



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP)
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS (FZEA)

CIÊNCIAS AGRÁRIAS
ZAZ 0316 - AGROMETEOROLOGIA
1º SEMESTRE DE 2024

Docentes:

Prof. Dra. Fernanda de Fátima da Silva Devechio

Prof. Dr. Valdo Rodrigues Herling

AULA 3. RELAÇÃO TERRA x SOL

1. Introdução

No estudo sobre as relações existentes entre a Terra e o Solo, serão abordados os principais movimentos terrestres: a rotação (quando a Terra gira em torno do próprio eixo) e a translação (quando a Terra completa uma volta em torno do Sol). O primeiro gera o dia, e o segundo, o ano. Com o passar do ano, também é possível associar épocas mais frias, outras mais quentes e as intermediárias; assim, desde tempos remotos foi possível definir quatro estações (verão, primavera, outono e inverno). Na agricultura, as mudanças nas estações estabeleciam o início do plantio e da colheita. Os povos mais antigos também associavam as estações do ano com alguns fenômenos, como enchentes de rios ou secas.

2. Declinação Solar

O sol ocupa o centro do sistema planetário que a Terra se encontra. É o Sistema Solar. Ele representa a maior fonte de energia para a Terra. E produz uma energia constante. Entretanto a energia que alcança a superfície do solo, é variável, conforme estudamos inicialmente na aula Radiação Solar.

A declinação solar é o ângulo que a linha que liga o centro da terra ao centro do sol, faz com o plano do equador.

O eixo terrestre faz um ângulo de $23^{\circ}27'$ com a perpendicular ao plano da eclíptica. Tal fato implicará nas diferentes estações do ano.

A declinação oscila entre $\pm 23^{\circ}27'$ gerando as estações do ano, que são relacionadas com a posição solar, decorrentes da trajetória da Terra em torno do Sol.

3. Movimentos da Terra e suas aplicações

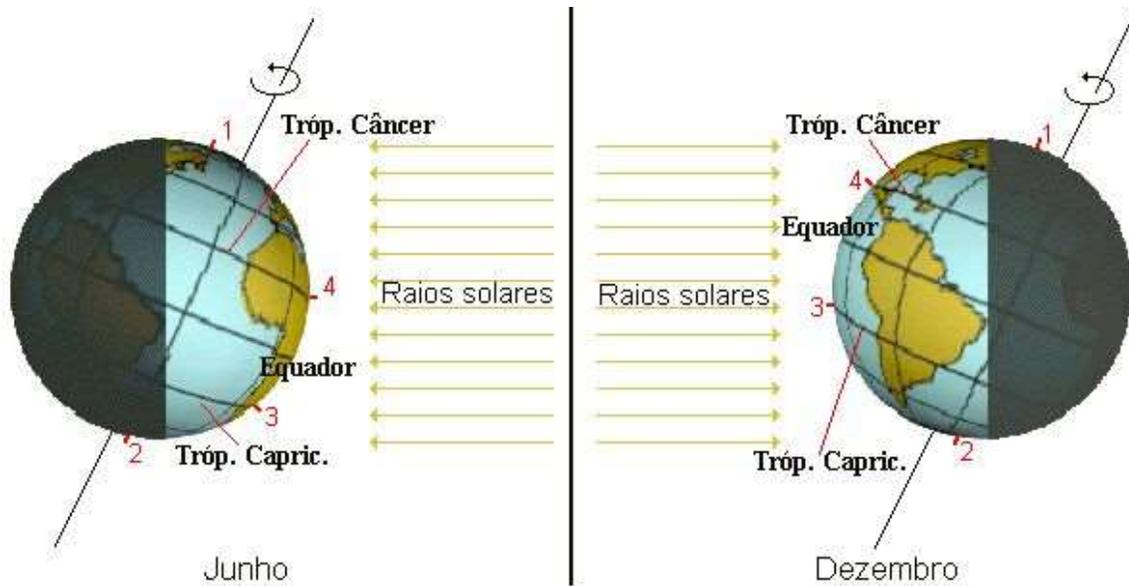
A Terra realiza um movimento em torno dela mesma, o qual chamamos de Rotação. É diário no sentido Oeste – Leste. Determina dia e noite, **comprimento do dia** (fotoperíodo).

