5	18,1	19,3	22,2	21,5	17,9	19,7	15,8
11	26,2	16,9	21,6	0,2	25,8	17,4	21,6	0,0
12	28,9	17,9	23,4	0,0	25,7	18,5	22,1	1,0
13	31,3	20,1	25,7	0,0	24,8	18,7	21,8	45,8
14	31,9	20,6	26,3	1,8	27,2	18,4	22,8	0,2
15	31,4	19,5	25,5	0,0	28,8	16,0	22,4	0,0
16	30,0	18,2	24,1	10,6	30,3	17,4	23,9	0,0
17	21,4	14,8	18,1	0,0	32,9	17,2	25,1	0,0
18	24,5	11,6	18,1	0,0	33,4	21,1	27,3	0,0
19	28,1	15,1	21,6	0,0	33,8	22,8	28,3	0,0
20	29,6	18,1	23,9	0,0	34,6	21,1	27,9	1,0
21	22,9	17,2	20,1	52,2	34,3	20,5	27,4	0,0
22	22,5	14,4	18,5	0,0	27,5	17,9	22,7	22,6
23	25,6	10,7	18,2	0,0	29,6	17,4	23,5	0,0
24	28,8	16,9	22,9	0,0	29,8	18,6	24,2	0,0
25	27,3	17,4	22,4	0,0	30,3	18,6	24,5	0,0
26	29,6	19,3	24,5	0,0	31,5	20,1	25,8	0,0

Apêndice 6. Dados meteorológicos de Cascavel, PR, anos agrícolas de 1998/1999 e 1999/2000.

Dia/Mês	Temperatura °C			Prec. mm	Temperatura °C			Prec. mm
	T máx	T mín	T média		T máx	T mín	T média	
27	30,3	19,1	24,7	0,0	32,1	20,4	26,3	39,0
28	29,1	18,5	23,8	13,0	31,6	19,2	25,4	0,0
29	23,5	17,9	20,7	5,6	31,5	21,4	26,5	0,6
30	27,3	18,0	22,7	0,0	30,2	21,5	25,9	0,0
31	29,4	18,2	23,8	0,0	30,5	19,3	24,9	0,0
Média	28,0	17,9	22,9	207,6	29,8	18,9	24,4	152,0
1/jan	29,5	18,3	23,9	0,0	30,1	18,7	24,4	0,0
2	28,9	19,2	24,1	0,4	27,7	17,8	22,8	10,0
3	30,7	19,2	25,0	0,0	27,7	17,2	22,5	20,6
4	27,4	18,7	23,1	87,6	29,0	17,5	23,3	0,0
5	26,7	17,5	22,1	0,2	30,1	17,7	23,9	0,6
6	28,8	17,7	23,3	0,0	31,1	19,7	25,4	13,4
7	29,5	17,0	23,3	0,0	30,9	16,5	23,7	39,8
8	29,3	16,8	23,1	0,0	28,8	17,7	23,3	0,0
9	29,3	17,5	23,4	2,2	30,2	19,7	25,0	0,0
10	29,7	19,2	24,5	0,0	31,2	20,2	25,7	0,0
11	28,0	18,8	23,4	0,0	31,3	20,2	25,8	9,0
12	28,9	18,3	23,6	18,2	28,3	18,8	23,6	1,6
13	28,6	17,8	23,2	0,0	26,2	19,9	23,1	9,6
14	26,8	19,5	23,2	28,6	29,1	20,7	24,9	7,8
15	27,1	18,0	22,6	0,0	27,9	20,0	24,0	8,2
16	29,7	17,8	23,8	0,0	30,7	20,5	25,6	5,0
17	28,3	19,7	24,0	0,0	31,6	22,9	27,3	0,0
18	28,8	20,8	24,8	0,0	31,6	23,5	27,6	1,8
19	27,6	21,7	24,7	47,0	31,8	21,9	26,9	0,0
20	29,6	18,6	24,1	5,4	29,6	22,1	25,9	0,0
21	22,7	19,4	21,1	14,8	30,5	20,1	25,3	0,0
22	29,9	18,4	24,2	6,6	31,7	20,8	26,3	0,0
23	30,9	20,3	25,6	0,0	33,2	19,2	26,2	29,6
24	31,4	21,2	26,3	0,0	30,9	19,6	25,3	0,4
25	30,3	21,6	26,0	0,0	28,0	20,4	24,2	6,6
26	28,3	21,3	24,8	0,0	28,4	20,0	24,2	0,0
27	29,6	19,2	24,4	0,0	28,3	17,3	22,8	0,0
28	28,8	20,0	24,4	1,2	28,1	18,0	23,1	0,0
29	26,8	19,5	23,2	0,0	29,2	17,6	23,4	0,0
30	25,6	19,3	22,5	3,4	28,9	18,7	23,8	0,6
31	24,2	20,2	22,2	9,6	26,3	19,8	23,1	57,4
Média	28,4	19,1	23,8	225,2	29,6	19,5	24,6	222,0
1/fev	26,8	18,8	22,8	0,0	27,0	17,8	22,4	0,0
2	21,9	17,6	19,8	61,6	29,4	18,6	24,0	0,0
3	29,0	18,2	23,6	0,0	27,1	19,1	23,1	26,6
4	29,9	20,9	25,4	0,0	26,2	19,0	22,6	0,4
5	30,8	20,7	25,8	0,0	28,5	17,6	23,1	0,0
6	30,3	20,1	25,2	0,6	29,7	19,1	24,4	0,0
7	30,2	20,8	25,5	0,0	29,4	18,9	24,2	0,0

Apêndice 6. Dados meteorológicos de Cascavel, PR, anos agrícolas de 1998/1999 e 1999/2000.

Dia/Mês	Temperatura °C			Prec. mm	Temperatura °C			Prec. mm
	T máx	T mín	T média		T máx	T mín	T média	
8	27,7	20,7	24,2	14,4	29,7	19,2	24,5	0,0
9	25,6	19,5	22,6	5,0	28,4	18,7	23,6	0,0
10	27,0	17,8	22,4	0,0	31,0	19,2	25,1	0,0
11	27,9	16,7	22,3	0,0	31,9	20,0	26,0	0,0
12	30,1	17,3	23,7	0,0	29,7	21,0	25,4	0,0
13	28,9	19,2	24,1	0,0	30,0	21,0	25,5	0,0
14	26,3	18,9	22,6	15,2	24,7	20,4	22,6	1,4
15	29,1	19,0	24,1	0,0	23,5	19,9	21,7	29,8
16	25,5	19,7	22,6	12,2	25,0	18,2	21,6	0,0
17	24,5	18,7	21,6	0,0	25,7	14,6	20,2	0,0
18	27,6	17,7	22,7	0,0	26,8	14,1	20,5	0,0
19	29,1	19,0	24,1	4,4	27,1	15,3	21,2	0,0
20	28,1	18,6	23,4	20,0	28,0	17,4	22,7	0,0
21	28,2	19,0	23,6	0,2	23,7	18,3	21,0	39,2
22	27,5	18,5	23,0	9,6	26,1	17,6	21,9	0,2
23	28,0	19,4	23,7	9,6	29,6	19,5	24,6	0,0
24	27,3	19,0	23,2	9,4	29,8	20,2	25,0	5,6
25	29,5	18,9	24,2	4,2	30,1	20,7	25,4	0,0
26	30,1	19,2	24,7	0,8	30,4	20,7	25,6	0,2
27	30,1	20,1	25,1	0,0	29,9	20,1	25,0	0,8
28	24,2	19,6	21,9	0,0	25,1	20,5	22,8	7,8
29					28,4	20,3	24,4	0,0
Média	27,9	19,1	23,5	167,2	28,0	18,9	23,4	112,0
1/mar	29,9	21,9	25,9	0,0	28,4	20,2	24,3	3,6
2	30,6	21,4	26,0	0,0	28,9	20,3	24,6	1,0
3	31,5	20,1	25,8	0,0	27,8	20,1	24,0	0,0
4	31,0	20,3	25,7	0,0	26,0	21,1	23,6	29,8
5	30,3	20,0	25,2	0,0	27,7	20,3	24,0	0,8
6	29,9	19,0	24,5	0,0	26,2	20,0	23,1	0,2
7	31,0	20,3	25,7	0,0	28,5	19,5	24,0	2,4
8	30,3	20,2	25,3	0,0	27,7	16,8	22,3	0,0
9	25,3	19,8	22,6	16,0	26,9	16,0	21,5	0,0
10	29,4	19,8	24,6	10,0	28,6	16,3	22,5	0,0
11	28,0	20,6	24,3	0,6	25,2	17,8	21,5	12,0
12	29,1	19,0	24,1	0,0	29,2	17,9	23,6	0,0
13	28,5	18,7	23,6	0,0	28,2	16,9	22,6	0,0
14	28,2	16,7	22,5	0,0	27,3	18,5	22,9	2,2
15	28,5	16,6	22,6	0,0	27,7	17,1	22,4	0,0
16	28,8	18,6	23,7	0,0	28,1	19,2	23,7	0,0
17	31,2	18,5	24,9	0,0	29,6	19,3	24,5	0,6
18	31,5	19,1	25,3	0,0	29,3	18,4	23,9	0,0
19	31,4	20,3	25,9	0,0	30,9	17,0	24,0	0,0
20	31,9	21,3	26,6	0,0	28,4	17,3	22,9	0,0
21	27,0	20,6	23,8	0,0	30,6	17,7	24,2	0,0
22	22,7	19,5	21,1	9,0	29,9	18,4	24,2	0,0

Apêndice 6. Dados meteorológicos de Cascavel, PR, anos agrícolas de 1998/1999 e 1999/2000

Dia/Mês	Temperatura °C			Prec. mm	Temperatura °C			Prec. mm
	T máx	T mín	T média		T máx	T mín	T média	
23	25,3	18,8	22,1	1,8	27,1	19,3	23,2	2,8
24	29,1	19,7	24,4	3,6	30,5	18,1	24,3	2,8
25	29,7	21,2	25,5	0,2	31,0	17,5	24,3	0,0
26	30,7	20,6	25,7	23,4	28,2	19,5	23,9	0,0
27	31,5	19,6	25,6	0,0	29,3	16,7	23,0	13,2
28	31,0	21,8	26,4	0,0	23,0	16,1	19,6	2,6
29	25,6	18,9	22,3	0,0	26,6	15,0	20,8	0,0
30	24,2	18,2	21,2	25,6	28,2	17,1	22,7	0,0
31	26,5	18,9	22,7	31,2	28,9	17,0	23,0	0,0
Média	29,0	19,7	24,3	121,4	28,2	18,1	23,2	74,0
1/abr	28,8	19,6	24,2	2,6	29,9	18,9	24,4	0,0
2	31,1	21,5	26,3	0,0	28,6	16,6	22,6	28,2
3	33,4	20,5	27,0	0,0	27,0	17,0	22,0	0,0
4	30,4	19,0	24,7	22,4	27,0	15,8	21,4	0,0
5	31,1	19,4	25,3	0,0	28,3	17,4	22,9	0,0
6	29,1	20,1	24,6	0,0	28,6	17,2	22,9	0,0
7	29,4	19,3	24,4	0,0	29,4	17,9	23,7	0,0
8	29,9	18,0	24,0	0,0	31,1	19,5	25,3	0,0
9	28,3	17,9	23,1	0,0	31,0	19,9	25,5	0,0
10	27,2	16,4	21,8	0,0	30,9	18,3	24,6	0,0
11	26,3	17,7	22,0	6,0	31,4	19,1	25,3	0,0
12	24,8	18,4	21,6	16,6	28,5	18,1	23,3	0,0
13	23,3	18,0	20,7	0,8	27,2	15,8	21,5	0,0
14	24,9	18,9	21,9	4,4	30,7	16,8	23,8	0,0
15	21,1	16,5	18,8	62,6	31,4	19,2	25,3	0,0
16	17,1	4,8	11,0	1,0	29,0	18,0	23,5	16,2
17	11,9	3,4	7,7	0,0	25,4	18,1	21,8	9,2
18	16,9	3,5	10,2	0,0	21,6	16,5	19,1	4,8
19	23,9	6,5	15,2	0,0	19,6	13,5	16,6	0,2
20	23,8	13,0	18,4	0,0	17,8	12,2	15,0	0,0
21	24,5	15,9	20,2	0,0	20,9	9,9	15,4	0,0
22	29,8	16,1	23,0	0,0	25,0	11,2	18,1	0,0
23	30,3	17,4	23,9	0,0	25,4	13,5	19,5	0,0
24	28,7	17,5	23,1	0,0	26,3	14,3	20,3	0,0
25	27,5	16,1	21,8	0,0	27,5	15,0	21,3	0,0
26	27,4	14,7	21,1	0,0	24,0	17,0	20,5	0,4
27	27,2	16,7	22,0	0,0	28,4	16,6	22,5	0,0
28	27,1	16,1	21,6	0,0	26,1	18,1	22,1	0,0
29	26,9	16,3	21,6	0,0	28,1	17,8	23,0	0,0
30	28,1	17,6	22,9	0,0	28,6	17,2	22,9	0,0
Média	25,8	15,4	20,6	113,8	27,0	16,4	21,7	30,8

