

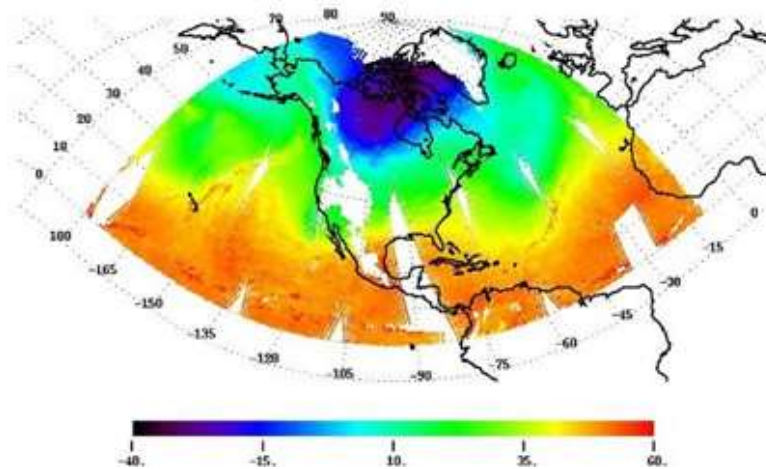


UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ"
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE BIOSISTEMAS
LEB 306 – Meteorologia Agrícola
1º Semestre de 2017 – Prof. Fábio Marin



Temperatura do Ar e do Solo

AIRS Daily Air Temperature at 700 mb - March 2, 2004



INTRODUÇÃO

- Temperatura - energia interna de uma substância ou um corpo qualquer, vulgarmente associado às sensações de frio e calor; mais especificamente é a medida da energia cinética associada ao movimento (vibração) aleatório das partículas.
- Diversas das propriedades físicas da matéria – se em estado sólido, líquido ou gasoso; sua densidade, solubilidade, pressão de vapor, condutividade hidráulica, etc – são dependentes da temperatura do sistema em análise. Além de influenciar nas propriedades químicas, acelerando a velocidade das reações e do metabolismo nos seres vivos.
- Um dos principais fatores determinantes da distribuição e desenvolvimento das plantas e animais

Temperatura do ar e do solo

Resultam basicamente do balanço de energia

Rn = Saldo de Radiação

H = Fluxo de Calor Sensível

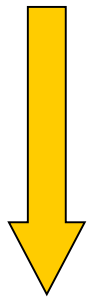
LE = Fluxo de Calor Latente

G = Fluxo de Calor no Solo

A composição e a magnitude do balanço de energia é altamente dependente da umidade do solo e do ar

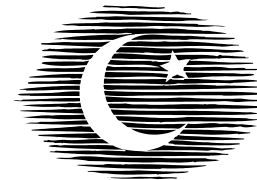
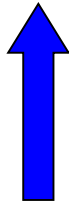


Rn

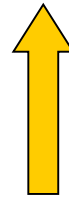


G

LE



Rn



G

H

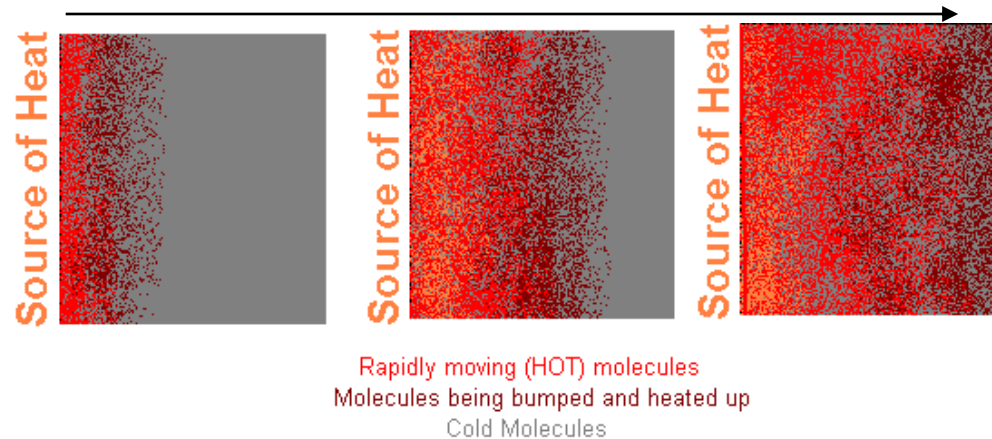
LE



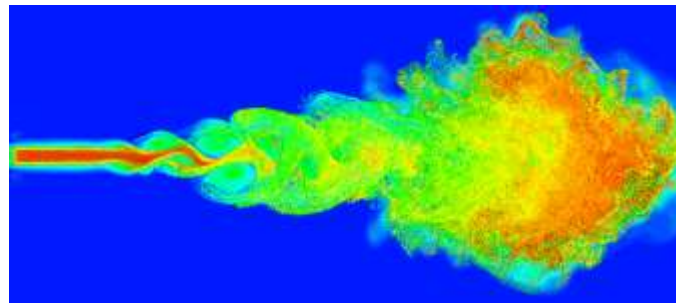
Mecanismos de aquecimento da atmosfera

Aquecimento da atmosfera próxima à superfície terrestre por transporte de energia:

- **Condução molecular** – troca de calor sensível por contato entre as “moléculas”, com extensão superficial limitada (máximo de 3m);



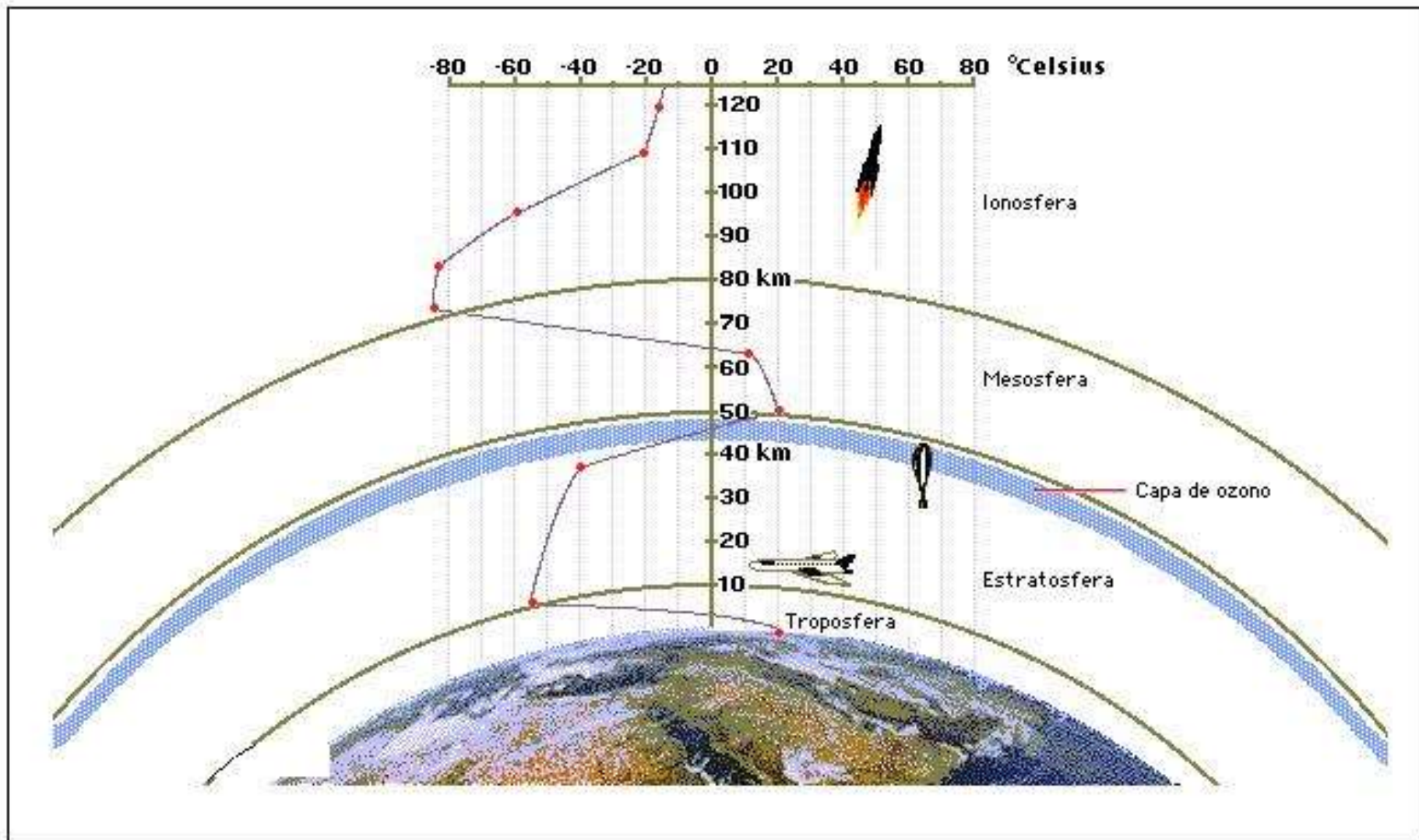
- **Difusão turbulenta**: processo “eficiente” de transporte de energia, com movimento ascendente de parcelas de ar aquecidas – dispersão de CO₂, vapor d’água e poeira.



Variação Espacial da Temperatura

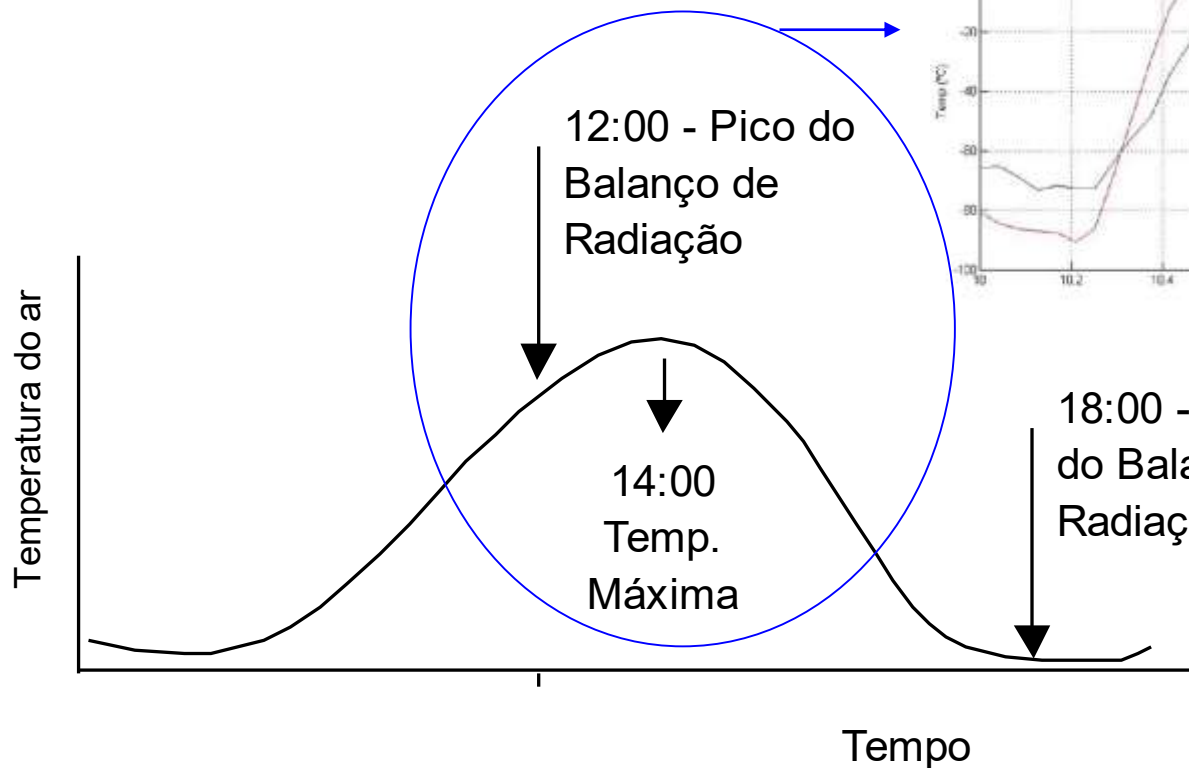
- Escala **Macroclimática**: irradiância solar, ventos, nebulosidade, convecção e umidade;
- Escala **Topoclimática**: exposição e configuração do terreno;
- Escala **Microclimática**: cobertura do terreno.

Variação da temperatura nas diversas camadas da Atmosfera

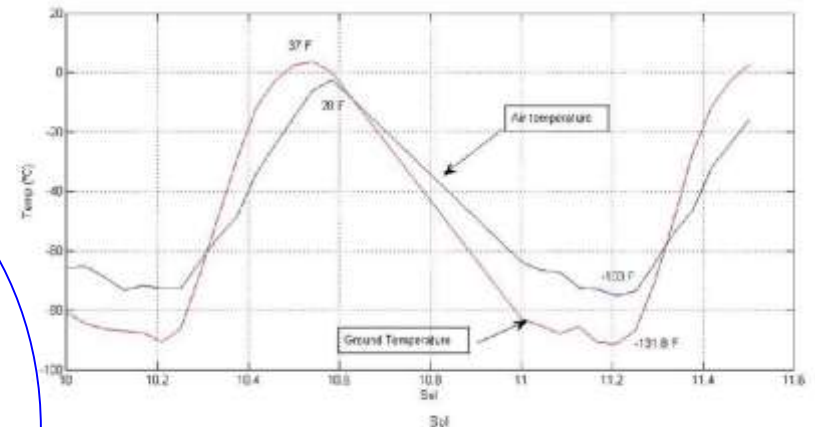


Variação Temporal da Temperatura do Ar

→ **Diária:** Função do Balanço de Radiação na Superfície

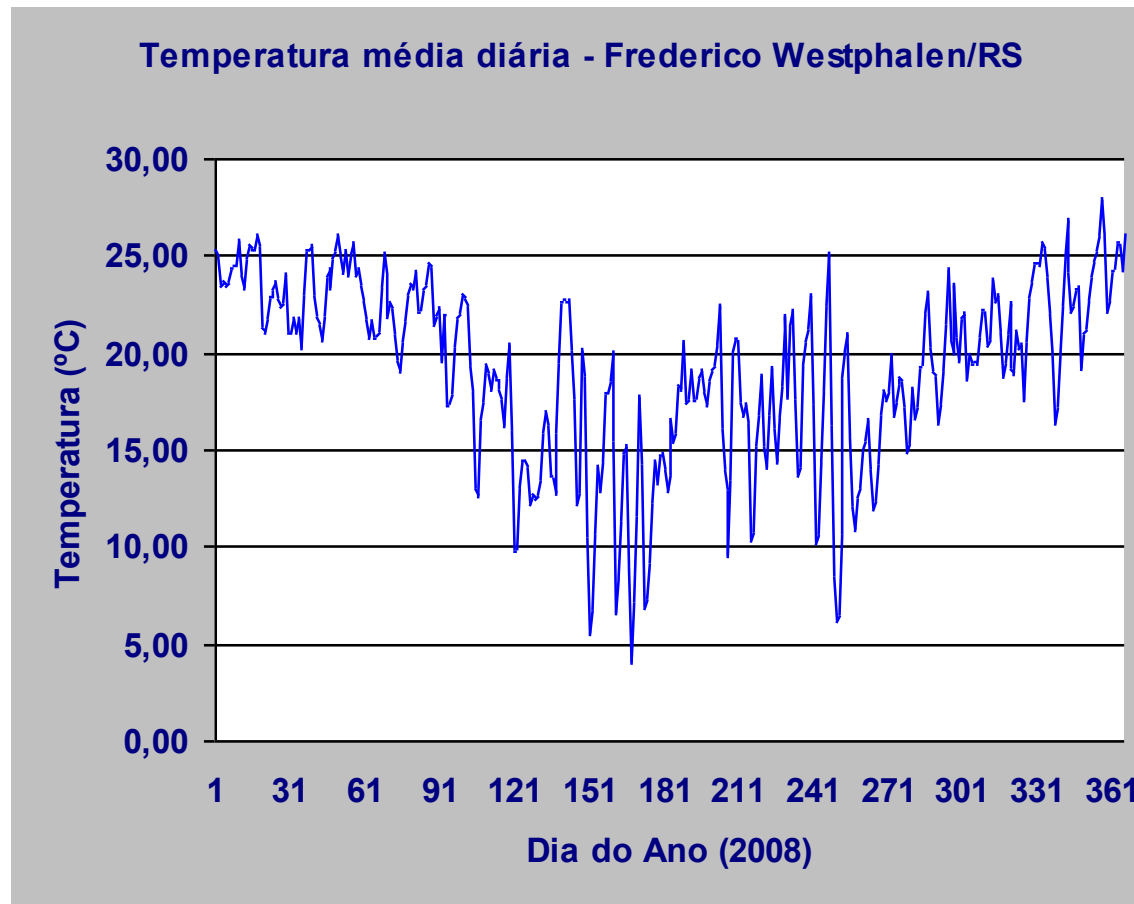


GROUND AND AIR TEMPERATURE SENSOR



Variação Temporal da Temperatura do Ar

→ **Anual:** também segue a disponibilidade de energia na superfície, com valores máximos no verão e mínimos no inverno.