Translação é o movimento da Terra em torno do Sol. É anual no sentido Norte – Sul. Determina as **estações do ano**.

Hoje em dia, sabe-se que a face da Terra voltada para o Sol (dia) está sempre mais quente que a face oposta (noite). Com o movimento de rotação da Terra, um local experimenta uma variação diária em suas condições meteorológicas, temperatura, pressão, nebulosidade, chuva, umidade relativa etc. Essa variação diária ocorre em todos locais, com maior ou menor intensidade, e é um fenômeno natural.

O principal motivo de estudar sobre esse assunto é o fato de muitas espécies, tanto vegetais como animais, terem o seu ciclo vital, ou pelo menos parte dele, regulado pelo fotoperíodo, isto é, o tempo de exposição à luz que as plantas recebem a cada dia, conforme sua fase de desenvolvimento; as respostas do desenvolvimento das plantas ao fotoperíodo são chamadas fotoperiodismo (CHANG, 1974). A aplicação do fotoperiodismo é maior dentro do contexto da fenologia vegetal, pois, do ponto de vista da cultura, o estudo do fotoperíodo auxilia no entendimento das respostas fisiológicas das plantas (como o florescimento) e sua relação com a variação na duração do dia (BERGAMASCHI, 2014).

De acordo com a declinação da Terra, **para um mesmo dia, teremos diferentes comprimentos do dia para as diferentes localidades**.



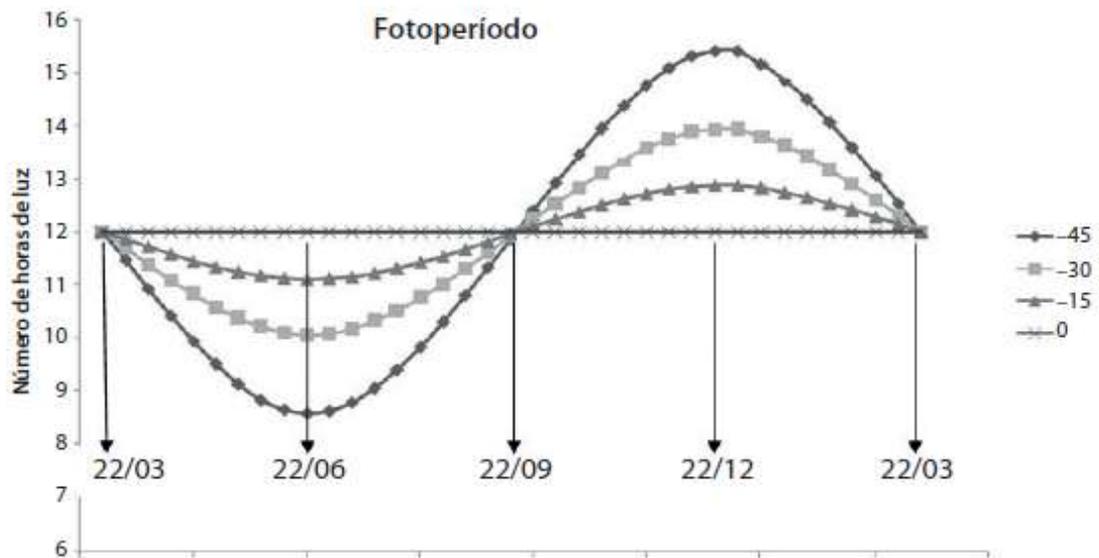
Junho:

- 1 . Sol o dia todo ou por mais de 24h
- 2 . Noite predominante por mais de 24h
3. A noite (escuro) terá maior duração que o dia (luz)
4. O dia (luz) terá maior duração que a noite (escuro)

Dezembro:

- 1 . Noite predominante por mais de 24h
- 2 . Sol o dia todo ou por mais de 24h
3. O dia (luz) terá maior duração que a noite (escuro)
4. A noite (escuro) terá maior duração que o dia (luz)

Na linha do Equador, o dia apresenta a mesma duração da noite. Na região equatorial, em função de certa constância de incidência da radiação solar ao longo do ano, há as distinções entre as estações são menos intensas.