T máx, T mín e T méd = Temperatura máxima, mínima, e média

Prec. = Precipitação em milímetros

OBS: em negrito está o período de enchimento de grãos

Apêndice 7. Dados meteorológicos de Palotina,PR, anos agrícolas de 1998/1999 e 1999/2000.

Dia/Mês	Temperatura °C			Prec. mm	Temperatura °C			Prec. mm
	T máx	T mín	T média		T máx	T mín	T média	
1/out	26,0	16,9	21,5	0,0	34,8	18,9	26,9	0,0
2	28,0	19,0	23,5	0,0	27,0	14,0	20,5	0,6
3	30,0	19,1	24,6	0,1	22,0	12,6	17,3	0,0
4	33,4	17,7	25,6	0,0	25,6	8,9	17,3	0,0
5	23,4	17,6	20,5	26,0	28,2	12,3	20,3	0,0
6	22,2	19,2	20,7	10,2	30,4	17,6	24,0	0,0
7	26,5	19,2	22,9	0,3	29,4	20,1	24,8	0,0
8	25,3	18,2	21,8	2,4	24,6	15,6	20,1	19,8
9	30,4	12,9	21,7	0,1	28,0	9,8	18,9	0,0
10	28,8	16,7	22,8	0,0	29,8	10,0	19,9	0,0
11	24,0	16,6	20,3	46,0	29,9	15,8	22,9	0,0
12	31,0	15,1	23,1	7,6	31,8	18,3	25,1	0,0
13	31,1	17,0	24,1	0,0	34,0	19,3	26,7	0,0
14	31,4	18,9	25,2	0,0	35,8	17,0	26,4	0,0
15	31,8	19,4	25,6	0,0	35,2	20,6	27,9	2,8
16	26,4	19,9	23,2	31,0	32,8	20,6	26,7	0,5
17	26,2	16,3	21,3	12,8	24,1	19,4	21,8	10,0
18	29,2	13,0	21,1	0,0	30,4	15,6	23,0	2,0
19	29,0	13,8	21,4	0,0	32,4	14,6	23,5	0,0
20	29,5	14,6	22,1	0,0	32,4	16,4	24,4	0,0
21	31,6	15,3	23,5	0,0	30,5	15,9	23,2	0,0
22	33,6	19,6	26,6	0,0	33,0	14,2	23,6	0,0
23	34,8	20,2	27,5	0,0	31,9	15,3	23,6	0,0
24	29,4	20,0	24,7	24,7	32,4	16,6	24,5	0,0
25	22,0	18,3	20,2	2,0	23,0	17,6	20,3	3,5
26	24,2	18,8	21,5	32,0	30,1	17,0	23,6	0,2
27	27,2	17,6	22,4	2,2	32,0	19,4	25,7	0,0
28	30,0	12,6	21,3	0,0	33,0	19,0	26,0	0,8
29	29,2	15,8	22,5	0,0	34,6	19,4	27,0	0,0
30	27,2	19,3	23,3	0,0	34,8	20,2	27,5	0,0
31	29,5	17,8	23,7	1,0	31,2	19,6	25,4	0,0
Média	28,5	17,3	22,9	198,4	30,5	16,5	23,5	40,2
1/nov	31,5	14,6	23,1	8,2	32,2	17,4	24,8	0,0
2	30,6	18,3	24,5	0,0	22,0	18,4	20,2	0,0
3	26,0	19,2	22,6	0,0	31,1	17,1	24,1	15,0
4	31,0	15,5	23,3	0,1	26,0	20,0	23,0	0,0
5	33,1	14,8	24,0	0,0	20,2	13,6	16,9	21,2
6	35,2	21,2	28,2	0,0	28,2	9,4	18,8	0,1
7	29,1	18,6	23,9	0,0	31,6	11,6	21,6	0,0
8	32,4	16,0	24,2	6,6	33,8	14,4	24,1	0,0
9	22,4	18,0	20,2	10,6	22,4	15,9	19,2	0,0
10	24,6	18,0	21,3	18,7	26,1	14,0	20,1	1,0
11	30,4	16,9	23,7	0,0	22,4	17,0	19,7	0,0
12	29,4	18,3	23,9	1,1	26,4	18,3	22,4	0,6

Apêndice 7. Dados meteorológicos de Palotina, PR, anos agrícolas de 1998/1999 e 1999/2000

Dia/Mês	Temperatura °C			Prec. mm	Temperatura °C			Prec. mm
	T máx	T mín	T média		T máx	T mín	T média	
13	30,6	18,4	24,5	0,0	32,0	14,0	23,0	0,0
14	31,6	16,9	24,3	0,0	32,6	13,0	22,8	0,0
15	31,6	16,1	23,9	0,0	32,2	18,4	25,3	0,0
16	34,2	16,6	25,4	0,0	32,1	16,3	24,2	0,0
17	31,2	20,9	26,1	0,0	32,4	13,6	23,0	0,0
18	26,7	16,8	21,8	0,0	33,0	13,8	23,4	0,0
19	31,7	13,2	22,5	0,0	33,4	16,4	24,9	0,0
20	32,6	17,2	24,9	0,0	35,0	21,0	28,0	0,0
21	32,6	17,8	25,2	0,0	34,2	14,2	24,2	0,0
22	32,8	19,0	25,9	9,6	35,4	14,7	25,1	0,0
23	32,6	19,8	26,2	0,0	33,4	16,6	25,0	0,0
24	30,2	16,0	23,1	0,0	32,2	11,8	22,0	0,0
25	26,0	20,2	23,1	3,6	33,8	11,6	22,7	0,0
26	32,9	19,2	26,1	0,6	31,6	17,7	24,7	0,5
27	33,8	16,8	25,3	0,0	33,4	15,4	24,4	0,0
28	35,2	21,3	28,3	0,0	34,8	14,0	24,4	0,0
29	33,0	21,0	27,0	0,0	35,4	14,0	24,7	0,0
30	36,1	19,4	27,8	0,0	36,4	16,2	26,3	0,0
Média	31,0	17,9	24,5	59,1	30,9	15,3	23,1	38,4
1/dez	33,8	19,3	26,6	0,0	36,3	18,6	27,5	0,0
2	35,6	21,6	28,6	0,0	29,8	21,5	25,7	0,0
3	35,2	21,9	28,6	0,2	31,4	19,2	25,3	3,0
4	27,9	22,6	25,3	31,2	35,1	16,1	25,6	0,2
5	31,4	21,0	26,2	16,3	36,9	16,4	26,7	0,0
6	32,6	20,6	26,6	0,1	32,2	20,4	26,3	5,8
7	34,2	17,9	26,1	0,0	33,1	20,4	26,8	0,0
8	34,6	26,9	30,8	0,0	33,0	18,5	25,8	14,8
9	27,4	20,6	24,0	0,0	28,5	17,4	23,0	1,8
10	23,6	19,9	21,8	16,3	25,3	20,8	23,1	13,4
11	30,2	17,4	23,8	3,4	28,5	20,1	24,3	3,6
12	32,9	16,0	24,5	0,0	28,0	20,8	24,4	0,0
13	34,6	18,2	26,4	0,0	27,1	20,3	23,7	54,0
14	34,2	21,4	27,8	0,0	30,7	18,3	24,5	33,8
15	32,6	20,9	26,8	63,0	32,4	16,0	24,2	0,0
16	32,2	21,2	26,7	0,0	33,5	13,7	23,6	0,0
17	24,6	19,4	22,0	32,3	35,1	15,2	25,2	0,0
18	26,9	12,8	19,9	0,0	35,7	16,3	26,0	0,0
19	29,6	13,0	21,3	0,0	37,7	17,1	27,4	0,0
20	33,0	14,4	23,7	0,0	37,7	18,9	28,3	0,0
21	23,6	19,9	21,8	0,0	36,8	19,4	28,1	0,2
22	24,0	16,2	20,1	64,0	26,9	19,7	23,3	8,0
23	27,6	12,6	20,1	0,0	32,5	18,4	25,5	15,0
24	30,4	14,2	22,3	0,0	33,0	19,8	26,4	0,0
25	30,4	19,2	24,8	0,0	33,1	19,8	26,5	0,0
26	31,9	21,0	26,5	1,6	33,5	21,8	27,7	0,0

Apêndice 7. Dados meteorológicos de Palotina, PR, anos agrícolas de 1998/1999 e 1999/2000.