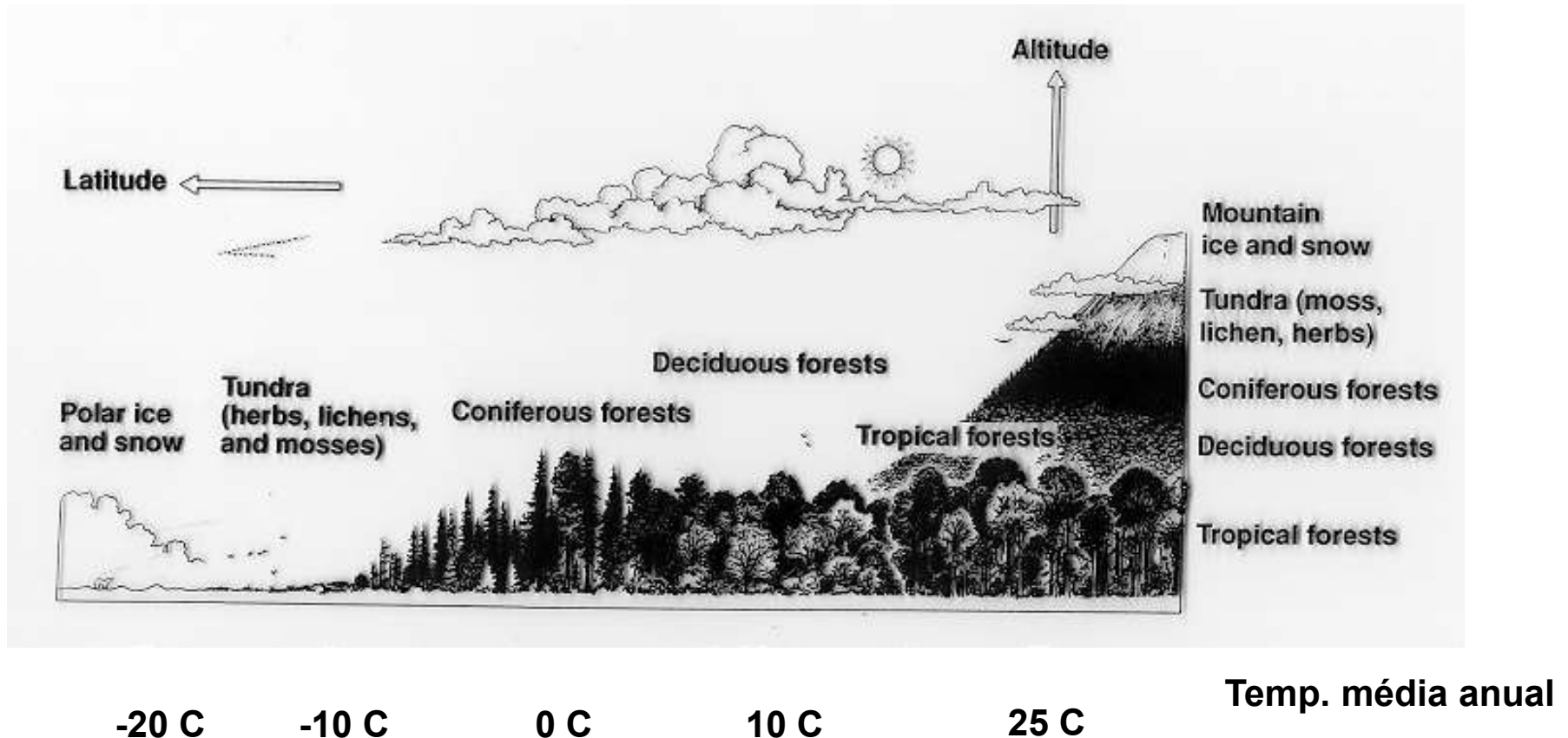


→ Altitude/Relevo

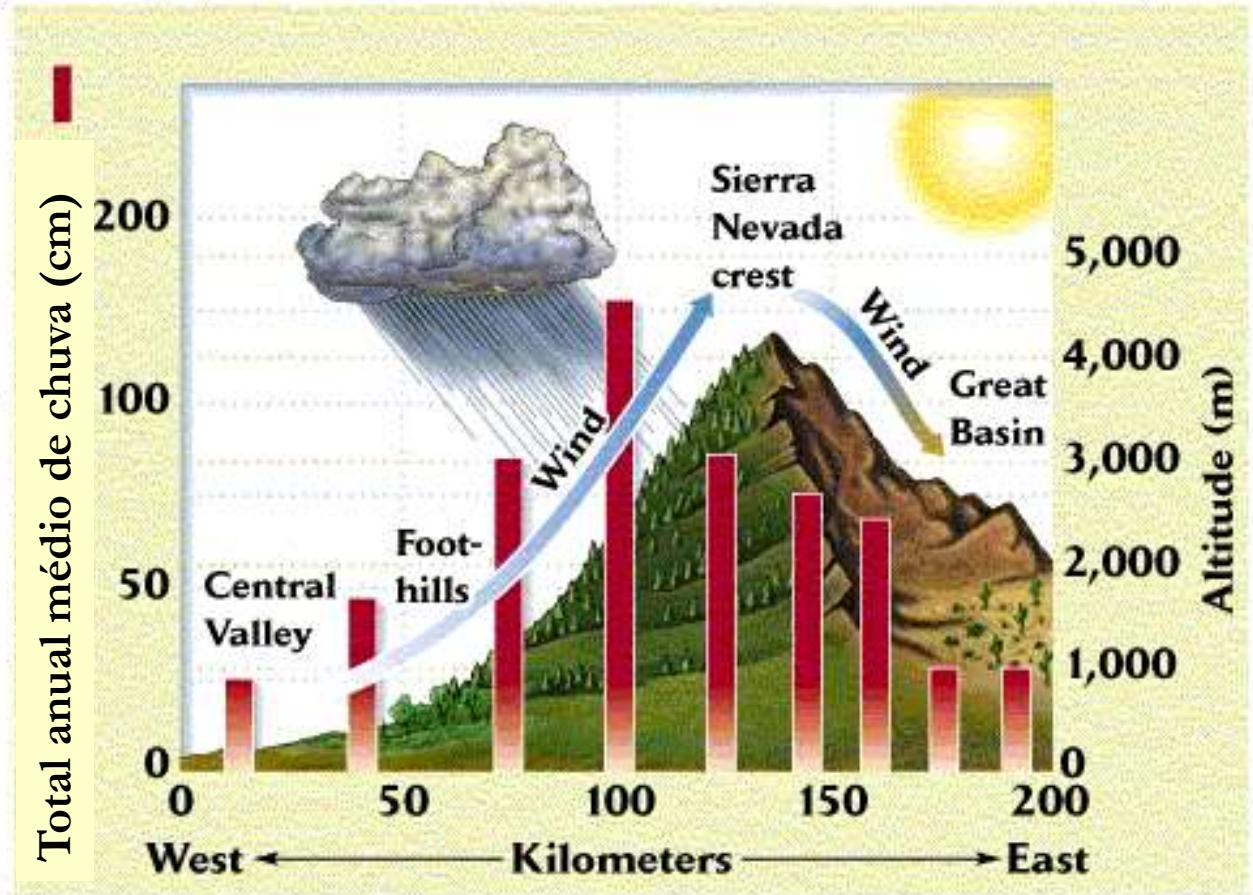
O aumento da altitude ocasiona diminuição da temperatura. Isso ocorre em consequência da rarefação do ar e da diminuição da pressão atmosférica

Média $\approx -0,6^{\circ}\text{C} / 100\text{m}$

(esse valor depende da quantidade de vapor no ar)



Além disso, a associação da altitude com o relevo pode condicionar o regime de chuvas de uma região. As chuvas orográficas são um exemplo disso:



Esse efeito ocorre também na região da Serra do Mar no Estado de São Paulo, onde a chuva total anual é de 2.150 mm/ano em Santos, de 3.800 mm/ano no alto da Serra e de 1.300 mm/ano na cidade de S. Paulo.

Oceanidade / Continentalidade

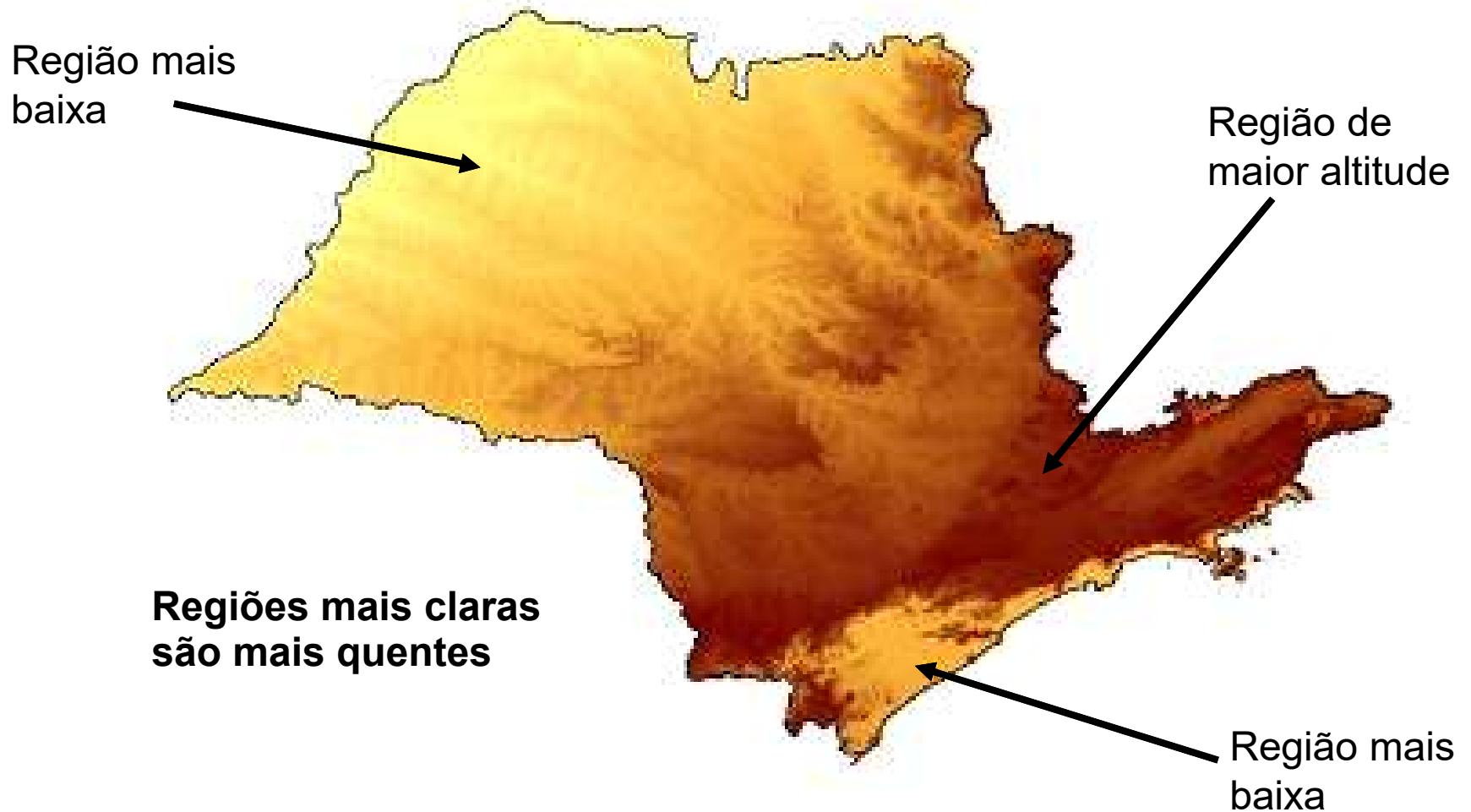
Diz respeito a proximidade em relação ao mar.

A água possui alto calor específico (energia necessária para elevar a temperatura de 1 quilo em 1°C).

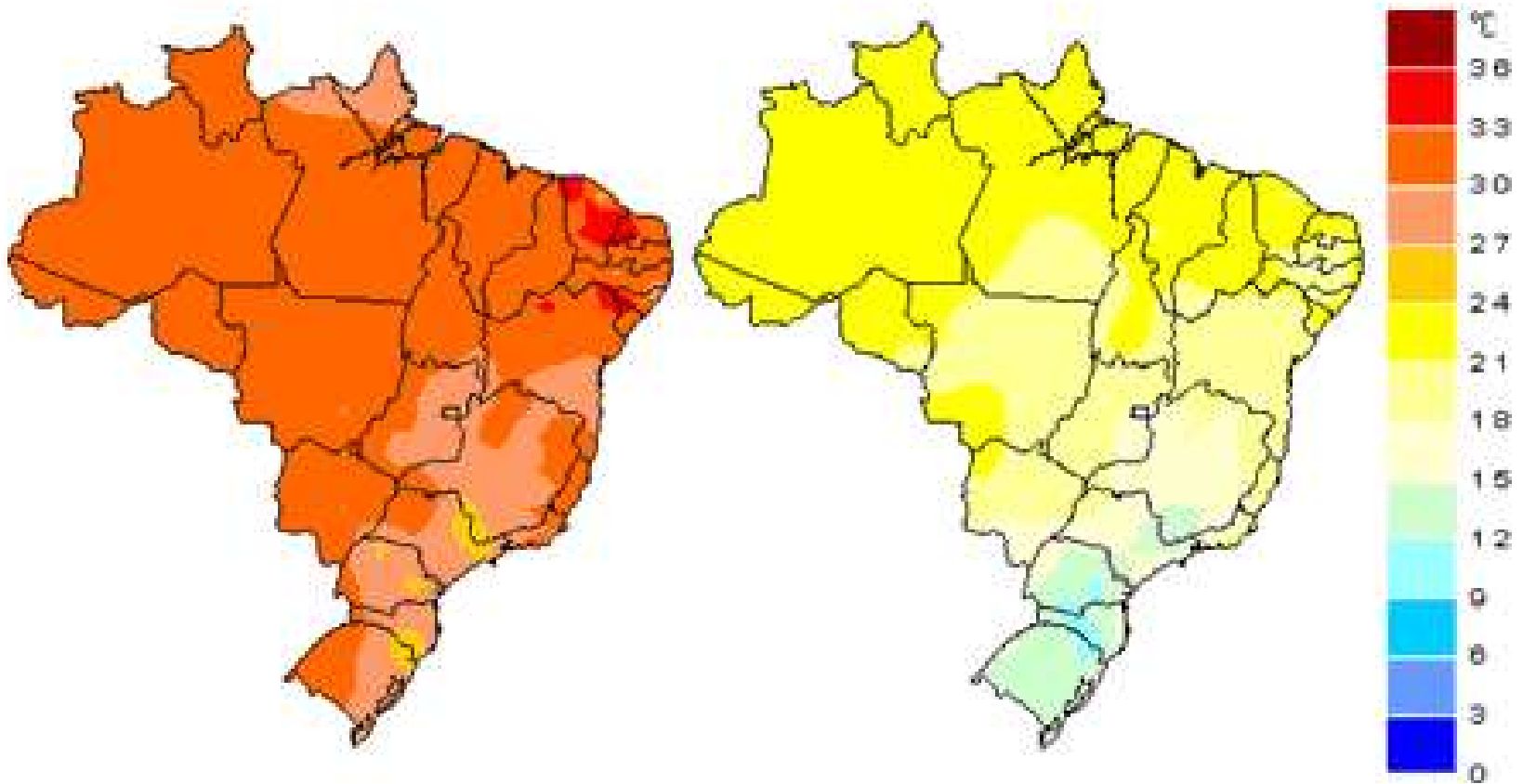
Cuiabá → Amplitude térmica mensal entre 8 e 17°C

Salvador → Amplitude térmica mensal entre 3 e 6°C

Temperatura Média Anual em SP



Temperatura média anual no Brasil



Janeiro

Julho

Correntes Oceânicas

As correntes que circulam

Pólos para Equador - FRIAS

Equador para Pólo - QUENTES.

A atmosfera em contato com essas massas de água entram em equilíbrio térmico com a superfície. Por isso, as correntes tem grande efeito sobre o regime térmico e hídrico (chuvas) na faixa litorânea dos continentes.

Correntes Frias → Condicionam clima ameno e seco

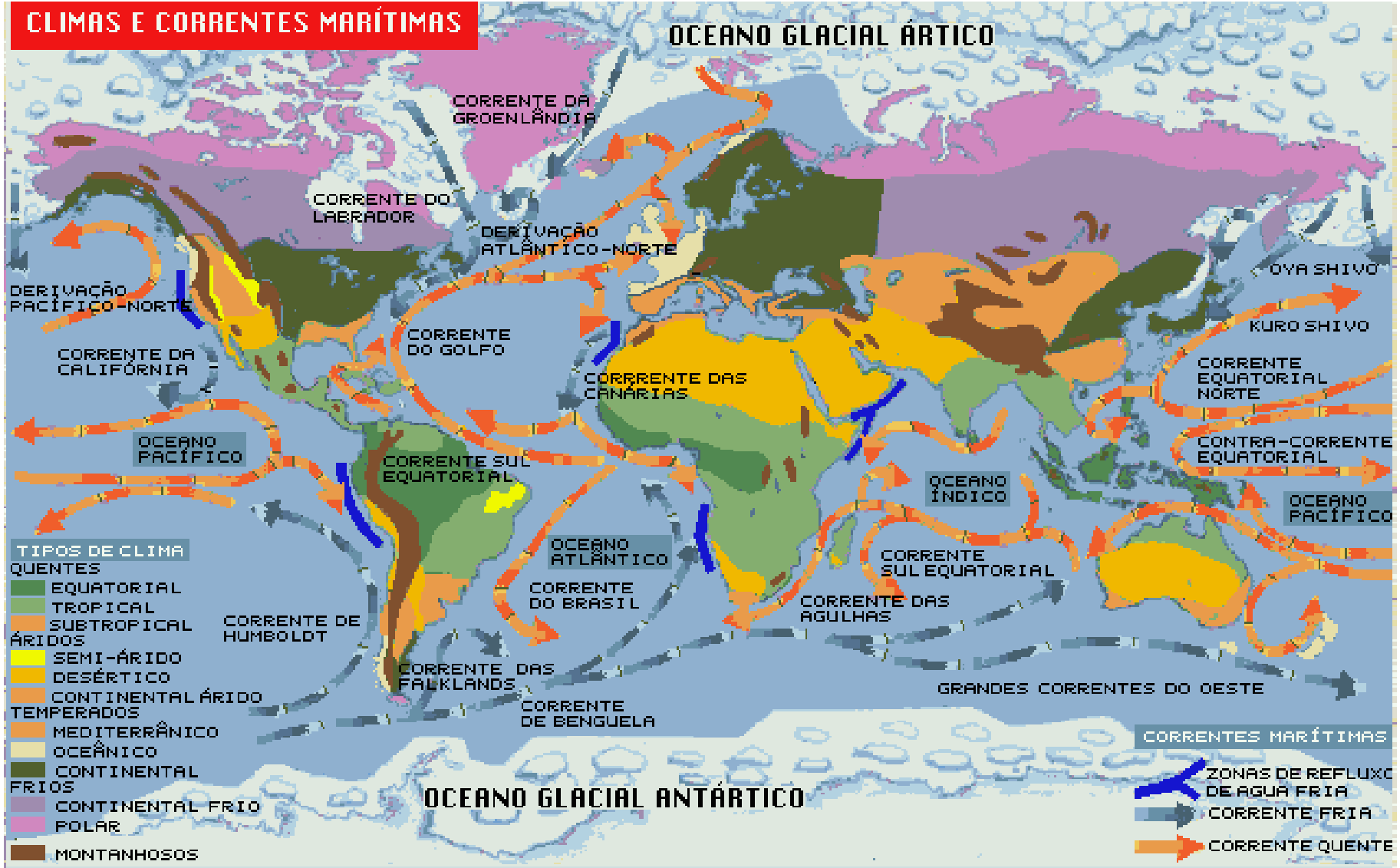
Correntes Quentes → Condicionam clima quente e úmido