Varição do fotoperíodo, ao longo do ano, para a linha do Equador e para as seguintes latitudes do Hemisfério Sul: -15, -30 e -45.

Fonte: Adaptada de Bergamaschi ([2014?]).

De acordo com a Figura acima, na faixa do Equador, em latitude 0°, a duração do fotoperíodo é de 12 horas o ano todo. Nas outras latitudes, a duração do fotoperíodo é maior no verão e menor no inverno, além de a diferença aumentar conforme eleva-se a latitude. Nas latitudes diferentes de 0°, ocorrem dias com fotoperíodos de 12 horas, que recebem o nome de equinócio. Existem também os solstícios — um no verão e um no inverno — respectivamente, o dia com maior duração de fotoperíodo e o dia com menor duração (BERGAMASCHI, 2014).

A relação da posição Terra-Sol durante o ano, provoca flutuações no fotoperíodo. São importantes nos efeitos fisiológico de plantas e nos efeitos físicos, como aquecimento diferenciado da superfície e todas as implicações que isso pode acarretar.

Dentre as principais influências do fotoperíodo, há:

- Atua em processos fotossintéticos e morfológicos da planta.
- Estabelece diferentes atividades em insetos predadores.
- Condiciona em algumas plantas o aparecimento de hormônios relacionados ao desenvolvimento vegetal, o que variam os estágios fenológicos.
- Em artrópodes e insetos predadores, ocasiona infestações diferenciais no decorrer do ano e estabelece **hábitos diurnos e noturnos**.

- Além do ponto de vista físico → propicia diferente distribuição de energia para um mesmo local ao longo do ano.

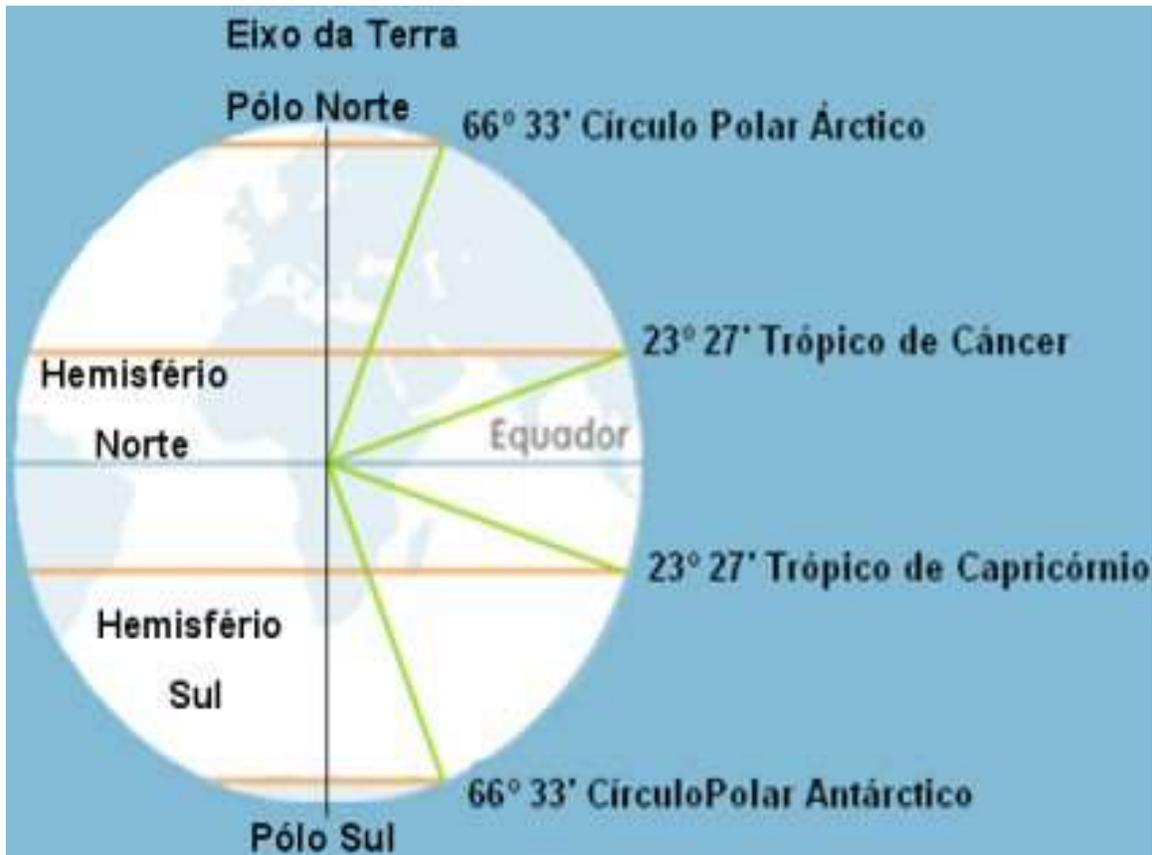
As plantas respondem tão bem ao fotoperíodo que é possível classificá-las de acordo com a duração deste. Em uma determinada época do ano, a duração do fotoperíodo é maior ou menor, e essa duração determina a entrada da planta na fase de florescimento e frutificação. Assim sendo, uma determinada cultura não floresce, ou frutifica, caso não esteja em um local com a duração do fotoperíodo certa. Assim, existem espécies e culturas que respondem a comprimentos curtos de fotoperíodo, outras de comprimentos longos e, ainda, outras que se desenvolvem independentemente da duração do fotoperíodo. Caso uma espécie seja cultivada fora do seu fotoperíodo ideal, é possível que desenvolva gigantismo. Caso sejam cultivados no fotoperíodo correto, os processos de florescimento e frutificação ocorrerão. Logo, espécies e cultivares podem ser induzidos à maturação precoce ou tardia, modificando a data de plantio ou o local do cultivo.