Dia/Mês	Temperatura °C			Prec. mm	Temperatura °C			Prec. mm
	T máx	T mín	T média		T máx	T mín	T média	
27	34,0	19,0	26,5	0,0	35,5	21,6	28,6	0,0
28	32,6	19,4	26,0	0,0	34,5	21,0	27,8	5,0
29	25,2	20,0	22,6	14,2	34,2	21,4	27,8	0,0
30	29,7	17,2	23,5	0,0	31,5	21,1	26,3	0,0
31	32,0	18,0	25,0	0,0	31,9	21,3	26,6	3,4
Média	30,6	18,8	24,7	242,6	32,6	19,1	25,9	162,0
1/jan	29,1	18,6	23,9	0,0	31,4	22,5	27,0	1,6
2	31,4	21,3	26,4	0,0	31,6	19,0	25,3	3,4
3	33,2	19,6	26,4	0,0	31,0	19,6	25,3	0,0
4	30,2	21,1	25,7	3,2	33,7	17,0	25,4	0,0
5	29,7	19,2	24,5	44,3	35,0	18,2	26,6	0,0
6	31,7	19,3	25,5	0,0	35,0	19,3	27,2	1,8
7	30,8	18,6	24,7	1,4	34,6	19,0	26,8	18,6
8	31,2	18,3	24,8	0,0	32,4	19,4	25,9	0,0
9	31,2	18,1	24,7	3,8	32,5	21,1	26,8	0,0
10	33,0	21,1	27,1	0,0	33,0	21,0	27,0	8,6
11	30,0	21,0	25,5	12,1	34,8	21,8	28,3	8,6
12	31,2	19,1	25,2	31,6	33,0	20,9	27,0	9,4
13	31,4	20,2	25,8	0,0	31,2	22,1	26,7	7,1
14	30,8	20,3	25,6	0,0	32,0	21,3	26,7	0,0
15	29,7	18,9	24,3	10,0	31,2	22,6	26,9	12,2
16	31,9	17,9	24,9	0,0	35,4	22,0	28,7	8,0
17	31,4	20,1	25,8	0,0	35,4	21,6	28,5	0,0
18	32,0	22,4	27,2	0,6	36,1	23,6	29,9	0,0
19	33,1	21,7	27,4	0,0	34,9	23,0	29,0	1,3
20	32,4	20,0	26,2	26,0	33,0	22,0	27,5	0,0
21	36,0	20,2	28,1	0,1	34,4	20,4	27,4	0,0
22	35,0	20,2	27,6	0,0	34,2	20,9	27,6	0,0
23	35,6	19,3	27,5	0,0	36,1	22,4	29,3	0,3
24	35,9	21,4	28,7	0,0	34,8	23,0	28,9	0,0
25	35,2	20,5	27,9	0,0	31,7	23,6	27,7	0,0
26	32,0	21,6	26,8	0,0	33,2	21,0	27,1	0,0
27	33,5	20,2	26,9	0,1	32,4	19,3	25,9	0,0
28	32,0	21,0	26,5	0,0	34,6	19,3	27,0	0,0
29	29,6	20,6	25,1	10,2	34,1	18,6	26,4	0,0
30	27,4	19,0	23,2	0,0	32,9	19,0	26,0	0,0
31	26,4	19,9	23,2	26,4	27,9	22,8	25,4	29,2
Média	31,7	20,0	25,9	169,8	33,3	20,9	27,1	110,1
1/fev	28,2	20,3	24,3	36,6	31,0	18,6	24,8	16,4
2	25,5	21,2	23,4	9,5	33,8	16,5	25,2	0,0
3	32,6	20,0	26,3	25,2	32,0	22,4	27,2	6,6
4	34,4	22,8	28,6	0,0	28,8	21,0	24,9	41,7
5	35,0	22,1	28,6	0,0	31,8	16,0	23,9	0,0
6	34,0	21,0	27,5	0,0	33,0	15,2	24,1	0,0
7	34,2	22,5	28,4	0,0	33,2	17,0	25,1	0,0

Apêndice 7. Dados meteorológicos de Palotina, PR, anos agrícolas de 1998/1999 e 1999/2000

Dia/Mês	Temperatura °C			Prec. mm	Temperatura °C			Prec. mm
	T máx	T mín	T média		T máx	T mín	T média	
8	29,7	22,5	26,1	0,0	32,6	20,3	26,5	0,0
9	28,6	22,8	25,7	1,8	32,2	19,7	26,0	0,0
10	30,0	19,2	24,6	2,8	33,6	19,4	26,5	0,0
11	32,0	17,6	24,8	0,1	34,8	22,1	28,5	0,0
12	34,6	15,2	24,9	0,0	32,8	22,4	27,6	0,0
13	32,0	21,4	26,7	0,0	31,0	23,2	27,1	0,0
14	28,2	20,9	24,6	18,7	27,6	22,7	25,2	5,2
15	32,8	20,4	26,6	0,1	28,0	21,7	24,9	103,9
16	33,0	21,4	27,2	0,0	28,4	20,9	24,7	5,7
17	28,4	21,1	24,8	18,6	26,6	18,4	22,5	0,0
18	31,2	20,2	25,7	0,0	29,8	16,1	23,0	2,0
19	32,8	19,6	26,2	0,0	30,0	17,2	23,6	0,0
20	30,2	19,9	25,1	0,2	31,8	18,5	25,2	0,0
21	32,4	19,0	25,7	7,9	28,2	19,8	24,0	9,4
22	33,2	20,1	26,7	0,0	31,2	20,0	25,6	57,9
23	32,4	20,6	26,5	0,0	33,5	21,0	27,3	0,0
24	31,2	19,2	25,2	3,0	34,0	20,4	27,2	0,0
25	31,6	19,4	25,5	0,0	34,1	21,8	28,0	0,0
26	32,2	19,6	25,9	0,6	33,9	22,0	28,0	1,5
27	33,6	19,3	26,5	7,0	34,8	21,9	28,4	0,0
28	34,2	18,9	26,6	0,0	29,3	22,0	25,7	104,3
29					33,0	21,7	27,4	0,0
Média	31,7	20,3	26	132,1	31,5	20,0	25,8	354,6
1/mar	33,1	20,6	26,9	0,0	32,2	21,1	26,7	0,0
2	32,8	22,6	27,7	0,0	32,5	22,0	27,3	0,0
3	34,1	20,5	27,3	0,0	30,4	21,9	26,2	3,4
4	33,6	21,6	27,6	0,0	28,0	23,0	25,5	9,2
5	33,7	20,6	27,2	0,0	30,2	23,0	26,6	11,4
6	33,8	20,0	26,9	0,0	29,6	22,1	25,9	1,4
7	33,5	20,0	26,8	0,0	31,8	22,0	26,9	1,4
8	33,2	22,0	27,6	0,0	29,8	20,2	25,0	0,0
9	28,6	21,4	25,0	14,2	30,0	19,3	24,7	0,0
10	32,2	21,3	26,8	1,2	31,3	19,2	25,3	0,0
11	30,2	23,0	26,6	0,0	30,1	18,4	24,3	0,0
12	31,4	19,1	25,3	3,8	31,7	16,2	24,0	0,0
13	30,9	19,8	25,4	0,3	31,2	16,4	23,8	0,0
14	30,8	17,6	24,2	0,0	30,0	21,0	25,5	0,2
15	31,2	17,6	24,4	0,0	28,6	16,0	22,3	0,0
16	33,2	19,8	26,5	0,0	31,2	20,4	25,8	0,0
17	33,1	18,8	26,0	0,0	34,6	20,2	27,4	0,3
18	33,6	19,3	26,5	0,0	33,6	18,4	26,0	0,3
19	34,1	20,0	27,1	0,0	31,8	19,6	25,7	0,0
20	34,0	20,1	27,1	0,0	30,6	18,6	24,6	0,0
21	30,4	22,0	26,2	2,2	33,0	20,3	26,7	0,0
22	25,3	21,2	23,3	10,4	32,6	20,2	26,4	0,0

Apêndice 7. Dados meteorológicos de Palotina,PR, anos agrícolas de 1998/1999 e 1999/2000

Dia/Mês	Temperatura °C			Prec. mm	Temperatura °C			Prec. mm
	T máx	T mín	T média		T máx	T mín	T média	
23	27,8	21,7	24,8	8,2	31,6	22,0	26,8	0,0
24	31,6	22,0	26,8	2,4	33,2	20,8	27,0	11,4
25	32,4	22,2	27,3	2,4	31,5	20,0	25,8	22,4
26	33,8	22,0	27,9	1,8	31,2	21,2	26,2	0,0
27	34,4	20,2	27,3	0,0	32,2	19,0	25,6	0,0
28	35,2	21,9	28,6	0,0	23,6	18,4	21,0	35,1
29	33,8	20,2	27,0	0,0	28,6	15,3	22,0	0,0
30	27,9	21,0	24,5	0,3	30,5	18,5	24,5	0,0
31	29,6	21,6	25,6	0,0	31,4	18,2	24,8	0,0
Média	32,0	20,7	26,4	47,2	30,9	19,8	25,3	96,5
1/abr	32,4	21,0	26,7	6,2	33,4	23,1	28,3	0,0
2	33,8	22,0	27,9	0,0	31,2	17,5	24,4	0,0
3	34,1	21,0	27,6	0,0	30,0	18,9	24,5	0,4
4	34,0	20,4	27,2	0,0	29,9	18,6	24,3	0,0
5	33,2	20,0	26,6	0,0	30,9	18,1	24,5	0,0
6	33,2	21,0	27,1	0,0	31,0	17,4	24,2	0,0
7	32,6	18,6	25,6	0,0	32,0	17,6	24,8	0,0
8	33,0	18,2	25,6	0,0	33,1	17,8	25,5	0,0
9	31,1	19,3	25,2	0,0	33,4	16,5	25,0	0,0
10	30,6	18,9	24,8	0,0	34,2	13,5	23,9	0,0
11	26,6	19,9	23,3	0,0	33,5	14,2	23,9	0,0
12	27,9	20,0	24,0	0,0	32,2	14,6	23,4	0,0
13	24,8	20,2	22,5	3,8	30,0	16,6	23,3	0,0
14	29,4	20,6	25,0	3,4	33,5	14,9	24,2	0,0
15	24,6	17,5	21,1	6,8	32,0	18,0	25,0	0,0
16	20,0	8,2	14,1	47,2	31,0	19,5	25,3	0,0
17	16,6	2,8	9,7	0,0	29,8	20,0	24,9	24,5
18	20,0	2,0	11,0	0,0	25,0	20,0	22,5	46,5
19	25,0	4,2	14,6	0,0	23,2	14,2	18,7	6,0
20	26,4	11,2	18,8	0,0	20,4	13,7	17,1	0,0
21	29,0	14,1	21,6	0,0	23,7	9,9	16,8	0,2
22	32,1	15,8	24,0	0,0	26,9	8,0	17,5	0,0
23	31,5	16,8	24,2	0,0	26,9	10,0	18,5	0,0
24	32,1	15,8	24,0	0,0	28,4	10,0	19,2	0,0
25	29,0	13,6	21,3	0,0	30,0	12,0	21,0	0,0
26	28,2	10,6	19,4	0,0	23,4	16,3	19,9	8,1
27	29,0	14,9	22,0	0,0	30,8	14,8	22,8	0,0
28	29,0	16,6	22,8	0,0	29,8	18,4	24,1	0,0
29	29,9	14,6	22,3	0,0	30,1	17,8	24,0	0,0
30	30,2	15,3	22,8	0,0	30,0	15,3	22,7	0,0
Média	28,3	15,0	21,6	61,2	29,4	15,4	22,4	85,3

T máx,T mín e T méd = Temperatura máxima, mínima, e média

Prec. = Precipitação em milímetros

OBS: em negrito está o período de enchimento de grãos

Apêndice 8. Dados meteorológicos de C. Mourão,PR, anos agrícolas de 1998/1999 e 1999/2000.