Exemplo:

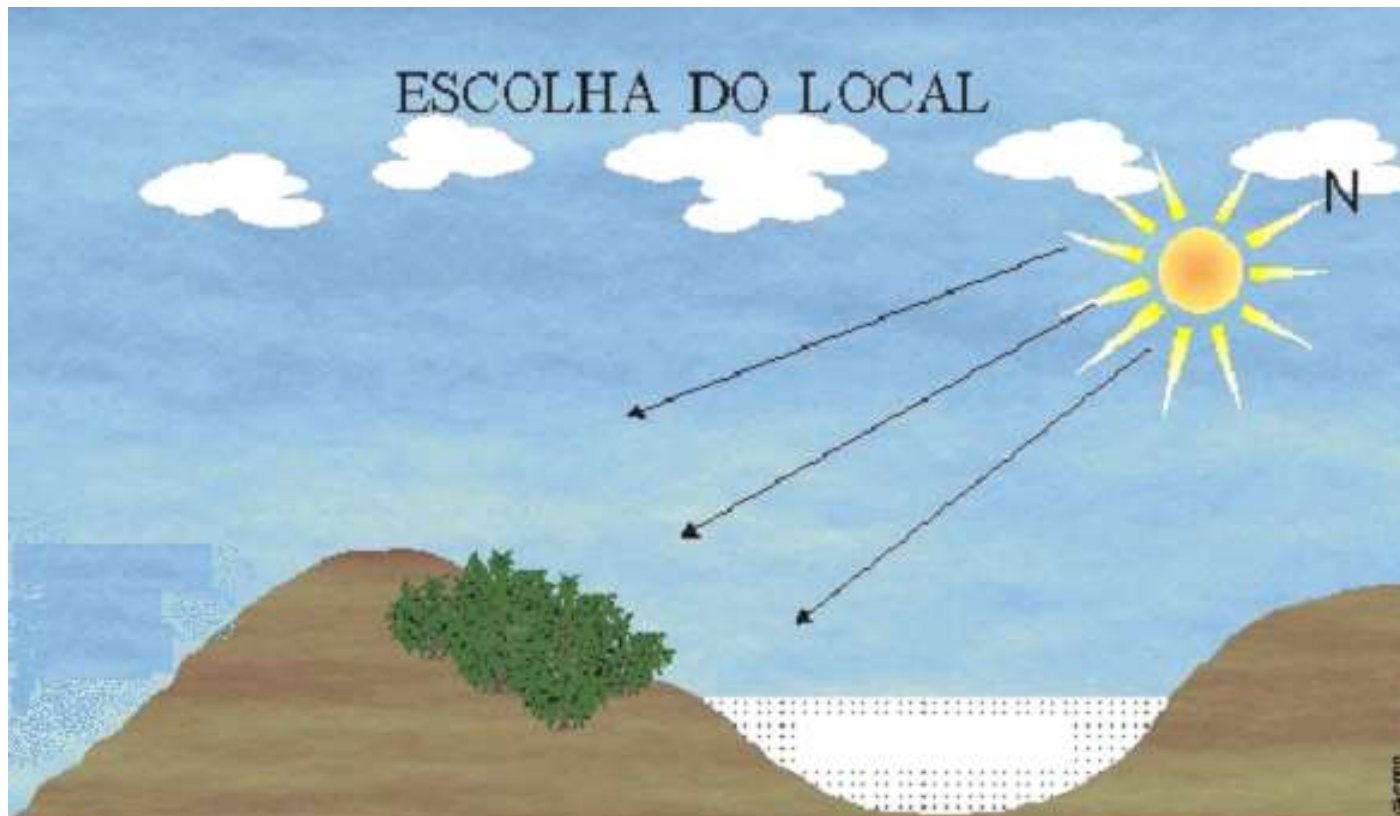
Salvador, BA, Brasil → $T_{\text{anual}} = 24,9^{\circ}\text{C}$ e $P_{\text{anual}} = 2.000 \text{ mm}$

Lima, Perú → $T_{\text{anual}} = 19,4^{\circ}\text{C}$ e $P_{\text{anual}} = 40 \text{ mm}$

CLIMAS E CORRENTES MARÍTIMAS



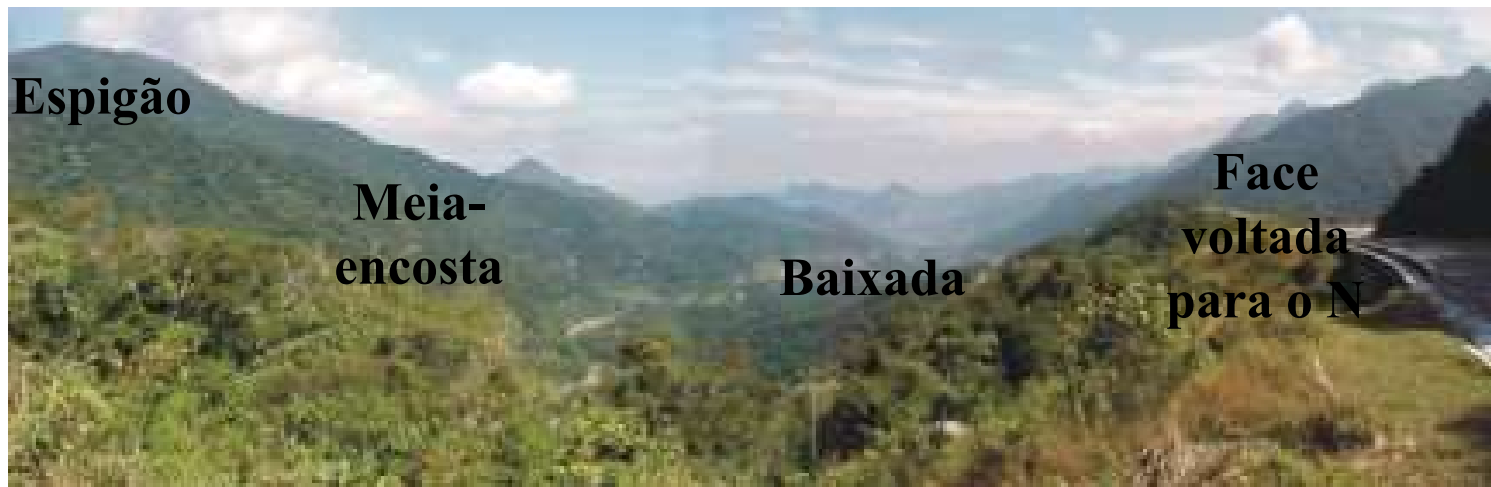
➔ Exposição do terreno



Nas regiões S e SE do Brasil os terrenos com faces voltadas para o N são, em média, mais ensolarados, secos e quentes do que as voltadas para o S.

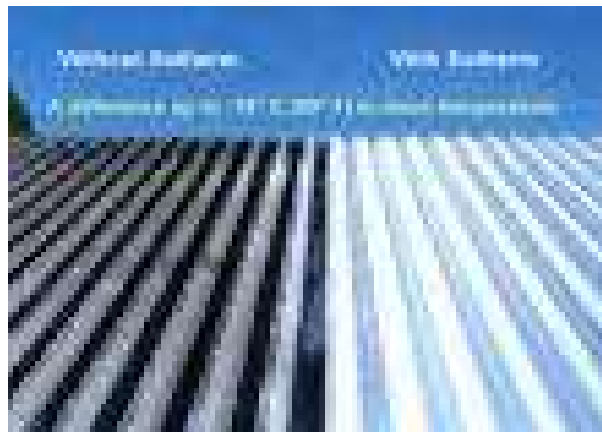
Topo-escala

Refere-se aos fenômenos em escala local, em que a topografia condiciona o topo-clima, devido às condições do relevo local: exposição e configuração do terreno. Esses fatores são denominados de “topoclimáticos” e são de grande importância no planejamento agrícola.



Fatores do Microclima

Modificam o clima em microescala em função do tipo de cobertura do terreno

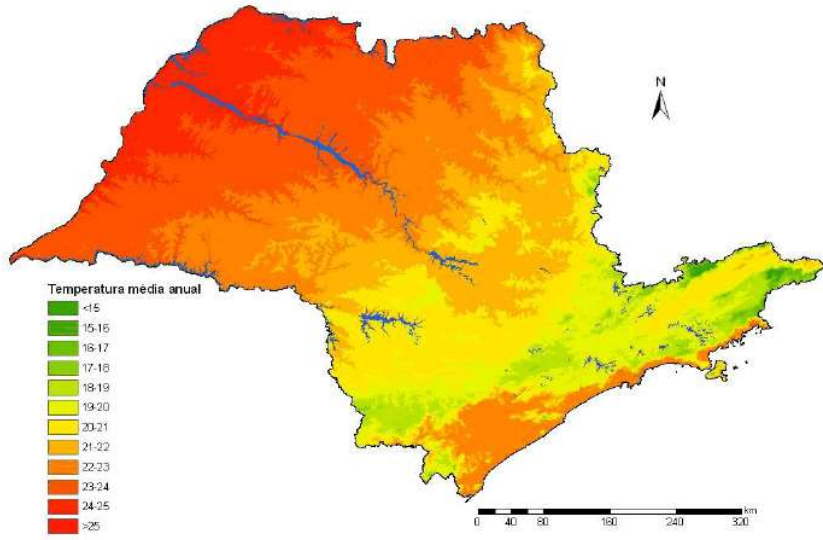


Considerando que há cerca de 50 km ao longo, o asfalto se tornou a fonte de energia solar.

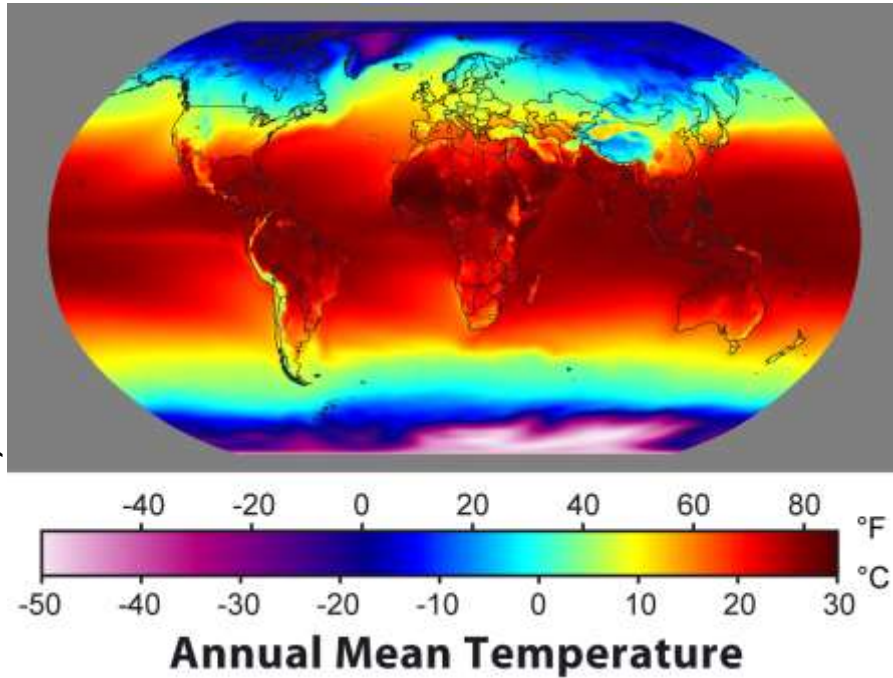
Diferentes coberturas modificam o regime térmico do local



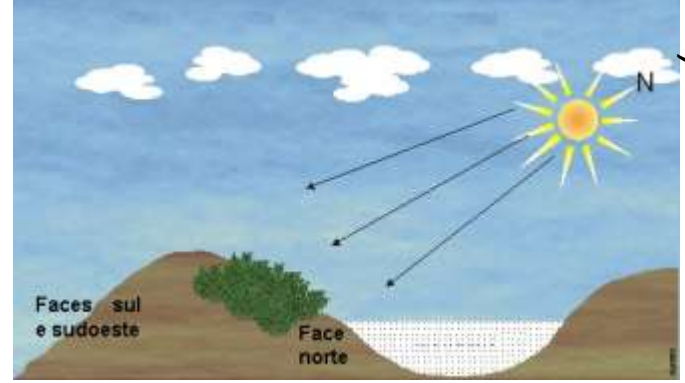
2) Macroclima



1) Macroclima

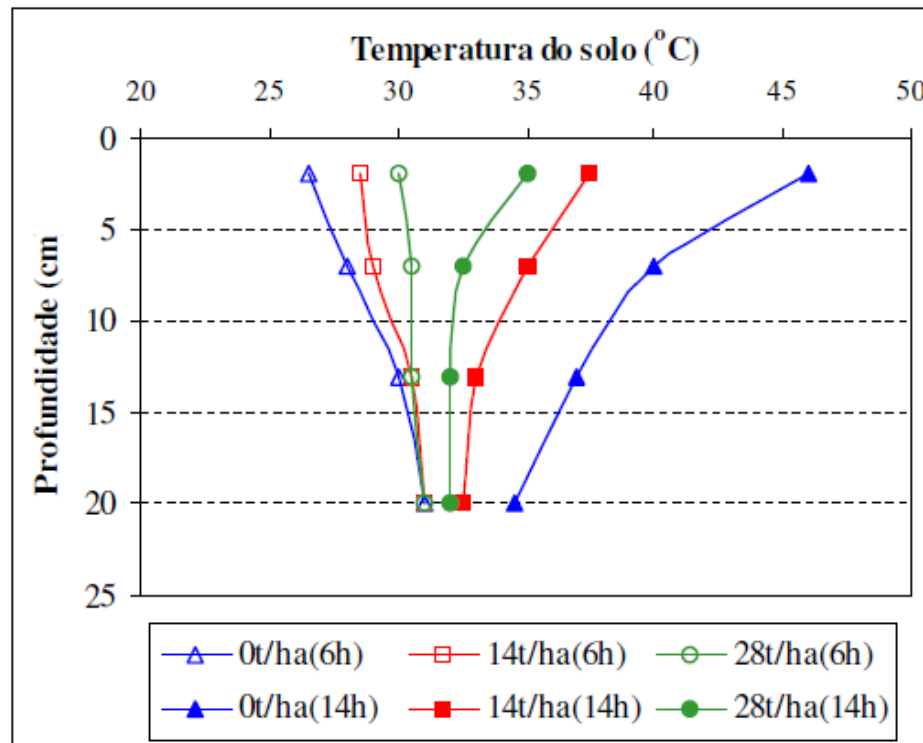


3) Mesoclima



4) Microclima

Temperatura do Solo



A figura acima mostra a variação da temperatura do solo para dois horários do dia e até a profundidade de 20cm, para diferentes graus de cobertura com palha de café. Observe que o solo sem cobertura apresentou uma amplitude térmica (variação entre 6 e 12h) muito maior do que para o solo coberto com mulch. Os resultados confirmam que quanto maior a cobertura com mulch, maior o isolamento proporcionado.

Temperatura do Solo

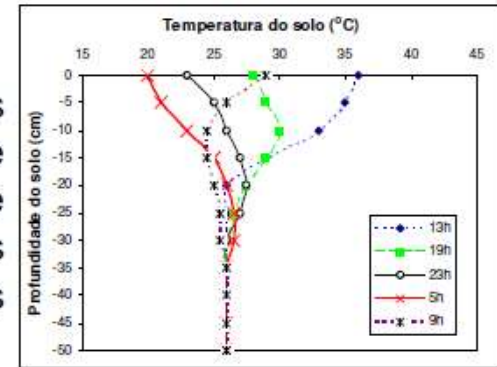
LCE 360 - Meteorologia Agrícola

Sentelhas/Angelocci

➔ Variação Temporal e Espacial da Temperatura do Solo

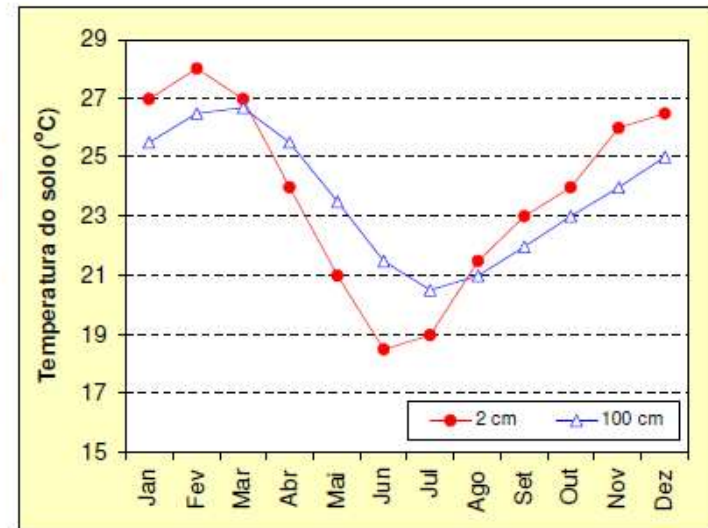
★ Diária

Varia com a profundidade. Nas camadas mais superficiais, varia de acordo com a incidência de radiação solar, tendo o valor máximo entre 12 e 14h. Em profundidades maiores, as máximas tendem a ocorrer mais tarde, assim como as mínimas.



★ Anual

Também segue a disponibilidade de energia na superfície, com valores máximos no verão e mínimos no inverno. Em profundidade, ocorre um pequeno atraso nos valores máximos e mínimos. A figura ao lado ilustra a variação anual da temperatura do solo em duas profundidades. Observe que no verão a temperatura média mensal é maior na superfície. Já no inverno, isso se inverte.