- Plantas de dias curtos (PDC): são as espécies que maturam com fotoperíodos menores. Exemplo: soja.
- Plantas de dias longos (PDL): são as espécies que maturam com fotoperíodos maiores. Exemplo: trigo.
- Plantas de dias neutros ou fotoneutras (PDN): são aquelas que maturam em ampla faixa de variação do fotoperíodo. Exemplo: milho.
- Plantas intermediárias (IM): florescem a um comprimento de dias de 12 a 14 horas, mas são inibidas à reprodução tanto por fotoperíodos acima como abaixo dessa faixa. Exemplo: cana-de-açúcar.

Além da classificação em PDC e PDL, essas plantas têm uma subclassificação em espécies de resposta absoluta ou qualitativa e espécies de resposta facultativa ou quantitativa. Isso ocorre em razão da intensidade de resposta das espécies à alteração na duração do dia. Quando a resposta for qualitativa, significa que é absolutamente imprescindível que haja a condição fotoperiódica ideal, se não a planta não matura. Quando a resposta for quantitativa, significa que se a condição fotoperiódica for ideal, a planta matura (mas não é uma condição obrigatória).

Trópicos e calatolas polares

A Declinação solar está relacionada ao movimento translação, que é variável ao longo do ano ($23^{\circ}27'$ S e de $23^{\circ}27'$ N). Esses valores extremos determinam na Terra os trópicos de Câncer e de Capricórnio.



Limite máximo de declinação solar:

- ao sul $\rightarrow 23^{\circ} 27'S$ \rightarrow determina um círculo paralelo ao equador \rightarrow denominado **Trópico de Capricórnio**.
- ao norte $\rightarrow 23^{\circ} 27'N$ \rightarrow determina um círculo paralelo ao equador \rightarrow denominado **Trópico de Câncer**.

Abaixo do Trópico de Capricórnio e acima do Trópico de Câncer em direção ao pólo, é **impossível qualquer ponto ter sol a pino**. Isso implica em **diferentes** condições de **radiação solar** para as regiões **tropicais e sub-tropicais**.