Dia/Mês	Temperatura °C			Prec. mm	Temperatura °C			Prec. mm
	T máx	T mín	T média		T máx	T mín	T média	
1/out	24,5	16,2	20,4	0,0	33,6	18,5	26,1	0,0
2	26,1	15,6	20,9	0,0	28,2	15,0	21,6	0,0
3	28,3	16,5	22,4	0,0	18,4	13,5	16,0	1,2
4	30,2	17,0	23,6	0,4	22,5	10,2	16,4	0,0
5	22,5	15,7	19,1	34,8	25,9	10,7	18,3	0,0
6	19,6	16,1	17,9	11,6	26,7	14,5	20,6	0,0
7	22,6	16,3	19,5	1,8	27,0	17,6	22,3	8,6
8	22,1	15,9	19,0	2,8	24,1	15,1	19,6	1,0
9	29,0	16,4	22,7	0,0	27,1	11,4	19,3	0,0
10	25,8	15,6	20,7	0,0	27,4	13,3	20,4	0,0
11	23,7	15,5	19,6	23,0	27,4	14,1	20,8	0,0
12	29,2	14,9	22,1	0,0	30,5	14,4	22,5	0,0
13	28,7	17,9	23,3	0,0	33,2	15,8	24,5	0,0
14	29,3	17,5	23,4	0,0	33,7	18,8	26,3	0,2
15	29,6	17,7	23,7	0,0	35,2	17,8	26,5	0,0
16	23,6	19,0	21,3	21,2	29,5	20,1	24,8	2,0
17	24,1	16,5	20,3	0,6	21,0	17,3	19,2	22,6
18	26,8	13,8	20,3	0,0	28,0	14,2	21,1	0,2
19	25,8	15,3	20,6	0,0	29,4	17,3	23,4	0,0
20	27,1	14,3	20,7	0,0	29,2	15,1	22,2	0,0
21	28,8	15,9	22,4	0,0	27,9	14,8	21,4	0,0
22	31,1	18,9	25,0	0,0	27,5	17,0	22,3	1,4
23	32,6	18,8	25,7	10,2	29,1	14,4	21,8	0,0
24	28,3	18,3	23,3	0,6	27,5	15,6	21,6	0,0
25	20,4	15,8	18,1	6,2	20,5	14,4	17,5	2,6
26	20,4	16,8	18,6	89,4	26,8	15,2	21,0	0,0
27	19,3	17,1	18,2	0,0	27,4	16,6	22,0	0,4
28	27,3	13,7	20,5	0,0	29,6	16,4	23,0	0,0
29	28,8	16,9	22,9	0,0	31,6	18,1	24,9	0,0
30	26,1	18,8	22,5	0,0	30,6	18,6	24,6	0,0
31	26,6	18,2	22,4	0,2	28,0	16,6	22,3	0,0
Média	26,1	16,5	21,3	202,8	27,9	15,6	21,7	40,2
1/nov	29,2	14,7	22,0	0,0	29,0	14,4	21,7	0,0
2	28,1	16,1	22,1	0,0	23,9	17,2	20,6	9,8
3	25,7	15,7	20,7	0,0	29,2	15,7	22,5	0,0
4	28,5	15,3	21,9	0,0	23,1	19,5	21,3	21,8
5	30,7	15,9	23,3	0,0	23,0	14,7	18,9	0,4
6	33,2	15,7	24,5	0,0	28,0	11,6	19,8	0,0
7	31,1	17,2	24,2	0,0	29,7	12,2	21,0	0,0
8	31,4	17,2	24,3	0,0	31,6	15,7	23,7	0,0
9	23,4	17,6	20,5	24,6	26,4	16,0	21,2	0,0
10	21,0	16,5	18,8	6,0	20,6	14,7	17,7	0,0
11	26,6	15,7	21,2	0,0	21,2	13,1	17,2	2,4
12	27,4	14,4	20,9	0,0	22,9	16,2	19,6	3,4

Apêndice 8. Dados meteorológicos de C. Mourão, PR, anos agrícolas de 1998/1999 e 1999/2000

Dia/Mês	Temperatura °C			Prec. mm	Temperatura °C			Prec. mm
	T máx	T mín	T média		T máx	T mín	T média	
13	27,0	17,6	22,3	0,0	27,0	14,4	20,7	0,0
14	28,7	16,1	22,4	0,0	29,5	15,7	22,6	0,0
15	29,8	15,2	22,5	0,0	28,2	15,0	21,6	0,0
16	32,7	16,7	24,7	0,0	27,2	13,2	20,2	0,0
17	31,7	19,1	25,4	0,0	27,7	13,8	20,8	0,0
18	27,5	17,1	22,3	0,0	29,8	14,4	22,1	0,0
19	28,9	17,6	23,3	0,0	31,4	14,7	23,1	0,0
20	30,4	16,5	23,5	0,0	28,7	17,2	23,0	8,6
21	30,8	17,4	24,1	1,8	30,7	13,6	22,2	0,0
22	29,2	18,1	23,7	0,0	32,2	15,5	23,9	0,0
23	31,2	17,4	24,3	0,0	30,8	15,7	23,3	0,0
24	32,2	17,5	24,9	0,0	30,1	15,8	23,0	0,0
25	28,8	19,2	24,0	4,0	30,8	12,9	21,9	0,0
26	29,3	19,1	24,2	0,0	28,6	15,1	21,9	0,0
27	28,7	18,9	23,8	1,0	30,5	16,9	23,7	0,0
28	31,0	18,9	25,0	0,0	31,6	17,0	24,3	0,0
29	33,3	20,4	26,9	0,8	32,9	18,1	25,5	0,0
30	34,1	18,8	26,5	0,0	33,3	18,2	25,8	0,0
Média	29,4	17,1	23,3	38,2	28,3	15,3	21,8	46,4
1/dez	32,8	19,0	25,9	0,0	32,3	17,4	24,9	0,0
2	34,7	19,9	27,3	9,6	31,9	19,4	25,7	0,0
3	34,2	21,7	28,0	0,0	25,7	19,1	22,4	14,6
4	24,9	19,8	22,4	22,2	31,0	18,2	24,6	0,0
5	29,3	19,6	24,5	0,0	33,5	17,6	25,6	4,4
6	31,5	19,3	25,4	0,0	29,9	18,7	24,3	1,4
7	32,1	19,3	25,7	0,0	27,5	19,8	23,7	2,0
8	32,9	18,5	25,7	0,0	28,5	18,2	23,4	0,4
9	27,6	20,8	24,2	1,0	29,5	17,1	23,3	0,0
10	22,5	19,6	21,1	7,6	23,4	18,4	20,9	7,0
11	27,5	18,2	22,9	3,2	26,0	17,9	22,0	0,0
12	30,4	15,6	23,0	0,0	23,2	18,3	20,8	1,8
13	33,2	17,0	25,1	0,0	22,1	17,6	19,9	62,8
14	32,3	19,6	26,0	77,8	28,0	19,5	23,8	0,2
15	30,6	19,8	25,2	0,8	28,8	16,7	22,8	0,0
16	30,1	20,4	25,3	3,2	30,0	15,6	22,8	0,0
17	24,3	15,9	20,1	6,8	32,1	15,8	24,0	0,0
18	24,8	13,7	19,3	0,0	31,2	18,0	24,6	0,0
19	29,0	13,3	21,2	0,0	33,8	18,6	26,2	0,0
20	30,3	15,0	22,7	0,0	34,6	21,2	27,9	0,0
21	27,2	19,5	23,4	28,4	33,9	18,7	26,3	0,0
22	24,1	17,5	20,8	0,2	25,7	18,9	22,3	12,4
23	28,3	13,4	20,9	0,0	30,3	17,8	24,1	0,0
24	24,7	16,3	20,5	0,0	29,7	18,3	24,0	0,0
25	28,0	17,9	23,0	0,0	28,6	18,1	23,4	0,0
26	29,4	18,7	24,1	0,0	31,4	20,4	25,9	0,0

Apêndice 8. Dados meteorológicos de C. Mourão, PR, anos agrícolas de 1998/1999 e 1999/2000

Dia/Mês	Temperatura °C			Prec. mm	Temperatura °C			Prec. mm
	T máx	T mín	T média		T máx	T mín	T média	
27	31,5	18,6	25,1	0,0	32,5	20,2	26,4	12,2
28	30,6	19,3	25,0	20,8	31,9	18,4	25,2	0,2
29	23,9	19,1	21,5	2,0	31,5	20,9	26,2	0,0
30	28,0	18,0	23,0	0,0	30,6	20,3	25,5	13,0
31	30,5	18,7	24,6	0,0	27,9	20,6	24,3	29,2
Média	29,1	18,2	23,6	183,6	29,6	18,6	24,1	161,6
1/jan	29,7	19,5	24,6	0,0	27,4	20,7	24,1	15,0
2	29,1	20,1	24,6	0,0	29,1	18,6	23,9	0,0
3	30,8	19,8	25,3	0,0	28,3	18,1	23,2	0,0
4	24,5	19,8	22,2	41,0	29,4	16,6	23,0	0,0
5	28,1	19,4	23,8	0,6	31,4	17,8	24,6	0,0
6	29,4	20,9	25,2	1,0	30,5	19,7	25,1	0,0
7	28,4	17,8	23,1	0,0	30,1	18,9	24,5	21,4
8	22,5	18,1	20,3	0,4	29,0	16,8	22,9	0,0
9	27,6	19,2	23,4	0,0	30,2	19,3	24,8	4,2
10	30,2	20,9	25,6	0,2	30,8	19,4	25,1	0,2
11	26,0	19,7	22,9	8,2	29,9	20,7	25,3	0,0
12	29,4	19,7	24,6	1,2	30,1	19,7	24,9	0,0
13	29,2	17,2	23,2	0,0	29,6	19,8	24,7	0,0
14	27,9	16,9	0,0	0,0	30,0	21,0	25,5	12,4
15	26,6	16,7	21,7	14,0	29,5	20,5	25,0	0,8
16	27,8	17,7	22,8	21,4	32,3	20,6	26,5	0,0
17	25,8	19,3	22,6	0,0	32,5	21,9	27,2	0,0
18	22,9	20,3	21,6	5,4	33,6	21,8	27,7	0,0
19	26,5	19,0	0,0	0,0	31,3	21,9	26,6	0,8
20	30,2	17,8	24,0	15,0	26,2	21,0	23,6	0,0
21	33,0	17,2	25,1	0,0	31,2	18,9	25,1	0,0
22	32,7	18,6	25,7	0,0	32,8	18,4	25,6	0,0
23	33,2	18,6	25,9	0,0	33,0	19,8	26,4	0,0
24	32,9	20,6	26,8	0,0	32,1	22,8	27,5	0,0
25	31,8	19,6	25,7	0,0	31,1	19,9	25,5	24,0
26	31,4	20,9	26,2	0,0	31,0	20,0	25,5	0,0
27	29,7	19,3	24,5	0,6	28,4	18,2	23,3	0,0
28	29,3	20,5	24,9	2,0	28,6	17,2	22,9	0,0
29	26,9	19,5	23,2	0,0	29,2	15,6	22,4	0,0
30	28,4	18,4	23,4	5,0	30,1	17,6	23,9	0,0
31	26,4	19,8	23,1	70,2	26,3	19,8	23,1	60,4
Média	28,7	19,1	22,4	186,2	30,2	19,5	24,8	139,2
1/fev	27,3	18,9	23,1	0,2	27,9	19,1	23,5	0,0
2	26,2	19,3	22,8	4,4	30,2	17,9	24,1	0,0
3	30,0	19,4	24,7	0,0	28,9	19,9	24,4	52,6
4	31,1	20,4	25,8	0,0	27,0	19,7	23,4	2,6
5	32,0	21,0	26,5	0,0	28,7	17,9	23,3	0,0
6	30,5	21,6	26,1	0,4	30,4	18,2	24,3	0,0
7	31,0	20,2	25,6	12,0	30,0	19,6	24,8	0,0

Apêndice 8. Dados meteorológicos de C. Mourão, PR, anos agrícolas de 1998/1999 e 1999/2000