Temperatura do Solo

- O *tipo de solo* é outro fator intrínseco e está relacionado à textura, estrutura e composição do solo. Assim, desconsiderando-se os aspectos discutidos acima, os solos arenosos tendem a apresentar maior amplitude térmica diária nas camadas superficiais e menor profundidade de penetração das ondas de calor, em função de sua menor *condutividade térmica*.
- A variação temporal da temperatura do solo depende também de sua *capacidade volumétrica de calor* (C):
$$C = \rho c = 1,92 F_{\text{Min}} + 2,51 F_{\text{MO}} + 4,18 F_{\text{água}}$$
- em que F_{min} , F_{mo} e $F_{\text{água}}$ são respectivamente frações volumétricas das partículas minerais, da matéria orgânica, e da água retida no solo

Medida da Temperatura do Ar



Abrigos meteorológicos utilizados em estações meteorológicas convencionais

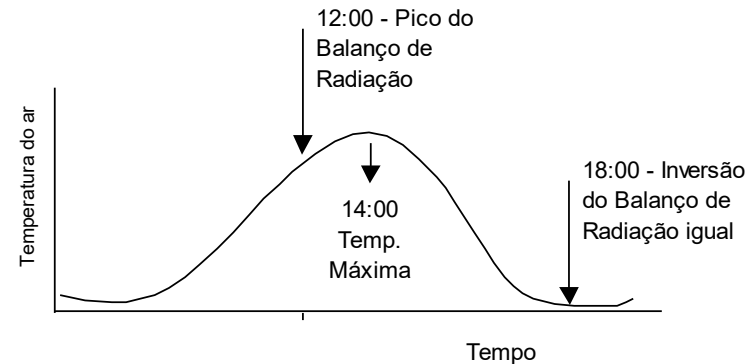


Abrigo meteorológico utilizado em estações meteorológicas automáticas



Medida da Temperatura do Ar

- Medida da temperatura medida em condição padrão – comparação entre locais diferentes.
- Altura 1,5 a 2,0 m
- Abrigo ventilado (venezianas ou multipratos)



Medida da Temperatura do Solo

➔ Medida da Temperatura do Solo

São utilizados os geotermômetros, cujo o elemento sensor é o mercúrio, que tem como princípio de medida a dilatação de um líquido. Além deles pode-se utilizar outros tipos de elementos sensores, como os termopares e os termistores. Para medida padrão em estações meteorológicas os geotermômetros devem ser instalados a 2, 5, 10, 20, 40 e 100 cm de profundidade em superfície gramada ou de solo desnudo.



Geotermômetros instalados em gramado



Geotermômetros instalados em solo desnudo



Sensor automático para medida da temp. do solo



Geotermógrafo



Além dos geotermômetros padrões, existem outros tipos de geotermômetros de baixo custo, para uso em plantações.

Cálculo da temperatura média

- IAC:

$$T_{med} = (T_{7h} + T_{14h} + 2 \cdot T_{21h})/4$$

- INMET:

$$T_{med} = (T_{9h} + T_{max} + T_{min} + 2 \cdot T_{21h})/4$$

- Valores extremos:

$$T_{med} = (T_{max} + T_{min})/2$$

- Estações Automáticas:

$$T_{med} = \Sigma T_{ar}/N$$

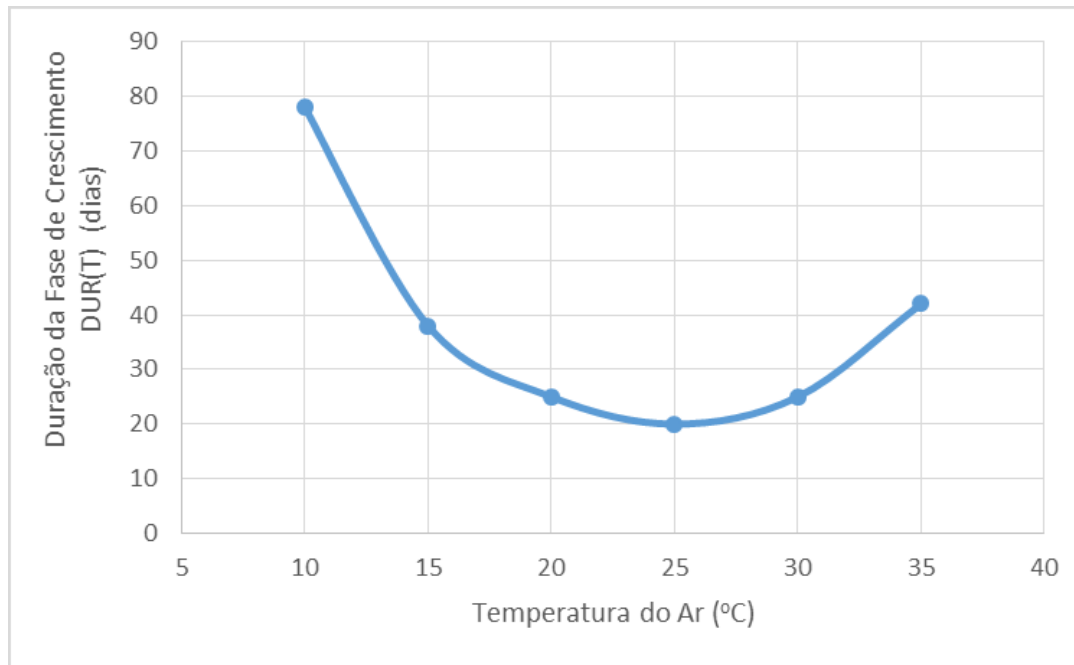
Temperatura do Ar e o
Desenvolvimento das Plantas:
Graus-Dia, Horas de Frio e Vernalização

A temperatura como fator agrônômico...

- ✓ A taxa das reações metabólicas é regulada basicamente pela temperatura do ar, afetando, desse modo, tanto o crescimento como o desenvolvimento das plantas.
- ✓ Consequência: a duração das fases ou sub-períodos fenológicos e, conseqüentemente, o ciclo das culturas tem variação inversamente proporcional a ela.
- ✓ Um dos primeiros estudos relacionando temperatura e desenvolvimento vegetal foi realizado por Reaumur, na França, por volta de 1735. Ele observou que o ciclo de uma mesma cultura/variedade variava entre localidades e também entre diferentes anos.
- ✓ Ao fazer o somatório das temperaturas do ar durante os diferentes ciclos, ele observou que esses valores eram praticamente constantes, definindo isso como ***Constante Térmica da Cultura.***

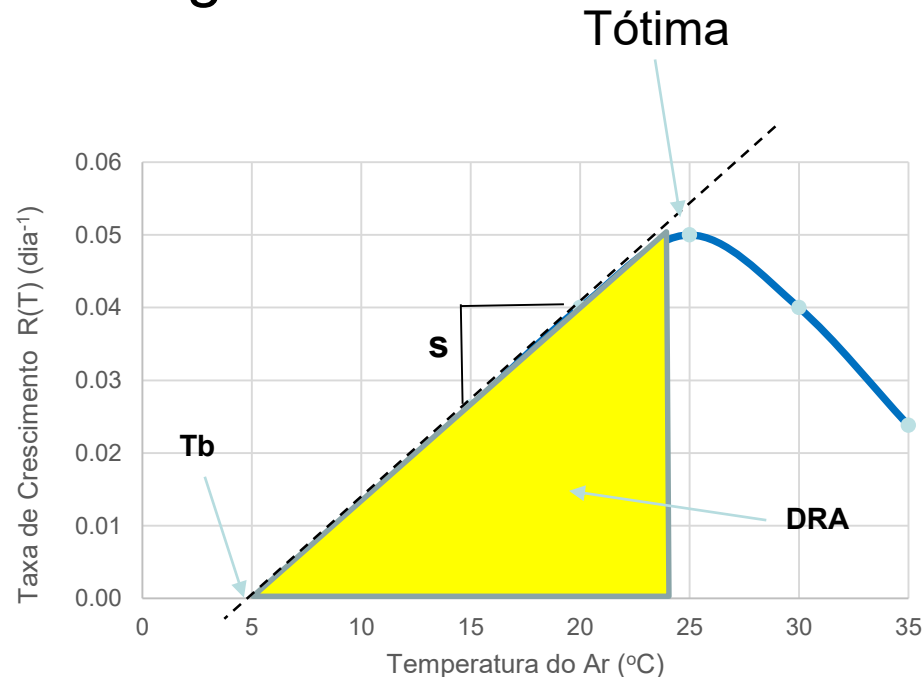
Conceito de Graus-Dia

- Imagine um experimento em que uma cultivar foi cultivada sob diferentes temperaturas. A duração da fase entre a semeadura e o florescimento foi registrado, obtendo-se a Figura 1:



Conceito de Graus-Dia

- Invertendo-se a duração da fase ($DUR(T)$) obtém-se a taxa de desenvolvimento ($R(T)$) em função da temperatura. A Figura abaixo ilustra uma relação típica de $R(T)$ em função da temperatura, calculada a partir dos dados da Figura 1.



Conceito de Graus-Dia

Integrando $R(T)$ ao longo do tempo, pode-se obter o desenvolvimento acumulado de um organismo e, quando o desenvolvimento acumulado é igual a 1 o desenvolvimento está completo. Assumindo-se $R(T)$ é linear com a temperatura, pode-se escrever

$$R(T) = s(T - T_b)$$

em que s é o coeficiente angular da linha pontilhada na Figura 2 e T_b é a intersecção com o eixo x. Note que a unidade de s é $\text{dia} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$. Para temperatura abaixo de T_b o desenvolvimento acumulado é zero.

Lembrando que quando o desenvolvimento relativo acumulado (DRA) é igual a 1, então $\text{DRA} = \text{Constante térmica (CT)}$ e o evento biológico estará completo. É possível computar DRA em função dessa relação linear da seguinte forma:

$$\text{DRA} = \int_{T_{\min}}^{T_{\text{ótima}}} R(T) dT = \int_{T_{\min}}^{T_{\text{ótima}}} s(T - T_b) dT$$

Conceito de Graus-Dia

Essa equação pode ser simplificada admitindo que s é constante e DRA:

$$\frac{1}{s} = \int_0^{Tótima} (T - Tb) dT$$

Lembrando que dT pode ser aproximado para Δt numa notação finitesimal, e que quando $\Delta t=1$ pode-se acumular $(T-Tb)$ até um somatório térmico ($1/s$). Este somatório ($=1/s$) representa o número de graus-dia necessário para a conclusão de uma dada fase ou mesmo do ciclo de crescimento, sendo também conhecida como **Constante Térmica (CT)**. Para cômputo diário (GD) do número de graus dias acumulados, pode-se então usar a seguinte expressão:

$$GD = (T - Tb) nd$$

Em que T é a temperatura média do período e nd representa o número de dias do período (veja no slide seguinte algumas exceções)

Sistema de Unidades Térmicas ou Graus-dia

Para as condições brasileiras, especialmente no Centro-Sul do Brasil, as temperaturas médias não atingem níveis tão elevados e, assim, não ultrapassam TB. Portanto, no cálculo de GD leva-se em consideração apenas a temperatura média (Tmed), a basal inferior da cultura (Tb), e o número de dias do período (n):

- Caso $T_b < T_{min}$ \Rightarrow $GD = (T_{med} - T_b).nd$ ($^{\circ}C \cdot dia$)
- Caso $T_b \geq T_{min}$ \Rightarrow $GD = ((T_{max} - T_b)^2 / 2 \cdot (T_{max} - T_{min})).nd$ ($^{\circ}C \cdot dia$)
- Caso $T_b > T_{max}$ \Rightarrow $GD = 0$

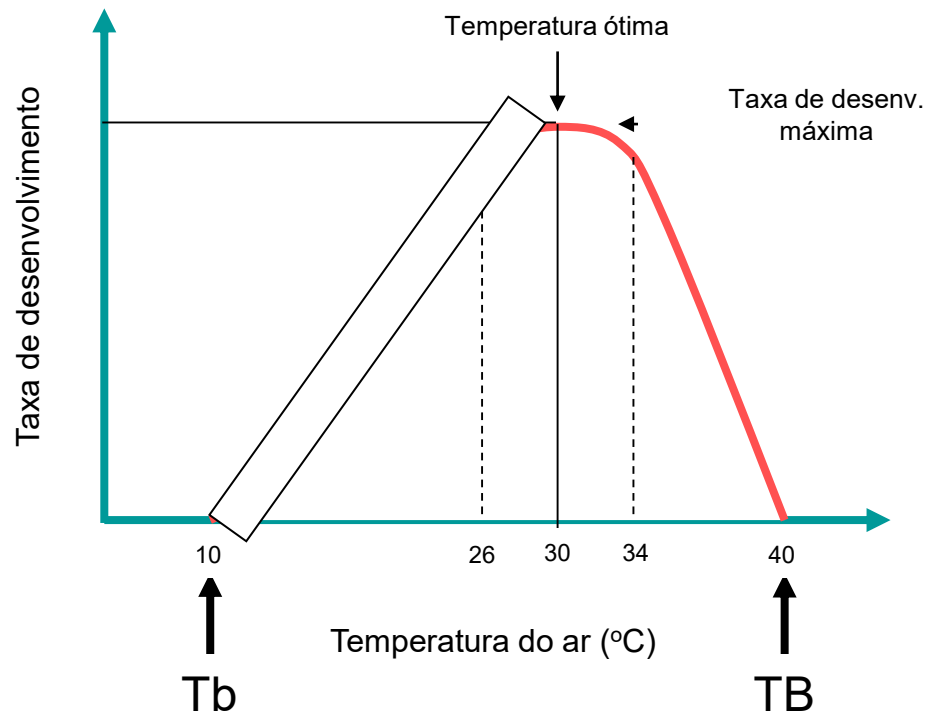
\Rightarrow Para que a cultura atinja uma de suas fases fenológicas ou a maturação é necessário que se acumule a constante térmica (CT), que será dada pelo total de GD acumulados ao longo desse período:

$$CT = \sum GD_i$$

\Rightarrow Assim como para Tb e TB, cada espécie/variedade vegetal possui suas CTs para as diferentes fases de desenvolvimento e para o ciclo total. A seguir são apresentados valores de CT e Tb para algumas culturas.

Temperaturas cardeais ou basais

Como vimos, o crescimento vegetal cessa quando a temperatura do ar cai abaixo de certo valor mínimo ou excede certo valor máximo, independentemente se existirem condições favoráveis de energia solar, disponibilidade de nutrientes e de água no solo. Além deste limite inferior, existe um valor ótimo no qual o crescimento vegetal é máximo e acima do qual há queda na taxa de desenvolvimento. Assim, tem-se o que se convencionou chamar de temperaturas cardeais do crescimento vegetal: zero vital mínimo ou temperatura basal inferior (T_b), ótimo térmico (temperatura ótima) e zero vital máximo ou temperatura basal superior, (TB) como ilustra a figura abaixo.



Cultura	Variedade/Cultivar	Período/Sub-período	Tb (°C)	CT (°Cd)
Arroz	IAC4440	Semeadura-Maturação	11,8	1985
		Semeadura-Emergência	18,8	70
		Emergência-Floração	12,8	1246
		Floração-Maturação	12,5	402
Abacate	Raça Antilhana	Floração-Maturação	10,0	2800
	Raça Guatemalense	Floração-Maturação	10,0	3500
	Híbridos	Floração-Maturação	10,0	4200
Feijão	Carioca 80	Emergência-Floração	3,0	813
Girassol	Contisol 621	Semeadura-Maturação	4,0	1715
	IAC-Anhady	Semeadura-Maturação	5,0	1740
Milho Irrigado	AG510	Semeadura-Flor.Masculino	10,0	800
	BR201	Semeadura-Flor.Masculino	10,0	834
	BR106	Semeadura-Flor.Masculino	10,0	851
	DINA170	Semeadura-Flor.Masculino	10,0	884
Soja	UFV-1	Semeadura-Maturação	14,0	1340
	Paraná	Semeadura-Maturação	14,0	1030
	Viçosa	Semeadura-Maturação	14,0	1230
Cafeeiro	Mundo Novo	Florescimento-Maturação	11,0	2642
Videira	Niagara Rosada	Poda-Maturação	10,0	1550
	Itáli/Rubi	Poda-Maturação	10,0	1990

Aplicações práticas do Sistema Graus-dia

- **Planejamento de Colheita:** sabendo-se a data de semeadura, poda ou florescimento da cultura, determina-se a data provável de colheita.
- **Planejamento de Semeadura/Poda:** sabendo-se a data que se deseja realizar a colheita, determina-se a data recomendável de semeadura ou poda.
- **Escolha da melhor variedade para a região:** sabendo-se que a duração ideal da fase semeadura-florescimento masculino do milho é de cerca de 60 dias, pode-se determinar qual o melhor híbrido a ser semeado na região para dada época de semeadura.

Exercícios

1. Realizando a semeadura em 15 de novembro, qual a data provável de floração do milho (BRS2160), sabendo que a temperatura base é 12 °C?
2. Desejando florescimento do milho (BRS 2160) em 01 de janeiro, em que data deve ser semeado?