Caracterização das estações do ano

A época do ano é caracterizada pelo ângulo relativo da Terra em relação ao Sol. Tendo a linha do Equador terrestre como referencial, traça-se um raio imaginário ligando o centro da Terra à posição do Sol, formando-se um ângulo em relação ao plano equatorial terrestre, ao qual se denomina de declinação solar (δ).

O Sol tem dois movimentos aparentes em torno da Terra, um no sentido leste-oeste decorrente da rotação do planeta, e outro no sentido norte-sul devido ao movimento de translação. A declinação solar está relacionada ao movimento aparente no sentido norte-sul, sendo variável ao longo do ano entre os valores de $23^{\circ}27' S$ (ou $-23,45^{\circ}$) e de $23^{\circ}27' N$ (ou $+23,45^{\circ}$). Esses valores extremos são consequências da inclinação que o eixo terrestre faz com a linha normal ao plano de translação do planeta em torno do Sol (plano da Eclíptica), e determinam na Terra, respectivamente, os trópicos de Câncer e de Capricórnio, como mostrado na Figura 4, a seguir (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2007).

Define-se equinócio quando o Sol aparentemente se encontra sobre a linha do Equador terrestre ($\delta = 0^{\circ}$); o que ocorre duas vezes por ano (ao redor de 21/03 e de 23/09). Logo, os equinócios indicam o início do outono e da primavera, representados pela linha dos equinócios. Solstício é quando o Sol atinge seu afastamento máximo da linha do Equador, o que também ocorre duas vezes por ano. Em torno de 22/06, o Sol está aparentemente sobre o trópico de Câncer (Hemisfério Norte), e determina o início do inverno no Hemisfério Sul; no entanto, em 22/12, quando ele está sobre o trópico de Capricórnio (Hemisfério Sul), inicia-se o nosso verão, representado pela linha dos solstícios. Em seu movimento de translação, a Terra descreve uma elipse com excentricidade muito pequena. Logo, durante uma época do ano, a Terra está mais próxima do Sol, enquanto seis meses mais tarde ela estará mais longe, representada pela linha dos ápices (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2007).

A Figura ilustra também o efeito combinado do movimento de translação com a inclinação do eixo da Terra. A área clara do globo terrestre representa a área iluminada pelos raios solares. Verifica-se que, durante os solstícios, com o Sol estando acima ou abaixo da linha do Equador terrestre, as áreas iluminadas são diferentes nos dois hemisférios. No solstício de verão para o Hemisfério Sul (22/12), este fica iluminado por

mais tempo que o Hemisfério Norte. Imaginando-se o movimento de rotação da Terra, percebe-se que naquela data a região do círculo polar sul fica iluminada continuamente, ou seja, o Sol não se põe abaixo do horizonte. Enquanto isso ocorre no sul, no círculo polar norte, o Sol não aparece acima do horizonte. Seis meses depois, em 22/06, a situação se inverte com o Sol sempre brilhando no círculo polar norte, e sempre abaixo do horizonte no polo sul. Durante os equinócios, quando o Sol está sobre a linha do Equador, em todos os locais da Terra, a área iluminada terá a mesma duração, ou seja, 12 horas de fotoperíodo. A duração do fotoperíodo, além de sua importância em determinar o total diário de radiação solar incidente sobre um local na Terra, é importante fator ecológico, pois grande número de espécies vegetais apresenta processo de desenvolvimento que responde a esse fator (fotoperiodismo). Por exemplo, plantas perenes adaptadas a climas frios respondem a estímulos do fotoperíodo, pois são frequentes as ocorrências de curtos períodos com elevação súbita da temperatura durante o inverno. Se essas plantas responderem apenas a estímulos de temperatura, elas sofrerão danos térmicos logo que a temperatura voltar ao normal do inverno. Portanto, o fotoperíodo funciona como um estímulo que a planta percebe tanto para iniciar seu período de repouso como para retornar ao período vegetativo (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2007).