Dia/Mês	Temperatura °C			Prec. mm	Temperatura °C			Prec. mm
	T máx	T mín	T média		T máx	T mín	T média	
8	28,2	19,5	23,9	3,4	29,4	18,3	23,9	0,0
9	27,0	20,5	23,8	24,2	27,4	18,9	23,2	0,0
10	27,7	20,9	24,3	0,4	30,3	20,6	25,5	0,0
11	29,0	18,5	23,8	0,2	30,9	21,5	26,2	0,0
12	29,5	16,2	22,9	0,0	28,1	20,5	24,3	0,2
13	29,6	19,9	24,8	0,2	22,8	20,1	21,5	92,2
14	26,2	18,7	22,5	43,2	24,5	20,5	22,5	21,2
15	30,8	18,9	24,9	0,0	26,1	20,3	23,2	77,8
16	31,0	19,9	25,5	51,0	25,6	18,1	21,9	4,8
17	26,9	19,1	23,0	0,2	25,1	17,0	21,1	0,0
18	29,2	19,4	24,3	0,0	26,9	14,5	20,7	0,0
19	27,6	18,9	23,3	9,8	28,0	15,1	21,6	0,0
20	26,6	18,3	22,5	1,0	29,2	17,6	23,4	0,0
21	27,9	20,3	24,1	2,8	23,7	18,4	21,1	74,8
22	27,1	19,5	23,3	0,2	27,7	17,9	22,8	26,6
23	30,5	19,8	25,2	12,8	29,6	19,1	24,4	2,2
24	28,6	19,2	23,9	1,2	31,5	18,7	25,1	0,0
25	30,5	18,9	24,7	0,0	31,4	20,1	25,8	0,0
26	29,4	19,9	24,7	0,0	31,8	20,4	26,1	0,0
27	31,2	19,8	25,5	14,6	28,9	20,3	24,6	0,0
28	31,9	19,0	25,5	9,6	28,1	20,5	24,3	0,0
29					29,1	19,3	24,2	0,0
Média	29,1	19,5	24,3	191,8	28,2	19,0	23,6	355,0
1/mar	29,9	20,5	25,2	0,0	28,8	20,6	24,7	0,0
2	29,9	20,9	25,4	2,6	29,5	19,3	24,4	1,8
3	31,8	19,3	25,6	0,0	29,7	20,0	24,9	23,0
4	29,8	20,1	25,0	0,0	26,9	21,4	24,2	0,6
5	29,4	19,4	24,4	0,0	29,0	20,1	24,6	11,0
6	30,3	19,7	25,0	0,0	29,7	19,0	24,4	0,0
7	30,6	20,0	25,3	0,0	28,3	20,8	24,6	1,8
8	29,7	19,9	24,8	0,0	27,4	17,2	22,3	0,0
9	26,4	19,6	23,0	35,8	26,9	15,3	21,1	0,0
10	29,9	19,7	24,8	0,6	27,8	16,2	22,0	0,0
11	27,6	20,8	24,2	22,2	28,2	17,7	23,0	0,0
12	28,1	19,9	24,0	2,4	27,4	18,0	22,7	6,6
13	27,8	17,2	22,5	0,0	28,5	16,3	22,4	0,0
14	27,5	16,3	21,9	0,0	26,7	17,6	22,2	0,0
15	29,3	16,9	23,1	0,0	25,1	15,2	20,2	0,0
16	29,7	17,9	23,8	0,0	27,5	20,3	23,9	0,2
17	30,1	18,8	24,5	0,0	28,6	20,6	24,6	13,4
18	30,1	19,2	24,7	0,0	30,8	18,9	24,9	0,0
19	30,9	18,5	24,7	0,0	27,4	18,8	23,1	0,0
20	32,1	19,1	25,6	0,0	27,7	17,4	22,6	0,0
21	29,9	19,9	24,9	0,0	29,5	17,5	23,5	0,0
22	24,3	20,2	22,3	4,8	28,5	18,2	23,4	0,0

Apêndice 8. Dados meteorológicos de C. Mourão, PR, anos agrícolas de 1998/1999 e 1999/2000

Dia/Mês	Temperatura °C			Prec. mm	Temperatura °C			Prec. mm
	T máx	T mín	T média		T máx	T mín	T média	
23	27,4	19,3	23,4	1,6	29,7	19,5	24,6	5,8
24	28,3	19,9	24,1	12,8	30,3	19,1	24,7	1,8
25	30,6	19,9	25,3	0,0	29,7	17,3	23,5	0,2
26	31,4	20,7	26,1	0,0	29,5	18,4	24,0	0,0
27	32,2	19,0	25,6	0,0	30,0	17,5	23,8	9,2
28	32,9	20,6	26,8	0,0	25,5	16,9	21,2	12,0
29	30,7	20,0	25,4	0,6	27,8	16,6	22,2	9,8
30	25,7	19,4	22,6	4,4	27,6	17,2	22,4	0,0
31	28,7	19,6	24,2	0,0	28,9	16,6	22,8	0,0
Média	29,5	19,4	24,4	87,8	28,4	18,2	23,3	97,2
1/abr	29,6	20,0	24,8	0,2	31,0	19,3	25,2	0,0
2	32,7	21,2	27,0	0,0	28,1	19,0	23,6	0,0
3	32,7	20,4	26,6	0,0	26,8	16,7	21,8	0,0
4	31,1	20,4	25,8	7,0	27,7	15,7	21,7	0,0
5	31,2	20,5	25,9	0,0	28,1	17,3	22,7	0,0
6	31,5	19,5	25,5	0,0	28,5	17,0	22,8	0,0
7	30,9	18,7	24,8	0,0	29,6	16,4	23,0	0,0
8	30,7	17,6	24,2	0,0	31,6	17,3	24,5	0,0
9	27,7	17,8	22,8	0,0	30,9	17,2	24,1	0,0
10	26,9	16,7	21,8	0,0	31,2	14,4	22,8	0,0
11	26,8	17,0	21,9	0,0	31,5	13,8	22,7	0,0
12	26,7	18,7	22,7	3,4	30,1	14,6	22,4	0,0
13	24,3	19,4	21,9	1,4	28,1	15,7	21,9	0,0
14	26,5	18,8	22,7	15,8	30,7	16,3	23,5	0,0
15	23,9	16,9	20,4	24,2	31,3	16,5	23,9	0,0
16	20,5	6,6	13,6	18,0	29,5	19,9	24,7	0,0
17	14,8	3,6	9,2	0,0	26,7	18,9	22,8	3,6
18	18,9	2,7	10,8	0,0	20,9	17,7	19,3	10,0
19	23,7	7,6	15,7	0,0	22,2	13,5	17,9	0,2
20	25,4	10,2	17,8	0,0	19,8	10,1	15,0	0,0
21	27,2	14,3	20,8	0,0	22,1	9,0	15,6	0,0
22	29,2	14,9	22,1	0,0	25,7	8,7	17,2	0,0
23	28,9	16,5	22,7	0,0	26,4	11,1	18,8	0,0
24	27,5	15,2	21,4	0,0	26,3	11,0	18,7	0,0
25	26,9	13,5	20,2	0,0	27,8	11,7	19,8	0,0
26	27,4	13,4	20,4	0,0	26,2	15,1	20,7	0,8
27	26,0	15,2	20,6	0,0	28,3	17,0	22,7	0,0
28	25,9	15,5	20,7	0,0	28,4	15,9	22,2	0,0
29	28,1	15,0	21,6	0,0	27,4	16,2	21,8	0,0
30	28,3	16,3	22,3	0,0	29,2	14,6	21,9	0,0
Média	26,2	14,5	20,3	62,8	27,6	14,8	21,2	14,6

T máx, T mín e T méd = Temperatura máxima, mínima, e média

Prec. = Precipitação em milímetros

OBS: em negrito está o período de enchimento de grãos

Apêndice 9. Dados meteorológicos de Londrina, PR, anos agrícolas 1998/1999 e 1999/2000.

Dia/Mês	Temperatura °C			Prec. mm	Temperatura °C			Prec. mm
	T máx	T mín	T média		T máx	T mín	T média	
1/out	26,3	16,4	21,4	13,4	35,0	17,1	26,1	0,0
2	26,9	15,4	21,2	0,0	33,0	20,0	26,5	0,0
3	28,0	16,4	22,2	0,1	22,5	14,0	18,3	7,4
4	32,4	17,2	24,8	0,0	21,5	9,8	15,7	2,0
5	27,5	16,4	22,0	28,2	25,6	11,2	18,4	0,0
6	25,8	16,6	21,2	2,8	28,1	13,8	21,0	0,0
7	22,5	17,2	19,9	15,5	24,6	15,6	20,1	0,0
8	24,8	16,0	20,4	28,5	26,4	17,3	21,9	26,5
9	29,5	17,8	23,7	0,0	28,0	13,4	20,7	0,0
10	26,0	14,9	20,5	0,0	27,6	13,6	20,6	0,0
11	23,2	16,2	19,7	4,9	26,9	13,2	20,1	0,0
12	27,6	17,0	22,3	0,2	30,0	13,8	21,9	0,0
13	29,4	18,9	24,2	0,0	32,0	16,0	24,0	0,0
14	30,0	16,6	23,3	0,0	31,6	19,0	25,3	0,0
15	30,1	16,2	23,2	0,0	35,4	20,2	27,8	0,0
16	24,4	20,0	22,2	4,8	31,6	20,2	25,9	0,2
17	24,0	17,2	20,6	23,5	22,8	17,6	20,2	19,5
18	27,2	15,6	21,4	8,0	28,6	16,6	22,6	24,5
19	26,1	13,9	20,0	0,0	28,4	16,6	22,5	0,0
20	26,8	14,5	20,7	0,0	28,9	14,1	21,5	0,0
21	29,8	16,4	23,1	0,0	28,8	14,3	21,6	0,0
22	31,0	17,3	24,2	0,0	28,4	15,4	21,9	0,0
23	32,2	18,6	25,4	0,0	27,4	14,0	20,7	9,6
24	26,0	18,8	22,4	5,6	27,0	18,1	22,6	0,0
25	22,7	17,0	19,9	0,2	21,6	15,2	18,4	0,2
26	23,0	16,8	19,9	3,8	25,6	14,8	20,2	1,4
27	23,3	18,7	21,0	43,0	26,1	16,4	21,3	1,5
28	28,7	17,4	23,1	0,4	30,2	17,0	23,6	3,0
29	30,1	17,0	23,6	0,0	31,7	19,1	25,4	0,0
30	24,9	19,3	22,1	0,0	30,0	18,6	24,3	0,0
31	27,9	15,6	21,8	0,0	27,5	16,0	21,8	0,0
Média	27,0	16,9	22,0	182,9	28,2	15,9	22,0	95,8
1/nov	29,5	15,6	22,6	0,0	28,6	14,2	21,4	0,0
2	28,2	15,3	21,8	0,0	28,4	16,3	22,4	0,0
3	27,8	14,2	21,0	0,0	31,1	17,4	24,3	0,0
4	29,5	14,4	22,0	0,0	26,0	20,7	23,4	16,8
5	32,0	17,0	24,5	0,0	23,4	17,9	20,7	35,0
6	33,8	19,0	26,4	0,0	27,8	13,8	20,8	0,0
7	34,4	18,7	26,6	0,0	29,8	15,1	22,5	0,0
8	33,8	19,4	26,6	0,0	32,8	15,8	24,3	0,0
9	28,0	18,0	23,0	0,0	26,1	17,8	22,0	0,0
10	20,8	17,4	19,1	10,2	18,3	15,1	16,7	5,0
11	25,6	16,3	21,0	10,8	23,4	13,2	18,3	0,0
12	27,4	14,4	20,9	0,0	24,0	15,8	19,9	2,9

Apêndice 9. Dados meteorológicos de Londrina, PR, anos agrícolas 1998/1999 e 1999/2000.