**Características do BRS 2160
Híbrido Duplo de Milho para Região Sul**

<i>Tipo de Híbrido:</i>	Duplo
<i>Ciclo:</i>	Precoco
<i>Emergência ao florescimento:</i>	62 dias
<i>Emergência à maturação:</i>	130 dias
Graus-dia	845
<i>Estatura média da planta</i>	220 cm
<i>Inserção média da espiga:</i>	120 cm
<i>Resistência ao acamamento</i>	Média
<i>Resistência ao quebramento</i>	Média
<i>Reação a doenças:</i> <i>Puccinia sorghi</i> <i>Puccinia polysora</i> <i>Physopela zea</i> <i>Helminthosporium turcicum</i> <i>Phaeosphaeria maydis</i> <i>Corn stunt</i>	moderadamente resistente
<i>Tipo de grão</i>	Semiduro
<i>Cor dos grãos</i>	Amarelo-alaranjada
<i>Produtividade média</i>	6.500 kg/ha
<i>População de plantas</i>	50.000 por hectare

Mês	Período	T.med.(°C)
jan	15	24.4
	30	23.1
fev	15	22.8
	29	24.5
mar	15	21.7
	30	22.8
abr	15	19.5
	30	17.6
mai	15	13.7
	30	17.1
jun	15	13.9
	30	11.7
jul	15	17.6
	30	17.5
ago	15	15.8
	30	18.2
set	15	15.0
	30	15.8
out	15	18.6
	30	20.3
nov	15	21.2
	30	22.2
dez	15	21.7
	30	24.5

Efeitos Positivos do Frio sobre as Plantas

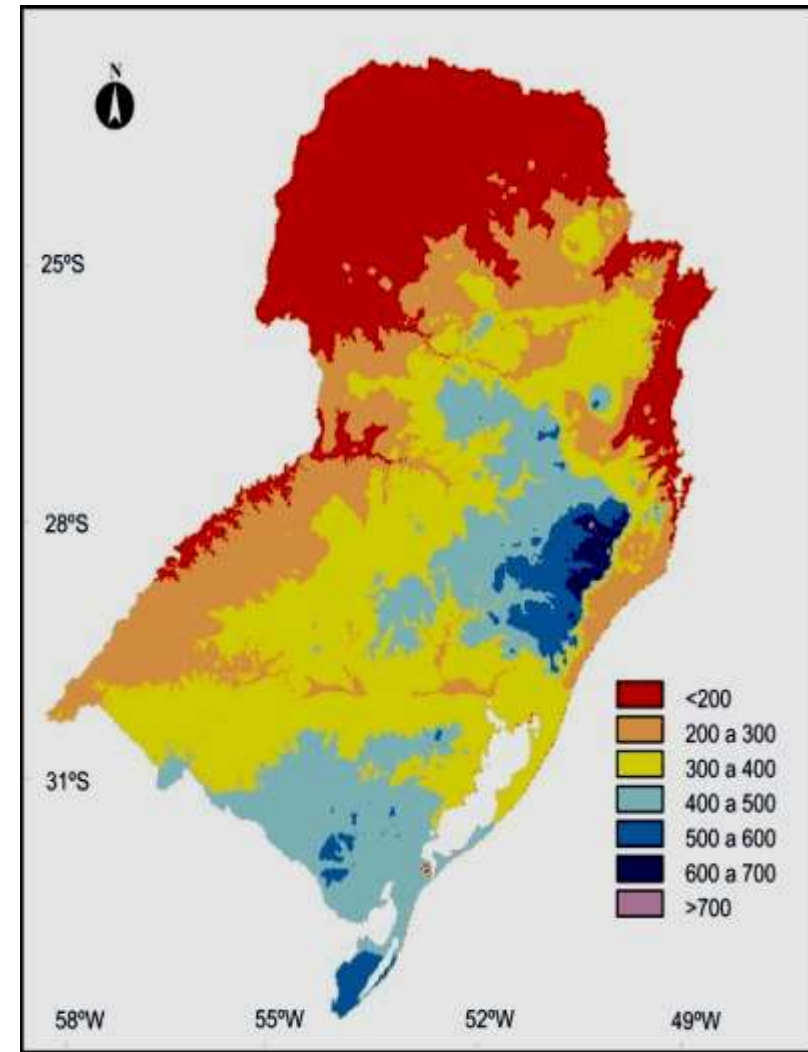
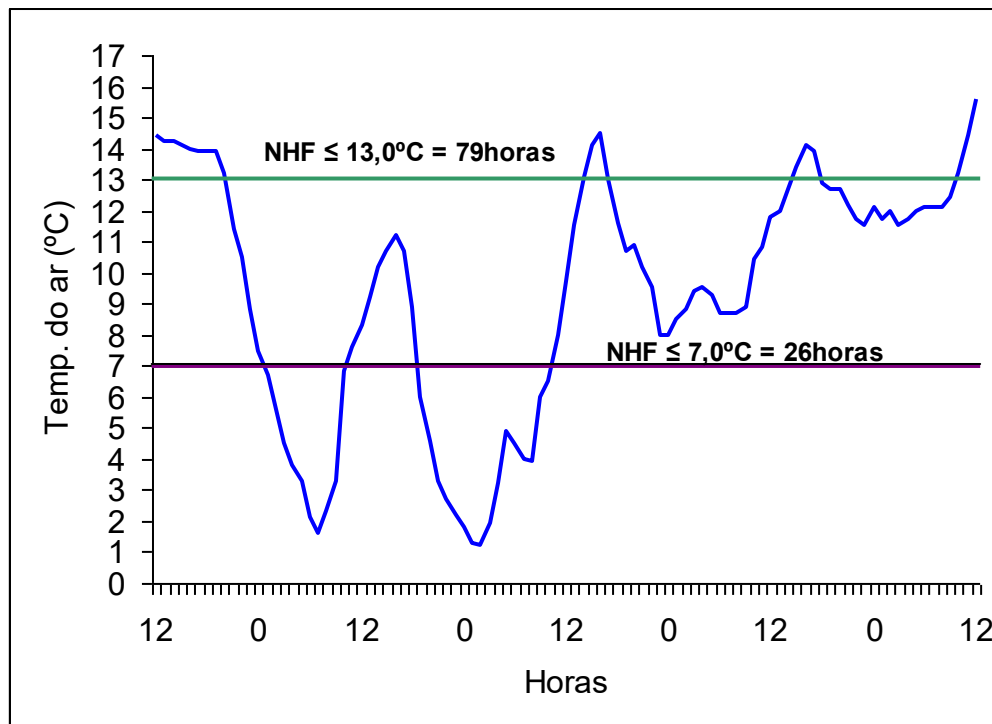
Ação positiva do frio sobre as plantas.

O frio é considerado o principal fator exógeno para a indução à saída da dormência em gemas de espécies de frutíferas nas regiões temperadas. A região sul do Brasil apesar de ser de clima subtropical com algumas localidades temperadas, apresenta grandes variações entre anos, com invernos amenos, o que tem dificultado a adaptação de espécies e cultivares oriundos de regiões com invernos bem definidos, pois as mesmas geralmente apresentam respostas fisiológicas indesejáveis.

Um dos principais hormônios é o ácido abscísico (ABA), responsável pela dormência das gemas do caule e queda das folhas. Também é o principal responsável pelo bloqueio do crescimento das plantas no inverno, fenômeno esse conhecido com dormência. Influenciado pelas baixas temperaturas, com um determinado acumulado de horas de frio ocorre uma diminuição do ABA nas gemas. Essa redução condiciona o retorno do crescimento e floração das plantas, na primavera.

Frio invernal: quantificação, exigências e disponibilidade regional

O **NHF** é definido como o número de horas em que a temperatura do ar permanece abaixo de determinada temperatura crítica durante certo período, durante o inverno. Essa temperatura crítica é considerada igual a **7°C** por ser aplicável à maioria das espécies criófilas, mais exigentes em frio. Para as espécies menos exigentes, pode-se considerar a temperatura crítica de **13°C**.



Herter e Wrege (2004)
NHF $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$

Quebra de dormência

Ex. Macieira

- ✓ As plantas de clima temperado, como a macieira, necessitam de repouso invernal para ocorrer a quebra de dormência com abundante floração e retomada da produção.
- ✓ As horas de frio acumuladas abaixo de $7,2^{\circ}\text{C}$ correlacionam-se com a quebra de dormência dessas plantas.
- ✓ A ocorrência de geadas tardias após a quebra de dormência pode trazer grandes prejuízos à cultura, uma vez que as estruturas florais e frutos em desenvolvimento são sensíveis.
- ✓ Cultivares pouco exigentes em horas de frio não podem ser cultivados em regiões com alta disponibilidade de horas de frio, pois terão quebra precoce de dormência, predispondo a planta aos efeitos das geadas.

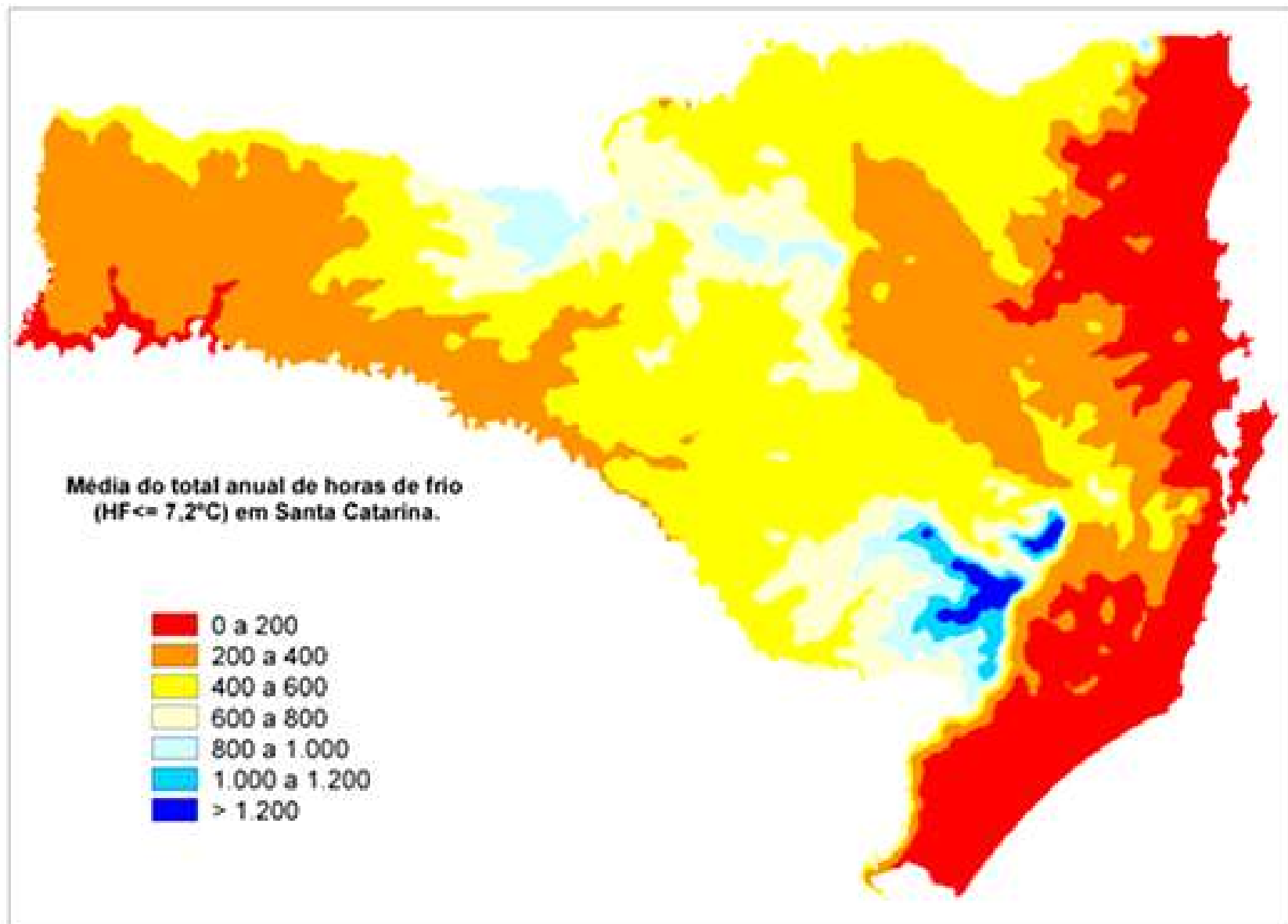


Figura 1. Média do total anual de horas de frio (HF $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$) em Santa Catarina.

Fonte: Revista Agropecuária Catarinense, v.20, n.2, p.58-61. 2007

EXEMPLO DE APLICAÇÃO

ZONEAMENTO MACIEIRA - SC (EXIGÊNCIA EM NÚMERO DE HORAS DE FRIO)

DIVISÃO EM GRUPOS CONFORME A EXIGÊNCIA EM NÚMERO DE HORAS DE FRIO DE CADA CULTIVAR

a) Maçã com baixa exigência em frio:

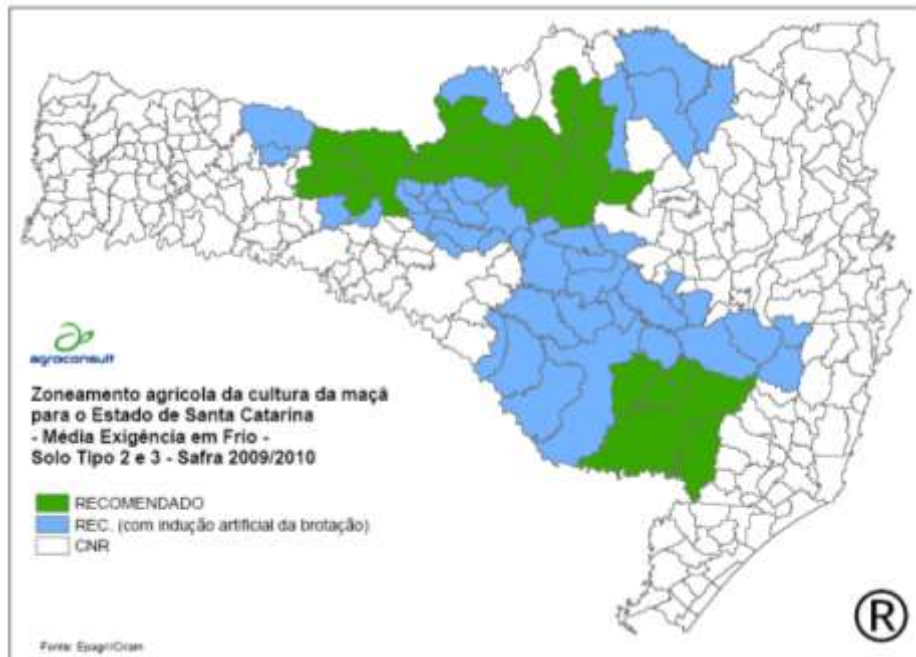
→ probabilidade de ocorrência de horas de frio (abaixo de $7,2^{\circ}\text{C}$) acima de 300 horas, deve ser superior a 80%;

b) Maçã com média exigência em frio:

→ probabilidade de ocorrência de horas de frio (abaixo de $7,2^{\circ}\text{C}$) acima de 550 horas deve ser superior a 80%; para recomendação com indução artificial da brotação foi utilizada a probabilidade de ocorrência de horas de frio (abaixo de $7,2^{\circ}\text{C}$) acima de 450 horas.

c) Maçã com alta exigência em frio:

→ probabilidade de ocorrência de horas de frio (abaixo de $7,2^{\circ}\text{C}$) acima de 700 horas deve ser superior a 80%; para recomendação com indução artificial da brotação foi utilizado probabilidade de ocorrência de horas de frio > 500 horas.



EXEMPLO DE APLICAÇÃO

ZONEAMENTO PESSEGUEIRO - SC (EXIGÊNCIA EM NÚMERO DE HORAS DE FRIO)

a) Pêssego: Baixa Exigência em Frio

→ Probabilidade de ocorrência de horas de frio ($\leq 7,2^{\circ}\text{C}$) acima de 150 horas, deve ser superior a 80%;

b) Pêssego: Alta Exigência em Frio

→ Probabilidade de ocorrência de horas de frio ($\leq 7,2^{\circ}\text{C}$) acima de 350 horas, deve ser superior a 80%;

Devido à diferenças altimétricas em um mesmo município, foram estabelecidas indicações especiais quanto ao plantio

a) Pêssego: Baixa Exigência em Frio

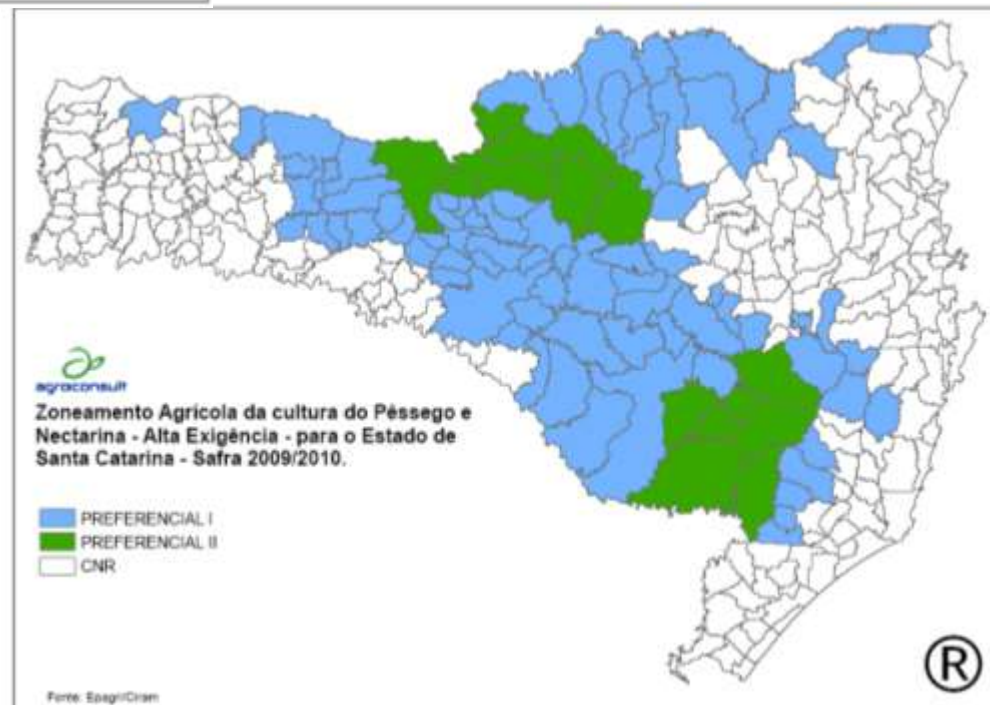
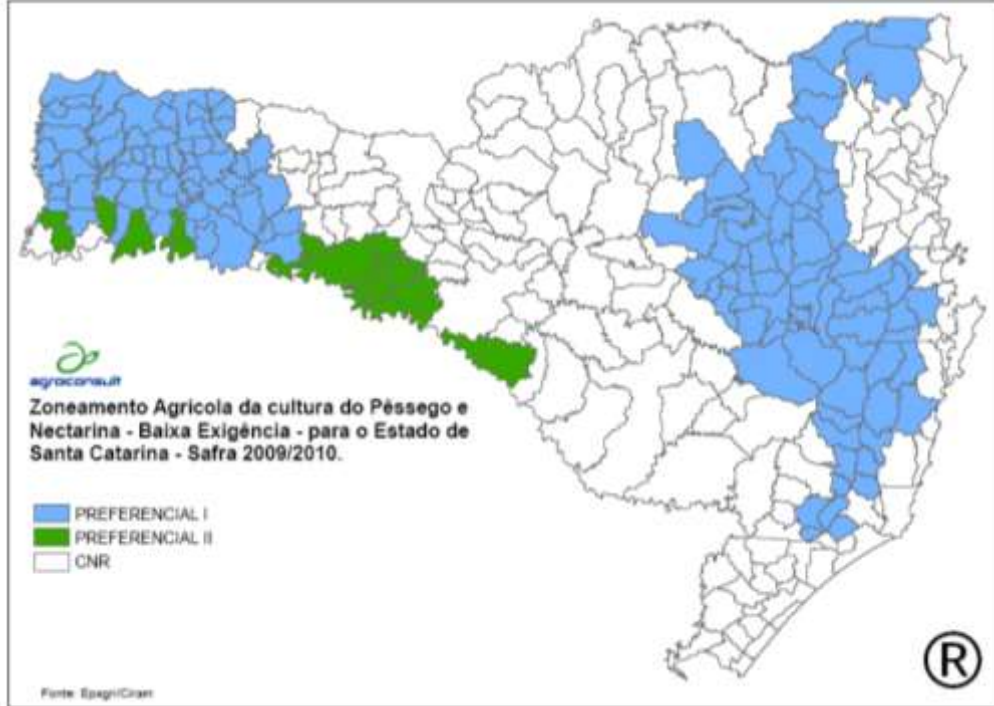
Preferencial I - Sem restrições.