Dia/Mês	Temperatura °C			Prec. mm	Temperatura °C			Prec. mm
	T máx	T mín	T média		T máx	T mín	T média	
13	23,6	16,6	20,1	0,0	26,8	16,1	21,5	0,0
14	28,9	16,1	22,5	0,0	28,8	15,9	22,4	0,0
15	30,1	16,4	23,3	0,0	27,6	14,9	21,3	0,0
16	33,0	17,6	25,3	0,0	27,5	13,2	20,4	0,0
17	33,6	19,3	26,5	0,0	28,5	13,0	20,8	0,0
18	31,6	20,2	25,9	0,0	30,4	12,8	21,6	0,0
19	28,7	17,8	23,3	0,0	30,4	13,8	22,1	0,0
20	31,0	15,8	23,4	0,0	26,8	16,8	21,8	0,0
21	30,6	18,8	24,7	0,0	31,8	14,0	22,9	10,5
22	28,4	17,6	23,0	2,0	32,2	17,0	24,6	0,0
23	31,9	16,4	24,2	0,0	32,8	17,4	25,1	0,0
24	31,9	15,8	23,9	0,0	32,0	16,7	24,4	0,0
25	29,7	17,4	23,6	0,0	32,8	17,3	25,1	0,0
26	27,4	20,6	24,0	1,1	27,7	17,8	22,8	0,2
27	28,7	20,0	24,4	5,5	32,4	18,0	25,2	0,0
28	31,6	18,2	24,9	0,0	32,4	16,5	24,5	0,0
29	33,7	19,4	26,6	0,0	33,2	17,6	25,4	0,0
30	35,0	21,2	28,1	0,0	32,4	16,5	24,5	0,0
Média	30,0	17,5	23,8	29,6	28,9	15,9	22,4	70,4
1/dez	33,6	17,5	25,6	3,0	32,9	17,3	25,1	0,0
2	34,9	21,7	28,3	0,0	32,6	18,6	25,6	0,0
3	34,1	21,8	28,0	0,0	27,4	21,0	24,2	0,0
4	25,2	18,4	21,8	11,6	34,0	18,0	26,0	1,4
5	30,2	20,4	25,3	10,6	34,8	19,2	27,0	0,0
6	30,4	19,4	24,9	0,0	30,0	21,0	25,5	0,0
7	33,3	20,1	26,7	0,3	29,4	19,3	24,4	0,2
8	33,2	20,0	26,6	0,0	31,2	19,2	25,2	3,0
9	30,0	20,0	25,0	14,7	31,1	18,2	24,7	0,2
10	25,4	20,6	23,0	5,3	27,8	20,6	24,2	0,0
11	28,4	20,9	24,7	8,5	24,2	18,4	21,3	2,8
12	31,8	18,4	25,1	0,0	24,8	18,3	21,6	0,0
13	34,1	19,3	26,7	0,0	21,5	18,8	20,2	10,0
14	33,2	21,0	27,1	0,0	29,8	19,4	24,6	42,2
15	31,2	20,6	25,9	51,8	30,6	18,2	24,4	0,0
16	31,4	21,2	26,3	0,0	31,6	18,0	24,8	0,0
17	27,4	20,0	23,7	22,8	34,4	19,0	26,7	0,0
18	27,5	14,6	21,1	0,0	34,4	19,2	26,8	0,0
19	30,4	14,6	22,5	0,0	34,8	20,5	27,7	0,0
20	30,2	16,0	23,1	0,0	35,0	20,3	27,7	0,0
21	30,1	19,6	24,9	0,0	34,2	21,0	27,6	0,0
22	26,6	19,8	23,2	61,1	27,1	19,7	23,4	0,0
23	25,0	18,0	21,5	6,5	31,2	18,6	24,9	4,5
24	24,5	17,9	21,2	0,0	30,8	18,6	24,7	0,0
25	28,5	18,7	23,6	2,3	30,7	18,6	24,7	0,0
26	29,9	18,0	24,0	0,0	33,8	20,3	27,1	0,0

Apêndice 9. Dados meteorológicos de Londrina, PR, anos agrícolas 1998/1999 e 1999/2000.

Dia/Mês	Temperatura °C			Prec. mm	Temperatura °C			Prec. mm
	T máx	T mín	T média		T máx	T mín	T média	
27	31,2	18,1	24,7	0,0	30,5	21,6	26,1	1,2
28	29,7	19,7	24,7	0,0	32,9	19,3	26,1	1,0
29	25,9	19,2	22,6	24,8	33,4	21,2	27,3	0,0
30	29,6	17,6	23,6	0,8	33,9	21,6	27,8	0,0
31	32,2	17,9	25,1	0,0	31,5	22,0	26,8	0,0
Média	30,0	19,1	24,5	224,1	31,0	19,5	25,3	66,5
1/jan	29,8	20,2	25,0	0,0	27,8	20,9	24,4	17,8
2	27,4	20,4	23,9	6,8	29,4	18,4	23,9	0,2
3	29,9	21,8	25,9	44,2	29,5	17,9	23,7	0,4
4	25,0	21,2	23,1	3,6	30,2	19,2	24,7	0,0
5	29,0	19,7	24,4	20,8	32,1	19,2	25,7	29,0
6	27,4	20,9	24,2	0,2	31,5	20,1	25,8	0,0
7	24,3	17,5	20,9	4,2	30,6	21,2	25,9	0,0
8	22,4	18,5	20,5	2,7	28,5	17,2	22,9	0,2
9	26,1	19,6	22,9	41,7	32,0	20,1	26,1	0,0
10	28,4	20,4	24,4	11,4	33,1	20,8	27,0	0,0
11	24,2	19,2	21,7	44,3	31,2	20,6	25,9	5,5
12	29,0	20,0	24,5	29,8	30,4	19,4	24,9	3,6
13	30,1	18,4	24,3	0,0	31,5	21,4	26,5	0,0
14	29,8	19,6	24,7	0,0	30,6	21,0	25,8	0,0
15	29,9	17,9	23,9	2,5	32,3	19,4	25,9	21,6
16	24,0	19,8	21,9	10,0	33,7	21,0	27,4	4,1
17	26,5	18,8	22,7	6,2	33,0	21,8	27,4	0,0
18	32,2	20,5	26,4	2,8	32,6	21,4	27,0	0,0
19	32,3	20,2	26,3	2,2	31,0	22,6	26,8	22,1
20	33,9	18,4	26,2	0,0	26,2	19,0	22,6	4,2
21	34,7	19,8	27,3	0,2	31,3	18,4	24,9	0,0
22	34,1	19,3	26,7	0,0	32,9	19,2	26,1	0,0
23	33,0	19,6	26,3	0,0	33,1	21,1	27,1	0,0
24	33,3	21,4	27,4	0,0	32,4	21,5	27,0	0,0
25	32,9	21,8	27,4	0,0	33,2	21,4	27,3	0,0
26	33,6	21,2	27,4	0,0	31,2	20,8	26,0	10,6
27	30,5	20,4	25,5	11,1	27,6	18,1	22,9	0,0
28	31,9	21,1	26,5	0,0	28,9	15,7	22,3	0,0
29	31,0	20,4	25,7	0,0	30,1	15,9	23,0	0,0
30	26,5	21,8	24,2	0,0	30,7	16,3	23,5	0,0
31	27,1	20,6	23,9	18,3	25,4	19,2	22,3	7,9
Média	29,4	20,0	24,7	263,0	30,8	19,7	25,2	127,2
1/fev	27,0	19,7	23,4	42,2	29,8	20,8	25,3	48,0
2	29,7	20,3	25,0	0,6	31,6	18,3	25,0	0,0
3	30,8	18,8	24,8	36,8	28,4	19,8	24,1	0,0
4	32,2	20,7	26,5	0,0	27,8	21,3	24,6	13,0
5	32,8	21,3	27,1	0,0	30,4	18,7	24,6	0,0
6	31,6	20,8	26,2	0,0	31,2	18,9	25,1	0,0
7	31,8	21,4	26,6	0,0	30,2	19,6	24,9	0,0

Apêndice 9. Dados meteorológicos de Londrina, PR, anos agrícolas 1998/1999 e 1999/2000

Dia/Mês	Temperatura °C			Prec. mm	Temperatura °C			Prec. mm
	T máx	T mín	T média		T máx	T mín	T média	
8	29,2	21,9	25,6	0,2	30,1	18,0	24,1	0,0
9	29,4	21,4	25,4	1,9	29,2	19,8	24,5	0,0
10	28,2	21,2	24,7	7,8	28,2	21,0	24,6	6,0
11	31,6	19,9	25,8	3,2	30,8	21,0	25,9	8,2
12	28,9	20,2	24,6	1,0	27,0	19,6	23,3	19,1
13	32,4	18,8	25,6	0,0	23,2	21,6	22,4	8,5
14	28,8	19,2	24,0	57,2	27,4	19,8	23,6	40,8
15	31,1	19,4	25,3	0,0	28,0	20,2	24,1	53,4
16	31,9	20,9	26,4	0,0	27,4	18,6	23,0	0,8
17	30,3	20,2	25,3	17,6	21,6	18,0	19,8	5,5
18	31,0	20,9	26,0	0,0	27,2	15,4	21,3	4,3
19	29,8	19,8	24,8	0,0	28,8	15,9	22,4	0,0
20	26,8	20,2	23,5	9,9	29,8	17,0	23,4	0,0
21	29,8	20,1	25,0	6,1	29,8	19,4	24,6	0,0
22	30,2	19,4	24,8	0,5	26,6	19,2	22,9	14,8
23	30,8	18,6	24,7	0,0	31,2	20,0	25,6	0,0
24	29,4	21,0	25,2	1,0	30,8	20,2	25,5	0,0
25	30,6	20,2	25,4	26,2	31,6	19,8	25,7	11,2
26	30,6	20,4	25,5	0,0	32,0	21,0	26,5	0,0
27	30,6	20,6	25,6	0,0	30,8	21,4	26,1	0,0
28	31,1	20,6	25,9	0,0	30,2	22,0	26,1	0,0
29					30,2	20,4	25,3	0,0
Média	30,3	20,3	25,3	212,2	29,0	19,5	24,3	233,6
1/mar	31,0	21,6	26,3	0,0	28,6	20,8	24,7	42,8
2	27,8	19,6	23,7	6,2	29,3	20,8	25,1	1,4
3	31,4	20,6	26,0	0,0	29,4	20,4	24,9	3,5
4	30,8	19,8	25,3	0,0	28,1	20,7	24,4	12,8
5	30,1	19,4	24,8	0,0	29,5	21,2	25,4	60,2
6	31,1	19,9	25,5	0,0	30,4	20,8	25,6	1,8
7	31,3	20,1	25,7	0,0	29,5	20,9	25,2	0,0
8	30,0	20,7	25,4	0,0	27,3	17,2	22,3	14,4
9	30,3	19,6	25,0	12,0	27,4	14,8	21,1	0,0
10	31,6	20,4	26,0	0,0	27,9	16,2	22,1	0,0
11	29,6	20,4	25,0	12,5	29,7	18,0	23,9	0,0
12	26,9	21,2	24,1	8,5	28,0	18,9	23,5	0,0
13	28,4	16,8	22,6	0,0	29,3	16,4	22,9	0,0
14	28,1	16,2	22,2	0,0	22,8	18,8	20,8	0,2
15	29,4	17,0	23,2	0,0	26,0	17,1	21,6	1,5
16	30,5	18,4	24,5	0,0	29,9	20,4	25,2	0,0
17	30,8	19,2	25,0	0,0	29,6	20,4	25,0	68,9
18	31,0	19,2	25,1	0,0	30,5	20,9	25,7	0,0
19	31,6	19,8	25,7	0,0	26,2	19,1	22,7	10,5
20	32,1	20,1	26,1	0,0	28,2	17,3	22,8	0,0
21	32,0	19,4	25,7	0,0	28,2	16,8	22,5	0,0
22	29,2	20,8	25,0	0,0	27,1	19,0	23,1	0,0

Apêndice 9. Dados meteorológicos de Londrina, PR, anos agrícolas 1998/1999 e 1999/2000