Preferencial II - Recomendado para cotas altimétricas acima de 400 metros (para atender a exigência de horas de frio).

b) Pêssego: Alta Exigência em Frio

Preferencial I - Sem restrições.

Preferencial II - Recomendado para cotas altimétricas inferiores a 1200 metros (para não ter problemas com a geada nas regiões mais altas).



VERNALIZAÇÃO

A vernalização é a indução ou aceleração da floração por temperatura baixa. Juntamente com o fotoperíodo são sistemas de controle que permitem a sincronização da reprodução das plantas. Representa uma vantagem adaptativa da espécie por favorecer a polinização cruzada e o florescimento em épocas mais favoráveis no que se refere a disponibilidade de água e temperatura.

a) inclui a indução real da floração em espécies que requerem baixas temperaturas, como por exemplo repolho, salsa e beterraba e;

b) a aceleração da floração em espécies que tem a sua floração apenas quantitativamente promovida pelas baixas temperaturas como por exemplo os grãos de inverno, alface e rabanete.

Em geral, as plantas de inverno anuais são vernalizadas como plântulas, enquanto as plantas bianuais são vernalizadas após a primeira estação de crescimento.

Espécies bianuais: que precisam passar por um período de frio antes da ocorrência do florescimento. Exemplos: beterraba (*Beta vulgaris*), salsão (*Apium graveolens*), repolho e outras formas cultivadas do gênero Brassica. Estas plantas apresentam requerimento obrigatório de vernalização, sendo que em regiões com inverno ameno, o repolho, por exemplo, pode crescer por vários anos e não florescer. Existem outras espécies que apresentam requerimento facultativo de frio, ou seja o florescimento é acelerado pelo frio, mas ocorrerá mesmo em plantas não vernalizadas. Entre estas espécies incluem-se por exemplo o espinafre (*Spinacea oleracea*) e a alface (*Lactuca sativa*).

Apenas os tecidos que possuem células em divisão podem ser vernalizados Quanto às temperaturas para vernalização, as mais efetivas estão entre 1-2°C. Exposições ao frio de curta duração, entre 7 e 11 dias, têm efeito **vernalizador notável**, sendo que este efeito aumenta progressivamente com o prolongamento do tratamento.

RESPOSTA À VERNALIZAÇÃO DE CULTIVARES BRASILEIRAS DE TRIGO

As sementes de trigo foram colocadas em germinador durante um período de 24 horas à temperatura de 20 °C. As sementes germinadas foram em seguida semeadas em bandejas de isopor com 128 células preenchidas com substrato comercial "Plantimax" e colocadas em câmaras frigoríficas sem luz à **temperatura média diária de 3,5°C** onde permaneceram até a data de transplante.

Os tratamentos foram de 0, 7, 14, 21, 28, 35, 42 e 49 dias de vernalização (DV0, DV7, DV14, DV21, DV28, DV35, DV42 e DV49).

Tabela 2. Efeito da vernalização no número final de folhas (NFF) e na soma térmica acumulada (STa) do período emergência à antese (EM-AN) no colmo principal de seis cultivares de trigo cultivados no sul do Brasil. Santa Maria (RS), Brasil, 2007

Cultivar	Dias de Vernalização (DV)								Média
	0	7	14	21	28	35	42	49	
Variável: NFF									
BRS Tarumã	17,0 Aa*	15,5 Aa	15,0 ABa	15,0 ABa	15,4 Aa	10,5 Ca	11,2 BCa	9,4 Ca	12,0 a
CEP 51	10,9 Ab	10,7 ABb	10,1 ABCb	9,5 BCDbc	9,5 BCDb	9,3 CDab	8,6 Db	8,4 Db	9,6 b
CEP 52	11,8 Ab	10,7 ABb	10,3 ABb	9,8 BCbc	9,3 BCDb	8,6 CDEab	8,2 DEbc	7,6 Eb	9,4 b
Nova Era	12,0 Ab	10,7 Bb	9,8 BCb	10,2 Bb	9,5 BCDb	9,6 BCab	8,6 CDb	8,3 Db	9,8 b
BRS 177	9,8 Abc	9,6 Abc	9,3 ABbc	8,7 ABCbc	8,0 BCc	8,1 BCb	7,4 Cc	7,7 Cb	8,6 c
BRS Louro	8,4 Ac	8,6 ABc	8,3 ABc	8,4 ABc	7,9 ABc	7,9 ABb	7,5 Abc	7,3 Bb	8,0 d
Média	10,9 A	10,8 A	10,1 B	9,5 BC	9,5 C	8,9 D	8,6 DE	8,1 E	
Variável: STa do período EM-AN									
BRS Tarumã	2609 Aa	2538 Aa	2580 Aa	1896 ABa	1814 ABa	1434 Ba	1930 a		
CEP 51	1562,3 Aabc	1434 ABbc	1413 ABCb	1343 BCbc	1328 BCbc	1285 BCb	1260 Cb	1260 Cab	1361 c
CEP 52	1739,1 Aab	1507 ABbc	1423 BCb	1376 BCb	1237 BCcd	1261 BCb	1207 Cb	1260 BCab	1357 c
Nova Era	1880,2 Aa	1605 ABb	1495 BCb	1507 BCa	1388 BCb	1370 BCb	1337 BCb	1258 Cab	1466 b
BRS 177	1409,1 Abc	1278 ABcd	1327 ABb	1249 ABcd	1173 Bc	1198 Bb	1178 Bb	1180 Bb	1249 d
BRS Louro	1189,8 Ac	1127 Ad	1123 Ac	1198 Ad	1148 Ad	1140 Ab	1192 Ab	1175 Ab	1162 d
Média	1525 A	1431 AB	1483 A	1334 BC	1306 C	1320 C	1331 BC	1261 C	

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 3. Diferença no número final de folhas (NFF) e na soma térmica acumulada (STa) do período emergência à antese (EM-AN) no colmo principal entre tratamento sem vernalização (DV0) e com 49 dias de vernalização (DV49) e sensibilidade à vernalização de seis cultivares de trigo. Santa Maria (RS), 2007

	NFF (DV0 - DV49)	STa (DV0 - DV49)	Sensibilidade à vernalização
BRS Louro	1,1	32,05	Insensível
BRS 177	2,1	224,15	Fraca
CEP 51	2,5	279,5	Fraca
CEP 52	4,2	470,8	Moderada
Nova Era	3,7	631,9	Moderada
BRS Tarumã	7,6	-	Forte

EXEMPLO DE APLICAÇÃO COMERCIAL

Técnica de vernalização viabiliza produção de alho no Centro-Oeste

A técnica de vernalização, desenvolvida pela Embrapa Hortaliças, vem ajudando a expansão da área de cultivo de alho, até então restrita a regiões frias, como o Sul do Brasil, concentrando-se principalmente nos Estados de Santa Catarina, e Rio Grande do Sul. Hoje, o País produz cerca de 70 mil toneladas do produto, o que representa 60% do consumo nacional.

Apesar do nome parecer complicado, a técnica tem um funcionamento simples. Coloca-se o alho semente em câmaras frias por 50 dias, a uma temperatura entre 2 e 3 graus centígrados. Depois, é só retirar o material e fazer o plantio em, no máximo, dez dias.

Por intermédio do "choque frio", cultivares de maior cotação comercial como a Caçador, Quitéria, Chonan e Contestado podem ser utilizadas em regiões de alta temperatura, como o Centro Oeste. Outra vantagem da vernalização é a formação de bulbos mais uniformes, de capa branca, com peso entre 60 e 100 gramas, que produzem um alho que alcança o dobro do preço do alho comum. Além disso, a época de colocação do produto no mercado pode ser antecipada. "Enquanto o alho importado começa a ser disponibilizado normalmente em dezembro, o vernalizado pode começar a ser vendido em agosto e setembro, conseguindo melhores preços", argumenta.



“INFLUÊNCIA DA COBERTURA DA PALHA NA TEMPERATURA DO SOLO E NO PERFILHAMENTO DE UM CANAVIAL IRRIGADO”

Murilo dos Santos Vianna



Introdução

- Novo sistema de colheita da cana-de-açúcar
- Qual o efeito dessa palhada nos processos fisiológicos da cultura?



Hipótese e Objetivo

Hipótese: a cobertura de palha oferece uma barreira física a entrada de energia no solo e isso pode influenciar o desenvolvimento radicular e número de perfilhos.

Objetivo específico: determinar a influência da palhada sobre a temperatura do solo e no perfilhamento de um canavial irrigado



Variedade BR967515



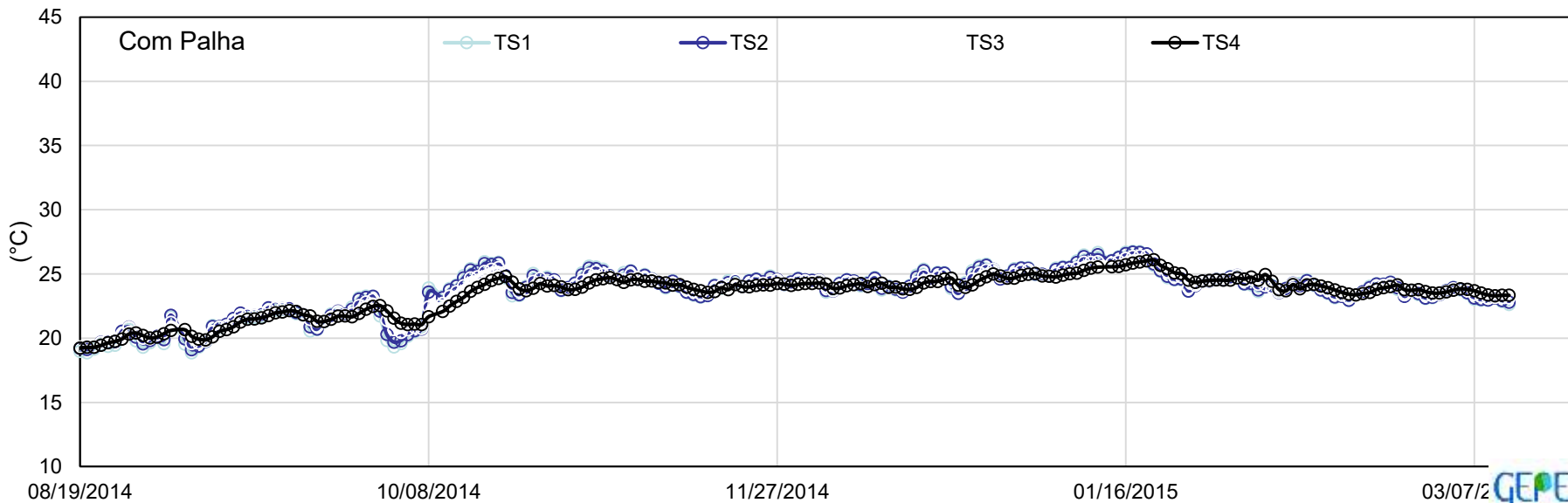
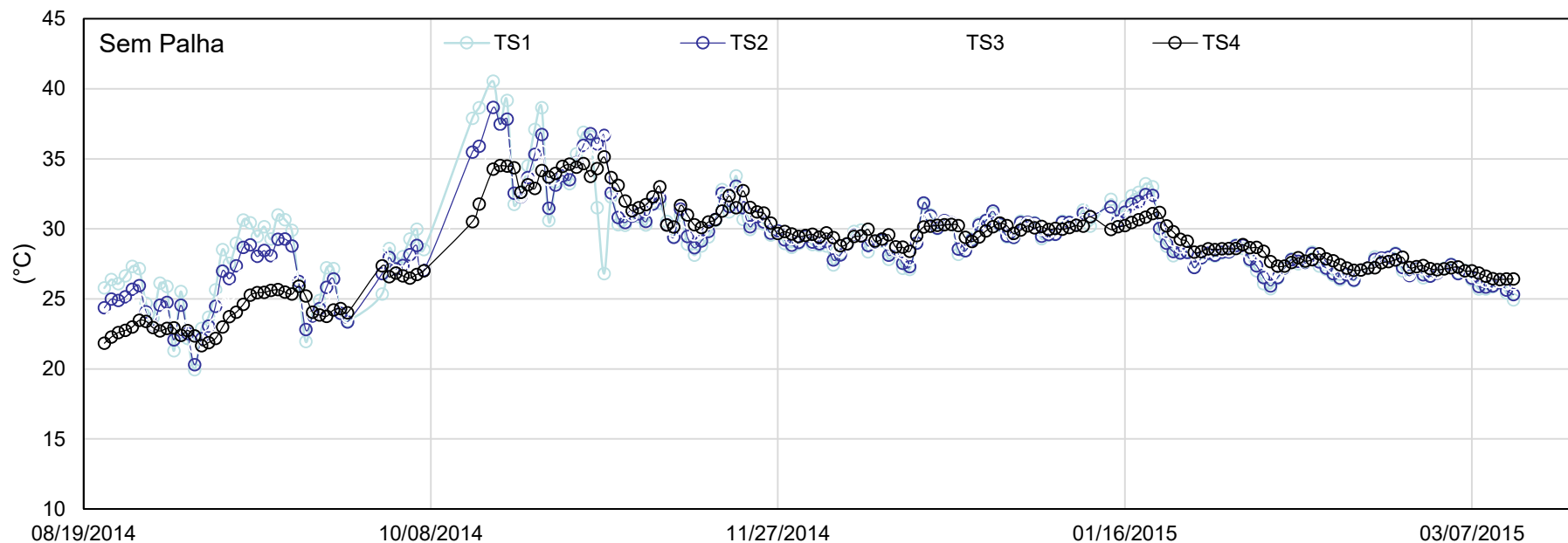
Monitoramento da Temperatura:

- Termopares do tipo T, AWG24,
- ▲ 4 profundidades (1, 5, 20 e 40 cm) e acima do nível do dossel vegetativo.

Monitoramento do Perfilamento:

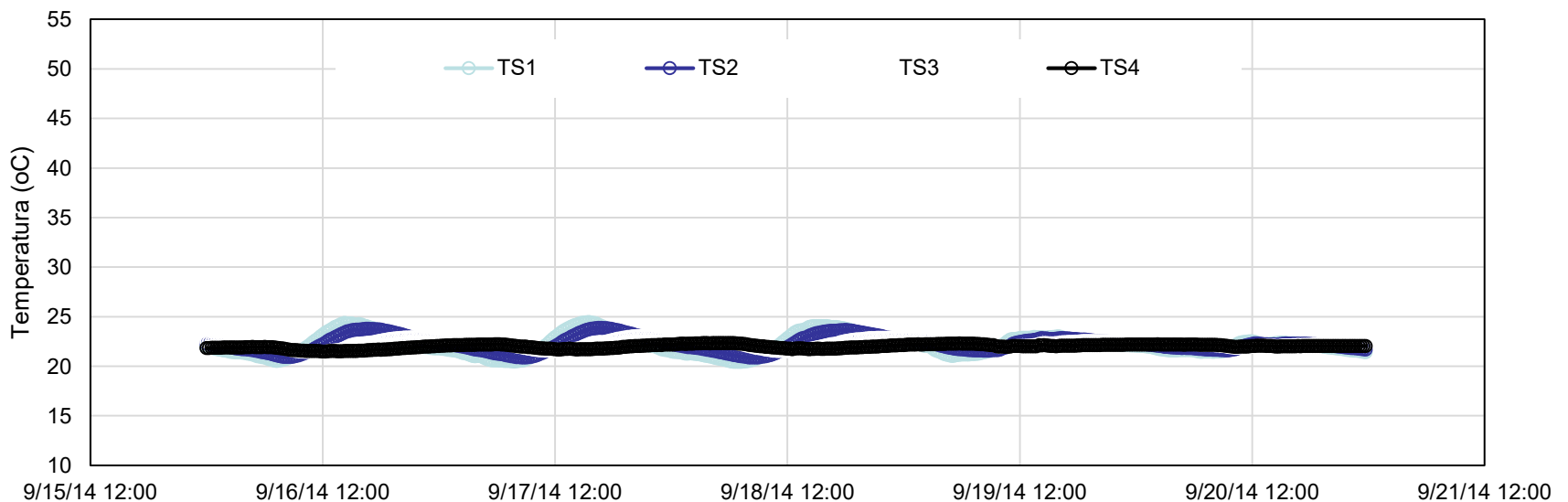
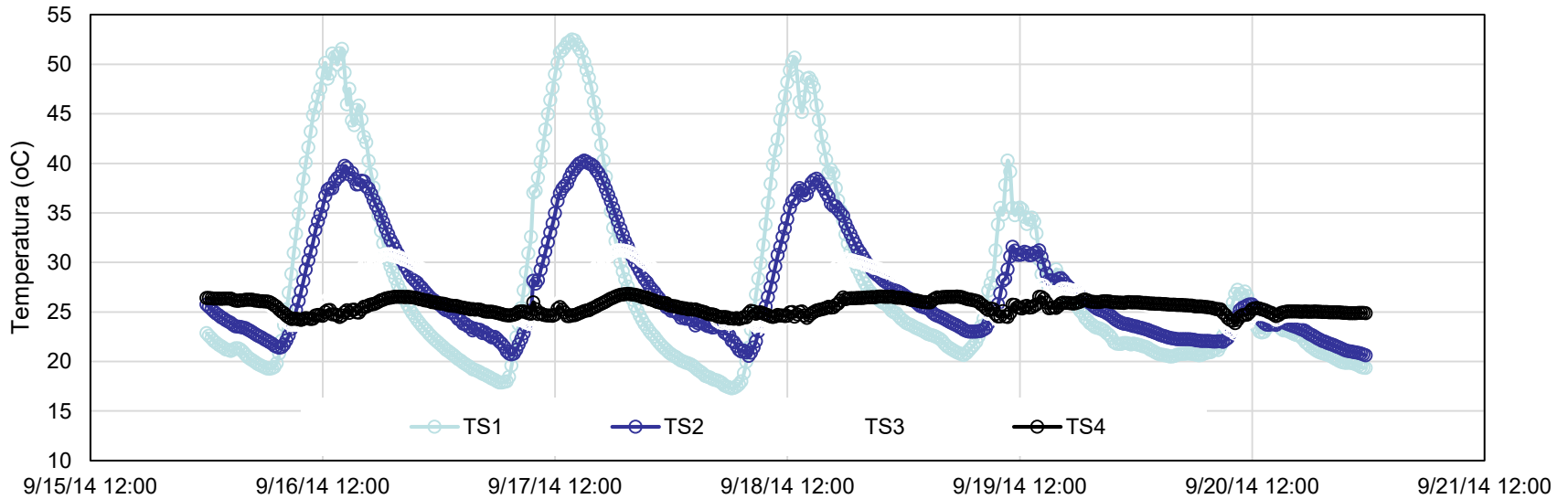
- Contagem de perfilhos em cada linha de parcela (5 linhas x 5m).
- Contagem quinzenal até o pico de perfilamento, e mensal até a estabilização.

Resultados: Temperatura do solo



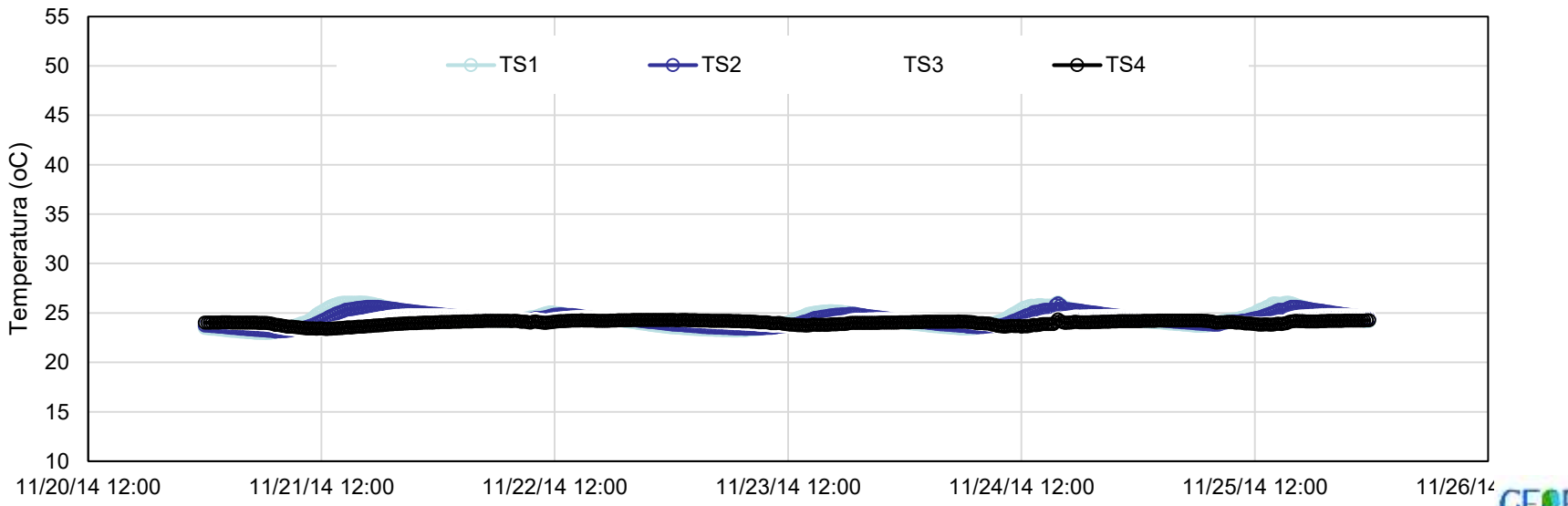
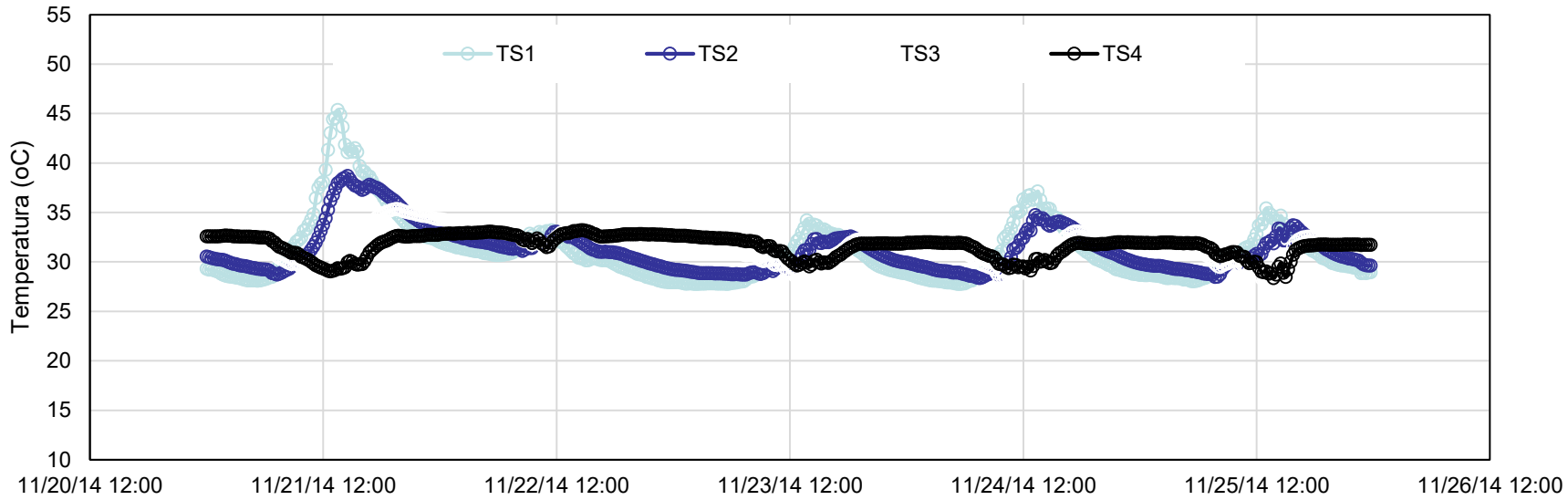
Resultados: Temperatura do solo

16/09/2014 a 20/09/2014



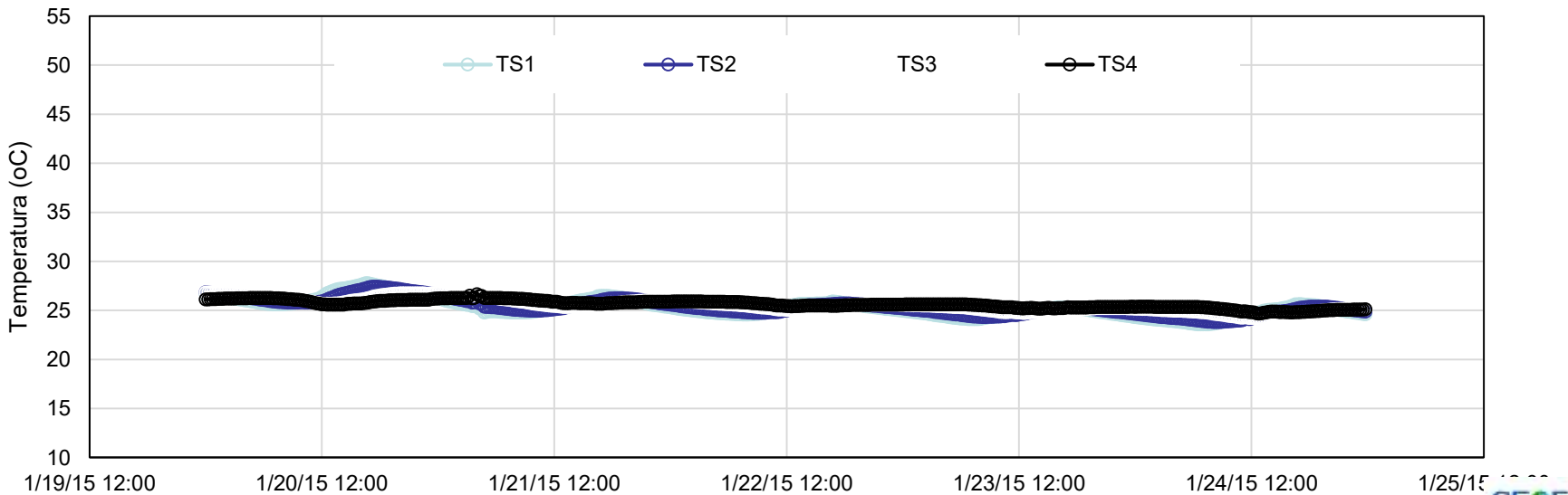
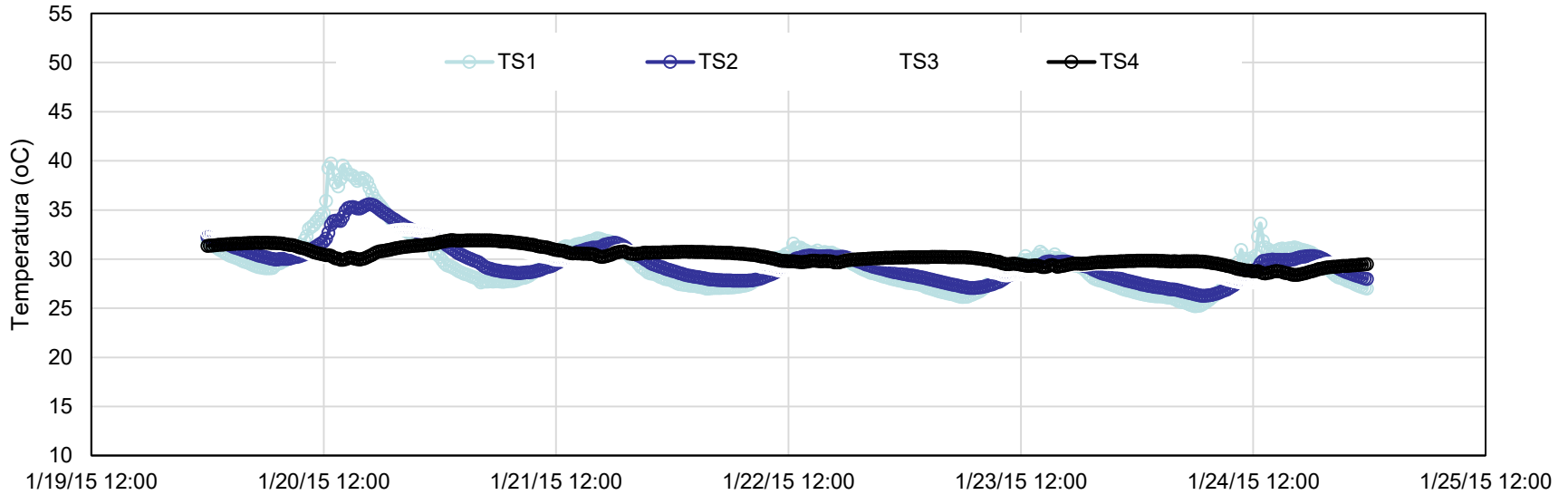
Resultados: Temperatura do solo