Dia/Mês	Temperatura °C			Prec. mm	Temperatura °C			Prec.
	T máx	T mín	T média		T máx	T mín	T média	
23	26,5	19,4	23,0	27,3	29,4	19,1	24,3	1,6
24	29,8	20,6	25,2	0,4	31,5	18,6	25,1	0,0
25	32,4	20,6	26,5	0,4	30,6	18,1	24,4	7,0
26	31,8	20,0	25,9	0,2	29,5	17,8	23,7	0,0
27	32,1	19,8	26,0	1,1	30,5	20,4	25,5	0,0
28	34,2	21,2	27,7	0,0	29,9	17,8	23,9	3,5
29	32,5	20,9	26,7	0,0	26,5	19,6	23,1	0,0
30	30,6	19,3	25,0	24,0	27,7	16,8	22,3	0,0
31	28,2	19,7	24,0	0,0	29,9	17,2	23,6	0,0
Média	30,4	19,7	25,1	92,6	28,7	18,8	23,7	230,1
1/abr	31,8	19,4	25,6	0,0	31,0	19,2	25,1	0,0
2	31,4	20,6	26,0	0,0	28,9	19,4	24,2	0,0
3	33,6	20,7	27,2	0,0	27,4	17,6	22,5	0,0
4	31,2	20,6	25,9	0,0	28,3	16,4	22,4	0,0
5	31,9	19,8	25,9	0,0	28,9	16,2	22,6	0,0
6	31,9	19,4	25,7	0,0	30,3	17,0	23,7	0,0
7	31,8	19,2	25,5	0,0	30,4	17,0	23,7	0,0
8	30,5	18,0	24,3	0,0	32,4	18,4	25,4	0,0
9	27,5	17,0	22,3	0,0	31,6	17,3	24,5	0,0
10	28,2	17,6	22,9	0,0	32,2	16,6	24,4	0,0
11	28,3	17,0	22,7	0,0	32,6	15,8	24,2	0,0
12	27,6	18,0	22,8	0,0	31,5	15,4	23,5	0,0
13	26,3	18,8	22,6	10,4	32,0	19,6	25,8	0,0
14	29,7	19,1	24,4	0,2	31,8	18,2	25,0	0,0
15	25,4	16,8	21,1	1,6	32,0	17,9	25,0	0,0
16	20,8	12,8	16,8	74,8	30,6	18,5	24,6	0,0
17	16,6	4,7	10,7	7,9	28,5	19,0	23,8	0,0
18	21,8	3,8	12,8	0,0	23,0	18,2	20,6	17,0
19	24,8	6,3	15,6	0,0	23,5	15,7	19,6	4,8
20	25,6	9,2	17,4	0,0	22,8	11,0	16,9	0,0
21	28,3	14,7	21,5	0,0	23,6	10,6	17,1	0,0
22	28,5	15,4	22,0	0,0	25,8	10,4	18,1	0,0
23	28,9	15,8	22,4	0,0	26,7	12,4	19,6	0,0
24	27,4	15,2	21,3	0,0	28,8	12,0	20,4	0,0
25	26,4	11,8	19,1	0,0	29,5	13,9	21,7	0,0
26	28,1	13,8	21,0	0,0	28,2	14,0	21,1	0,0
27	26,4	14,2	20,3	0,0	29,9	16,2	23,1	0,0
28	27,0	14,4	20,7	0,0	30,1	16,4	23,3	0,0
29	28,0	15,6	21,8	0,0	29,1	16,2	22,7	0,0
30	28,4	15,1	21,8	0,0	30,4	15,6	23,0	0,0
Média	27,0	14,5	20,8	94,9	29,1	15,7	22,4	21,8

T máx, T mín e T méd = Temperatura máxima, mínima, e média

Prec. = Precipitação em milímetros

OBS: em negrito está o período de enchimento de grãos

Apêndice 10. Dados meteorológicos de Dourados,MS, anos agrícolas de 1998/1999 e 1999/2000.

Dia/Mês	Temperatura °C			Prec. mm	Temperatura °C			Prec. mm
	T máx	T mín	T média		T máx	T mín	T média	
1/out	24,1	19,5	21,8	0,0	36,2	21,4	28,8	0,0
2	29,3	18,3	23,8	0,0	23,0	14,0	18,5	0,0
3	32,7	19,3	26,0	0,3	21,0	12,9	17,0	0,0
4	35,0	19,0	27,0	0,0	23,8	12,8	18,3	0,0
5	27,6	17,4	22,5	22,0	27,7	13,2	20,5	0,0
6	29,9	17,5	23,7	12,0	31,2	17,2	24,2	0,0
7	22,3	19,0	20,7	2,5	33,2	20,7	27,0	0,0
8	26,4	19,6	23,0	13,4	26,1	20,6	23,4	0,0
9	30,1	17,4	23,8	0,0	27,0	12,0	19,5	0,0
10	31,2	21,0	26,1	0,0	30,1	12,0	21,1	0,0
11	26,3	16,2	21,3	4,4	31,2	20,0	25,6	0,0
12	28,6	16,2	22,4	33,8	31,9	17,2	24,6	0,0
13	29,6	17,4	23,5	0,0	35,6	17,7	26,7	0,0
14	30,7	18,6	24,7	0,0	38,2	23,3	30,8	0,0
15	32,2	19,8	26,0	0,0	37,4	21,3	29,4	8,1
16	27,4	19,6	23,5	0,2	37,2	25,8	31,5	2,6
17	26,3	15,6	21,0	3,6	32,1	19,3	25,7	0,0
18	29,1	14,0	21,6	0,0	30,0	17,2	23,6	0,0
19	29,3	15,5	22,4	0,0	33,2	19,5	26,4	0,0
20	30,4	15,9	23,2	0,0	32,3	17,0	24,7	0,0
21	33,6	18,0	25,8	0,0	28,6	16,9	22,8	0,0
22	35,6	21,8	28,7	0,0	33,4	19,6	26,5	0,0
23	35,7	22,2	29,0	0,0	28,3	12,7	20,5	0,0
24	27,4	20,2	23,8	1,7	33,9	14,9	24,4	0,0
25	23,6	19,2	21,4	15,1	30,0	18,1	24,1	0,0
26	28,9	19,8	24,4	1,8	29,9	17,1	23,5	0,9
27	27,7	18,7	23,2	16,0	33,9	14,0	24,0	1,8
28	29,4	15,4	22,4	0,0	33,1	17,9	25,5	9,3
29	26,4	18,1	22,3	0,0	33,8	19,5	26,7	0,0
30	25,6	19,5	22,6	0,0	34,0	22,0	28,0	0,0
31	29,8	15,8	22,8	0,0	31,9	19,6	25,8	0,0
Média	29,1	18,2	23,7	126,8	31,3	17,7	24,5	22,7
1/nov	31,0	17,1	24,1	0,0	x	x		0,0
2	30,9	18,7	24,8	0,0	x	x		49,2
3	29,6	18,1	23,9	0,0	29,2	x		0,0
4	31,8	18,1	25,0	0,1	27,8	20,2	24,0	10,0
5	34,0	18,9	26,5	0,0	21,6	16,2	18,9	0,0
6	35,6	20,0	27,8	0,0	x	X		0,0
7	33,8	19,4	26,6	0,0	x	X		0,0
8	33,2	17,6	25,4	0,0	34,0	X		0,0
9	30,9	19,1	25,0	0,0	24,7	14,3	19,5	0,5
10	23,8	18,8	21,3	28,5	19,6	13,8	16,7	0,0
11	29,3	18,7	24,0	11,2	26,0	14,8	20,4	1,3
12	28,5	17,7	23,1	0,0	30,0	18,1	24,1	0,0

Apêndice 10. Dados meteorológicos de Dourados,MS, anos agrícolas de 1998/1999 e 1999/2000

Dia/Mês	Temperatura °C			Prec. mm	Temperatura °C			Prec. mm
	T máx	T mín	T média		T máx	T mín	T média	
13	28,5	19,7	24,1	0,3	x	X		0,0
14	30,2	16,7	23,5	0,3	x	X		0,0
15	32,1	18,6	25,4	0,0	x	X		0,0
16	35,4	20,8	28,1	0,0	30,4	X		0,0
17	29,6	19,9	24,8	2,3	31,1	16,8	23,9	0,0
18	26,4	16,5	21,5	0,0	32,5	17,2	24,9	0,0
19	31,8	13,2	22,5	0,0	34,6	17,7	26,2	0,0
20	33,8	18,2	26,0	0,0	x	X		9,0
21	35,4	20,9	28,2	0,0	x	X		0,0
22	34,4	22,3	28,4	0,0	35,0	X		0,0
23	33,7	19,8	26,8	0,1	35,0	20,5	27,7	0,0
24	33,3	22,7	28,0	0,0	33,6	17,1	25,4	0,0
25	26,3	20,4	23,4	7,7	30,1	18,6	24,3	7,8
26	29,3	20,0	24,7	1,2	30,6	15,5	23,0	0,0
27	33,9	20,0	27,0	0,4	x	X		0,0
28	34,8	21,8	28,3	0,0	x	X		0,0
29	35,1	22,5	28,8	0,0	36,1	X		0,0
30	35,8	21,0	28,4	6,7	35,6	17,1	26,3	0,0
Média	31,7	19,2	25,5	58,8				77,8
1/dez	34,2	21,7	28,0	7,6	34,2	21,7	28,0	0,4
2	33,8	21,5	27,7	9,5	33,8	21,5	27,7	14,4
3	32,2	21,7	27,0	3,8	32,2	21,7	27,0	0,0
4	27,6	22,5	25,1	0,4	27,6	22,5	25,1	30,4
5	31,6	21,7	26,7	8,0	31,6	21,7	26,7	35,2
6	32,2	20,1	26,2	11,7	32,2	20,1	26,2	0,0
7	34,7	19,3	27,0	12,0	34,7	19,3	27,0	0,0
8	35,2	20,0	27,6	11,1	35,2	20,0	27,6	0,0
9	31,2	20,4	25,8	3,4	31,2	20,4	25,8	0,1
10	24,2	19,0	21,6	0,1	24,2	19,0	21,6	14,6
11	30,3	17,4	23,9	11,8	30,3	17,4	23,9	0,5
12	33,5	17,8	25,7	12,4	33,5	17,8	25,7	0,0
13	34,4	21,6	28,0	9,4	34,4	21,6	28,0	0,0
14	33,8	23,7	28,8	6,9	33,8	23,7	28,8	0,0
15	32,6	21,7	27,2	5,4	32,6	21,7	27,2	0,5
16	33,6	21,2	27,4	9,3	33,6	21,2	27,4	3,0
17	29,4	19,5	24,5	8,8	29,4	19,5	24,5	20,6
18	28,6	14,4	21,5	12,0	28,6	14,4	21,5	0,0
19	31,2	15,9	23,6	12,4	31,2	15,9	23,6	0,0
20	33,8	17,9	25,9	12,2	33,8	17,9	25,9	0,0
21	31,2	22,2	26,7	1,4	31,2	22,2	26,7	0,0
22	23,0	18,2	20,6	0,0	23,0	18,2	20,6	36,8
23	27,3	13,4	20,4	11,8	27,3	13,4	20,4	0,8
24	28,7	14,2	21,5	4,2	28,7	14,2	21,5	0,0
25	30,0	19,0	24,5	7,2	30,0	19,0	24,5	0,0
26	32,8	21,8	27,3	10,6	32,8	21,8	27,3	0,0

Apêndice 10. Dados meteorológicos de Dourados, MS, anos agrícolas de 1998/1999 e 1999/2000