21/11/2014 a 25/11/2014

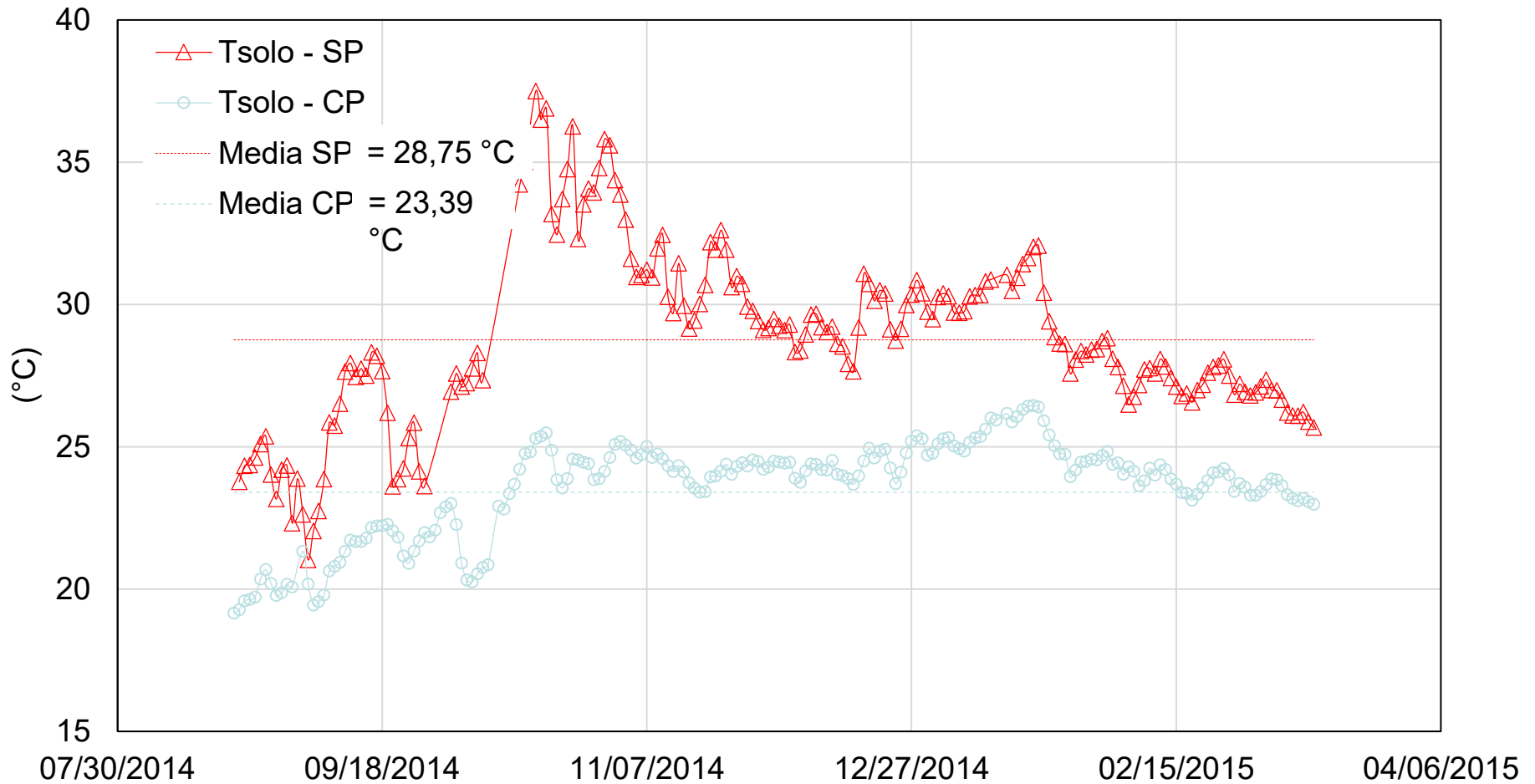


Resultados: Temperatura do solo

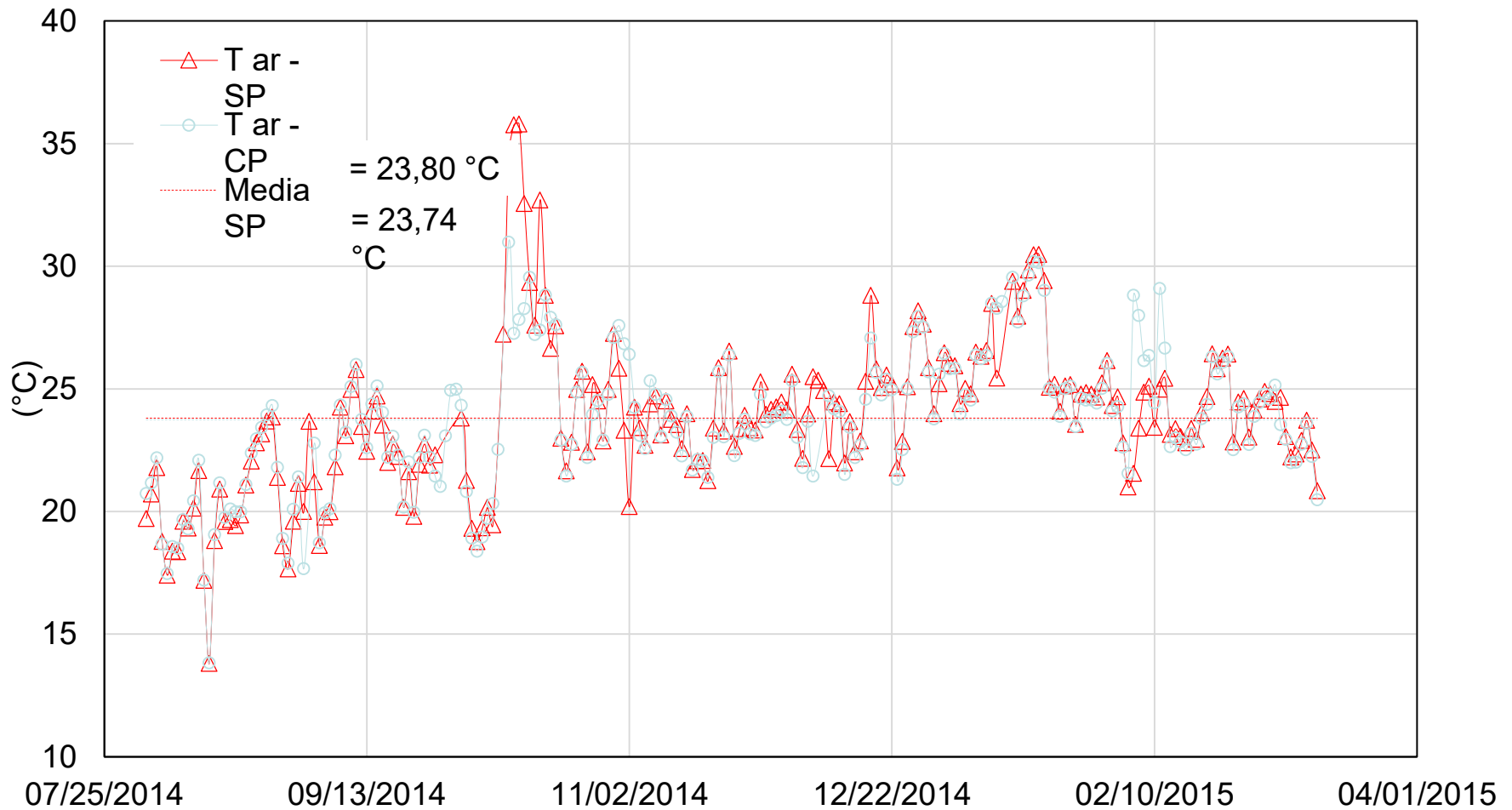
19/01/2015 a 24/01/2015



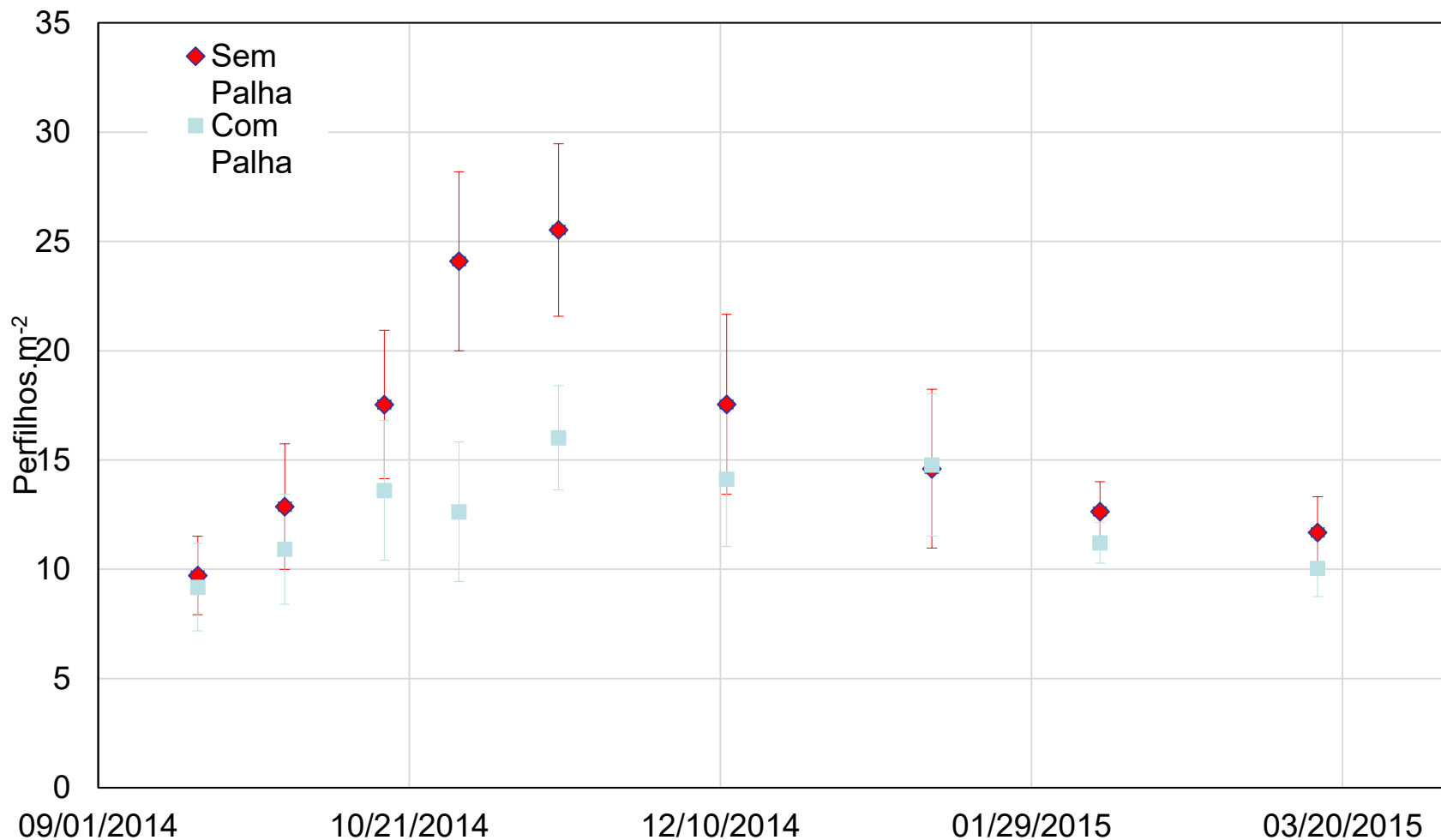
Resultados: Temperatura do solo



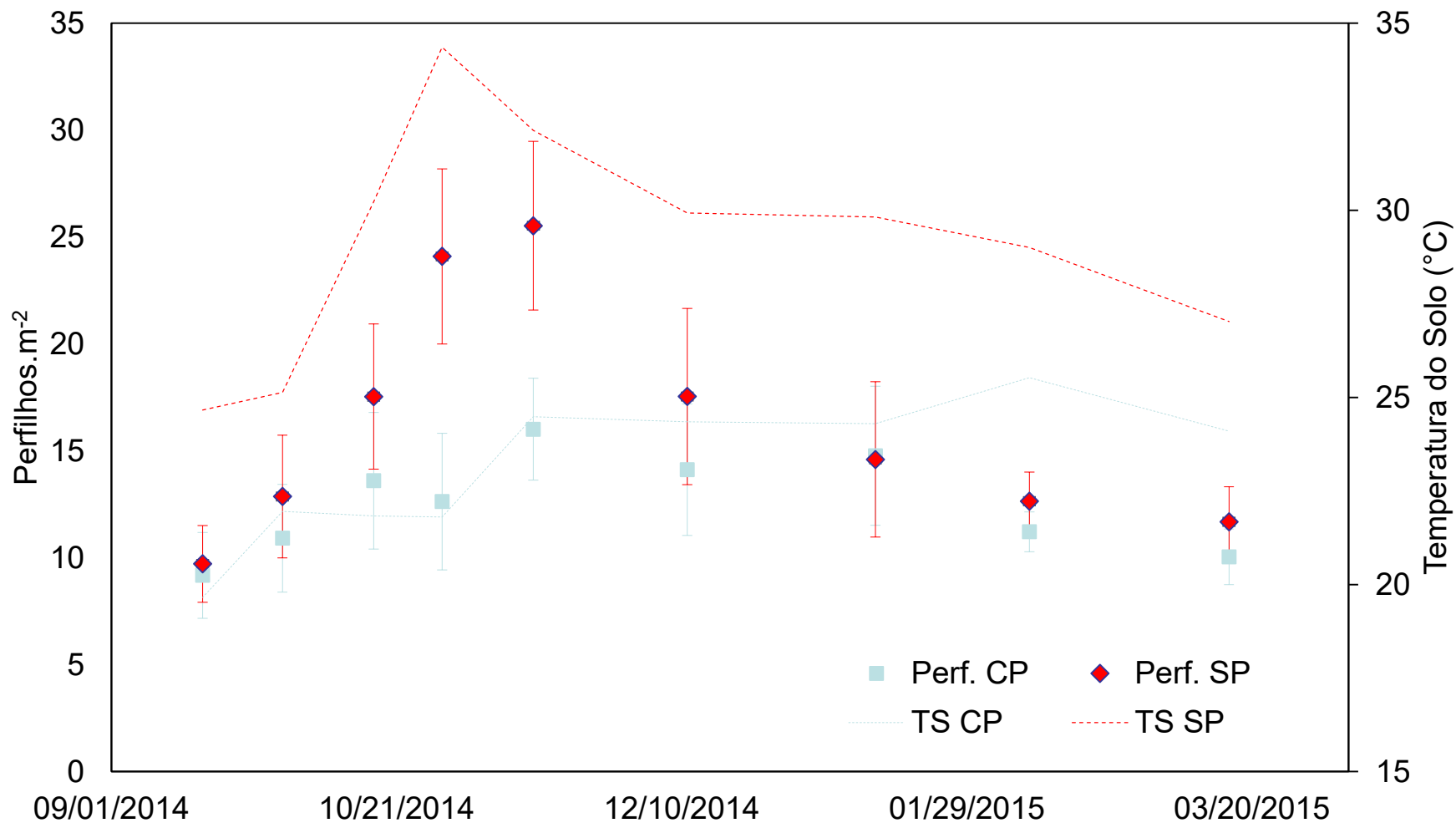
Resultados: Temperatura do ar



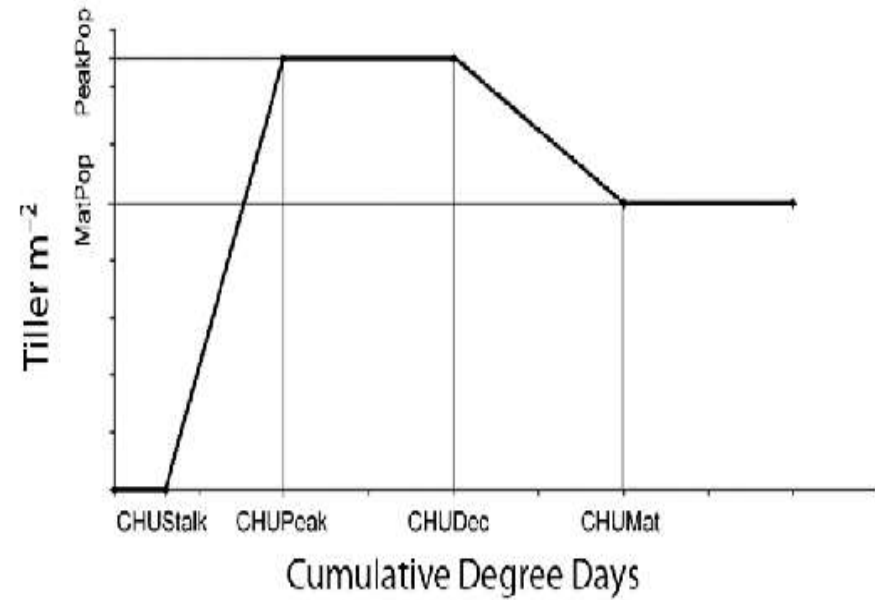
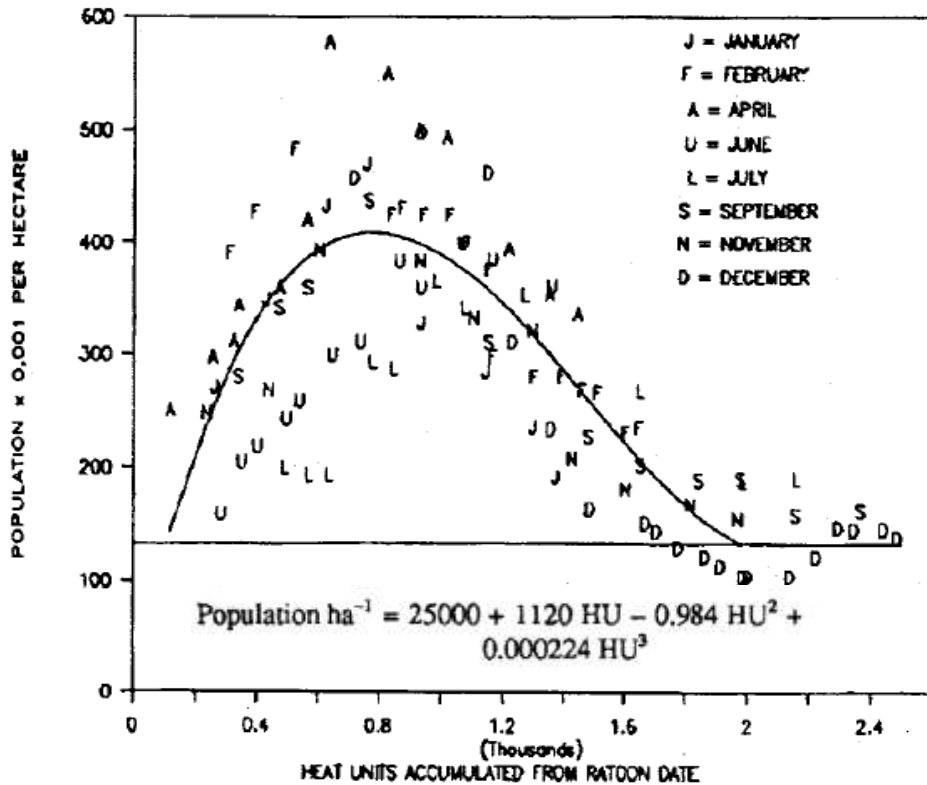
Resultados: Perfilhamento



Resultados: Perfilhamento



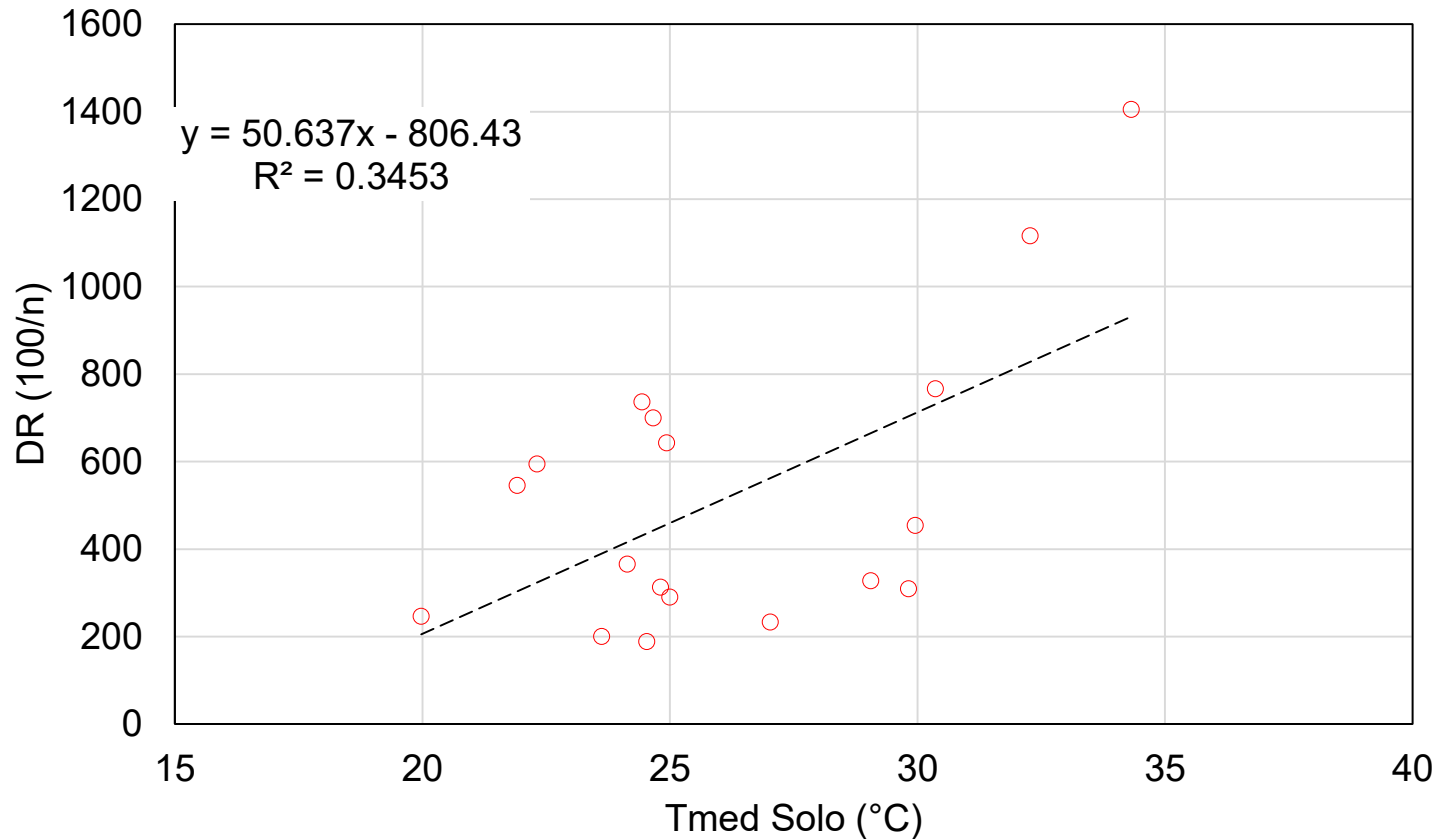
Acúmulo de Graus.dias



Marin, 2014

Inman-bamber, 1991

Descobrimos a Tbase: Método do desenvolvimento relativo



$$T_{base} = 806,43 / 50,637 = 15,92 \text{ } ^\circ\text{C}$$

TTBASEPOP	16	Phenology	Base temperature for stalk phenology (°C)
-----------	----	-----------	-------------------------------------------

Singels, et al. 2008