Dia/Mês	Temperatura °C			Prec. mm	Temperatura °C			Prec. mm
	T máx	T mín	T média		T máx	T mín	T média	
27	35,0	22,1	28,6	10,0	35,0	22,1	28,6	0,0
28	33,0	20,8	26,9	10,0	33,0	20,8	26,9	0,0
29	25,0	18,5	21,8	0,2	25,0	18,5	21,8	76,3
30	22,2	18,4	20,3	10,9	22,2	18,4	20,3	4,3
31	32,1	18,8	25,5	12,0	32,1	18,8	25,5	0,0
Média	30,9	19,6	25,2	246,5	30,9	19,6	25,2	237,9
1/jan	27,2	20,6	23,9	0,0	32,1	21,7	26,9	0,0
2	30,1	19,7	24,9	3,4	30,1	22,0	26,1	0,0
3	31,4	22,2	26,8	17,4	31,0	19,2	25,1	0,5
4	31,6	21,6	26,6	7,4	34,2	18,5	26,4	0,0
5	29,4	21,5	25,5	47,7	35,9	19,6	27,8	0,5
6	31,8	20,5	26,2	0,0	35,0	21,7	28,4	3,3
7	30,6	20,2	25,4	0,0	34,7	20,3	27,5	35,6
8	27,6	19,0	23,3	0,0	32,3	20,1	26,2	0,3
9	30,8	18,6	24,7	0,0	31,6	20,2	25,9	4,3
10	31,8	20,0	25,9	0,0	33,2	21,5	27,4	0,0
11	30,6	21,1	25,9	0,0	34,3	21,9	28,1	0,0
12	32,0	21,8	26,9	0,0	32,5	21,6	27,1	10,4
13	30,9	20,8	25,9	5,8	33,6	23,0	28,3	0,0
14	32,2	20,4	26,3	0,0	32,0	23,1	27,6	0,0
15	31,2	19,9	25,6	5,0	34,0	22,3	28,2	0,0
16	32,9	21,6	27,3	0,0	35,0	22,7	28,9	0,0
17	30,6	21,6	26,1	0,2	35,7	22,9	29,3	0,0
18	31,2	21,0	26,1	0,0	36,9	25,5	31,2	0,0
19	33,4	21,8	27,6	0,0	36,2	21,9	29,1	62,2
20	34,8	21,5	28,2	0,0	32,7	22,1	27,4	4,6
21	36,1	21,5	28,8	0,0	34,1	23,8	29,0	11,2
22	34,8	21,0	27,9	0,0	33,6	24,7	29,2	0,0
23	34,7	21,0	27,9	0,0	33,5	23,3	28,4	0,0
24	35,8	22,6	29,2	0,0	27,2	21,5	24,4	0,3
25	35,3	22,8	29,1	0,0	33,4	22,1	27,8	23,4
26	34,5	21,7	28,1	0,0	31,9	21,7	26,8	0,3
27	34,3	22,0	28,2	4,5	30,6	20,4	25,5	0,0
28	32,1	20,9	26,5	36,2	31,7	21,5	26,6	0,0
29	29,4	20,6	25,0	3,5	32,7	20,9	26,8	0,0
30	29,5	21,0	25,3	0,0	27,3	22,2	24,8	39,1
31	26,2	22,0	24,1	20,6	31,1	23,4	27,3	4,6
Média	31,8	21,0	26,4	151,7	32,9	21,8	27,4	200,6
1/fev	31,2	21,0	26,1	19,4	33,3	22,5	27,9	0,3
2	30,7	22,6	26,7	3,0	34,3	23,0	28,7	0,0
3	31,7	21,7	26,7	17,4	32,8	22,1	27,5	0,5
4	33,2	22,6	27,9	0,0	28,4	22,0	25,2	4,8
5	34,7	21,6	28,2	0,0	32,0	19,2	25,6	0,0
6	34,5	21,8	28,2	0,0	28,9	21,0	25,0	0,3
7	34,7	22,1	28,4	0,0	31,2	21,1	26,2	0,3

Apêndice 10. Dados meteorológicos de Dourados,MS, anos agrícolas de 1998/1999 e 1999/2000

Dia/Mês	Temperatura °C			Prec. mm	Temperatura °C			Prec. mm
	T máx	T mín	T média		T máx	T mín	T média	
8	30,1	21,2	25,7	11,8	32,5	21,4	27,0	0,0
9	30,0	22,1	26,1	14,1	33,3	21,1	27,2	0,0
10	32,3	21,5	26,9	0,3	32,9	21,4	27,2	0,0
11	31,3	21,6	26,5	0,5	32,1	22,8	27,5	0,0
12	32,7	20,8	26,8	0,0	32,5	223,0	127,8	0,0
13	34,2	21,8	28,0	0,5	32,0	21,8	26,9	0,0
14	27,2	22,2	24,7	2,4	28,8	20,9	24,9	0,0
15	32,7	21,2	27,0	11,5	26,8	22,2	24,5	0,8
16	33,2	22,4	27,8	0,4	28,5	21,7	25,1	0,3
17	32,2	21,2	26,7	1,2	23,6	19,2	21,4	0,3
18	31,5	21,8	26,7	0,0	28,3	18,0	23,2	0,0
19	31,9	20,0	26,0	9,5	30,5	19,6	25,1	0,0
20	28,7	20,3	24,5	0,0	31,4	22,2	26,8	0,0
21	31,3	19,7	25,5	1,4	32,4	20,7	26,6	30,7
22	32,0	21,8	26,9	0,8	31,4	20,7	26,1	4,8
23	33,2	22,4	27,8	1,9	32,7	20,7	26,7	0,0
24	32,2	20,7	26,5	0,0	32,9	20,0	26,5	0,0
25	32,1	19,6	25,9	0,0	34,2	22,2	28,2	0,0
26	32,2	22,3	27,3	0,0	34,2	22,2	28,2	0,0
27	32,7	20,4	26,6	25,0	34,6	22,3	28,5	0,0
28	33,7	21,4	27,6	0,0	30,4	21,8	26,1	46,7
29					32,1	20,9	26,5	0,0
Média	32,1	21,4	26,7	121,1	31,3	28,2	29,8	89,8
1/mar	32,9	22,2	27,6	0,0	31,4	21,4	26,4	0,0
2	33,3	22,4	27,9	0,0	30,4	22,4	26,4	4,6
3	34,0	21,2	27,6	0,0	30,4	22,1	26,3	4,8
4	32,8	22,6	27,7	0,0	29,8	22,1	26,0	15,0
5	32,6	21,0	26,8	0,0	30,2	21,7	26,0	13,7
6	33,6	20,8	27,2	0,5	30,6	22,1	26,4	0,8
7	33,4	22,0	27,7	0,0	31,7	21,4	26,6	16,0
8	30,0	22,1	26,1	45,0	28,8	21,7	25,3	1,5
9	28,6	21,8	25,2	2,6	28,9	20,2	24,6	0,0
10	31,4	21,0	26,2	6,8	29,7	19,7	24,7	0,0
11	31,4	21,2	26,3	2,2	29,8	20,8	25,3	14,5
12	29,4	21,0	25,2	123,6	31,9	19,1	25,5	0,3
13	29,6	21,8	25,7	24,6	31,3	20,5	25,9	8,6
14	29,6	21,2	25,4	0,9	23,1	18,7	20,9	3,8
15	31,6	20,2	25,9	0,0	25,9	18,7	22,3	1,3
16	32,2	20,4	26,3	0,0	31,4	21,6	26,5	0,0
17	31,7	20,8	26,3	0,0	31,3	21,3	26,3	0,0
18	32,2	21,0	26,6	0,0	33,1	20,1	26,6	0,0
19	32,4	21,4	26,9	0,0	29,8	20,1	25,0	0,0
20	31,7	22,6	27,2	0,0	29,2	21,0	25,1	0,0
21	29,3	21,5	25,4	10,0	30,5	21,3	25,9	0,0
22	28,0	21,9	25,0	28,2	31,0	20,8	25,9	0,8

Apêndice 10. Dados meteorológicos de Dourados, MS, anos agrícolas de 1998/1999 e 1999/2000

Dia/Mês	Temperatura °C			Prec. mm	Temperatura °C			Prec. mm
	T máx	T mín	T média		T máx	T mín	T média	
23	29,3	21,0	25,2	15,8	31,3	21,1	26,2	5,3
24	33,1	22,4	27,8	0,0	33,1	20,5	26,8	30,7
25	33,7	21,6	27,7	0,0	31,3	21,0	26,2	0,3
26	33,1	22,2	27,7	2,6	32,1	21,1	26,6	0,0
27	33,5	21,8	27,7	0,0	32,9	19,0	26,0	2,0
28	34,7	22,8	28,8	0,0	27,9	18,3	23,1	14,7
29	34,0	21,4	27,7	0,0	29,0	17,0	23,0	0,0
30	29,6	21,4	25,5	34,8	29,2	18,6	23,9	0,0
31	31,2	20,6	25,9	17,8	30,9	20,1	25,5	0,0
Média	31,7	21,5	26,6	315,4	30,3	20,5	25,4	138,7
1/abr	32,2	21,0	26,6	3,7	32,3	19,4	25,9	0,0
2	33,6	21,2	27,4	0,0	32,5	20,3	26,4	0,0
3	32,9	21,8	27,4	0,0	30,1	19,0	24,6	0,0
4	33,4	19,4	26,4	0,0	31,2	18,4	24,8	0,0
5	33,2	21,6	27,4	0,0	31,3	20,5	25,9	0,0
6	33,1	20,2	26,7	0,0	31,8	19,4	25,6	0,0
7	33,3	19,6	26,5	0,0	32,3	19,8	26,1	0,0
8	31,7	21,2	26,5	0,0	33,2	20,9	27,1	0,0
9	30,7	20,4	25,6	0,0	33,3	18,8	26,1	0,0
10	29,9	19,1	24,5	0,0	33,9	19,6	26,8	0,0
11	31,7	20,3	26,0	0,0	33,6	17,8	25,7	0,0
12	26,2	20,0	23,1	10,2	33,6	17,7	25,7	0,0
13	27,2	18,6	22,9	2,9	33,6	17,2	25,4	0,3
14	30,8	19,0	24,9	17,7	33,6	19,4	26,5	0,3
15	29,6	20,4	25,0	0,0	33,4	20,7	27,1	4,3
16	24,4	9,7	17,1	27,0	32,5	20,7	26,6	1,3
17	17,4	4,6	11,0	0,0	30,4	19,9	25,2	8,9
18	19,6	4,6	12,1	0,0	25,2	18,3	21,8	11,7
19	23,1	5,6	14,4	0,0	22,9	13,3	18,1	0,3
20	25,7	11,4	18,6	0,0	23,9	10,6	17,3	0,0
21	30,3	12,8	21,6	0,0	24,3	10,4	17,4	0,0
22	31,3	16,4	23,9	0,0	26,7	11,1	18,9	0,0
23	31,1	17,6	24,4	0,0	28,1	12,3	20,2	0,0
24	30,1	17,6	23,9	0,0	28,2	15,4	21,8	0,0
25	27,8	14,0	20,9	0,0	30,8	13,4	22,1	0,0
26	29,4	17,2	23,3	0,0	24,1	17,7	20,9	29,2
27	29,8	17,8	23,8	0,0	29,9	17,9	23,9	0,3
28	29,3	17,5	23,4	0,0	29,5	19,1	24,3	0,0
29	30,1	15,5	22,8	0,0	29,8	17,4	23,6	0,0
30	30,0	15,4	22,7	0,0	28,2	18,5	23,4	15,2
Média	29,3	16,7	23,0	61,5	30,1	17,5	23,8	71,8

T máx, T mín e T méd = Temperatura máxima, mínima, e média

Prec. = Precipitação em milímetros

OBS: em negrito está o período de enchimento de grãos