

Florescimento: floração e produção de sementes

Eng. Agr. Dra. Samira D. Carlin Cavallari
Centro de Cana – IAC

Sertãozinho, 18 de junho de 2015

Florescimento da cana-de-açúcar

- Mudança da fase vegetativa para a fase reprodutiva: alteração crítica no ciclo das plantas, crucial para a produção de frutos e sementes;
- O florescimento é essencial para a obtenção de novos materiais – **Melhoramento genético**;
- É indispensável para a perpetuação da espécie, mas indesejado em cultivares comerciais devido a perda de produtividade;



Florescimento da cana-de-açúcar

- O que é florescimento?
- É um processo fisiológico complexo formado por vários estádios de desenvolvimento, e cada estágio tem a sua própria necessidade ambiental e fisiológica;
- Envolve modificações específicas no metabolismo do vegetal. Em plantas que são induzidas ao florescimento, estímulos ambientais são percebidos por estas e desencadeiam sinais que tornam uma planta de estágio vegetativo para o reprodutivo;
- Controlado por uma rede gênica (faltam pesquisas);



Florescimento da cana-de-açúcar

- O processo de formação da inflorescência é de difícil definição, pois depende da cultivar, do clima da região e das mudanças que ocorrem nos anos agrícolas;
- Estímulo: transformação do meristema apical em gema floral - 18 a 25 dias, dependendo da cultivar;
- No hemisfério sul: estímulo e diferenciação meristemática ocorrem normalmente nos meses de fevereiro - março - abril;

Florescimento da cana-de-açúcar

- Florescimento: abril – maio – junho;
- Região Centro-Sul do Brasil: maioria das áreas sujeitas a ocorrência do florescimento, sendo que algumas plantas (CULTIVARES) são mais exigentes aos fatores ambientais envolvidos → sensíveis
- Ribeirão Preto: principal região produtora do Centro-Sul está fortemente dependente das condições térmicas e hídricas;

Florescimento da cana-de-açúcar

- **Florescimento é dividido em 4 estágios (ou fases):**
 1. meristema apical em gema floral;
 2. gema floral em inflorescência;
 3. desenvolvimento da inflorescência e folha bandeira;
 4. emissão da inflorescência;

Florescimento da cana-de-açúcar

Folha bandeira em inflorescência



Florescimento da cana-de-açúcar

- A inflorescência da cana-de-açúcar, conhecida como bandeira ou flecha, é uma panícula aberta com flores hermafroditas cada uma com um óvulo.



Florescimento: prejuízos

- Crescimento vegetativo é paralizado;
- Perda no rendimento de açúcar;
- Açúcar é direcionado para formação da folha bandeira ou flecha;
- Colmo florescido entra em senescência permitindo novas brotações;



Como evitar o florescimento?

- **Interferência do homem:**

1. Através do melhoramento genético: cultivares que não florescem, mesmo que o ambiente seja propício ou que floresçam em menores proporções;
2. Reguladores vegetais (principal ferramenta);

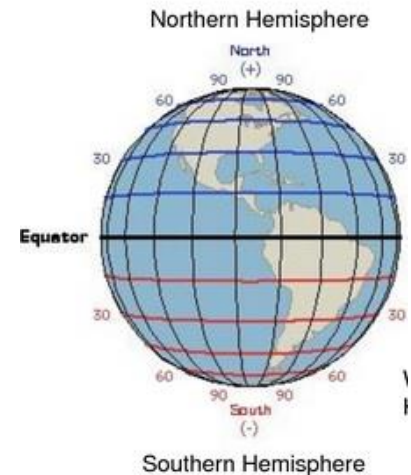
- **No entanto, são necessários conhecimentos na fisiologia da planta, bem como fatores do meio;**

- **Florescimento:** é sazonal e muitos são os fatores que regem sua ocorrência: fotoperíodo, temperatura, umidade do ar e do solo, latitude, nutrição e idade da planta;

Fatores que interferem no florescimento

- Fatores externos (do meio):

- 1- fotoperíodo
- 2- temperatura
- 3- umidade
- 4- latitude
- 5- nutrientes



FOTOPERÍODO

1- FOTOPERÍODO: fator determinante da indução



- Resposta a um período de luminosidade diária;
- Resposta biológica a uma modificação nas proporções de luz e escuridão num ciclo de 24 horas;
- A cana-de-açúcar floresce quando submetida a dias com comprimentos inferiores a um fotoperíodo crítico (FPC);
- FPC: valor em horas de luz que determina a floração ou não de uma planta;
- As horas de escuro são tão importantes quanto as horas de luz;

Alexander, 1973; Imaizumi et al., 2004

FOTOPERÍODO

- Fotoperíodo indutivo da floração em cana-de-açúcar: 12h e 50 min;
- Planta de dia curto;
- Uma cultivar que floresce em uma determinada região poderá não florescer em outra;
- Para que as plantas percebam as menores mudanças de luz, estas possuem diferentes pigmentos em seus tecidos—
fitocromos



FOTOPERÍODO - fitocromos

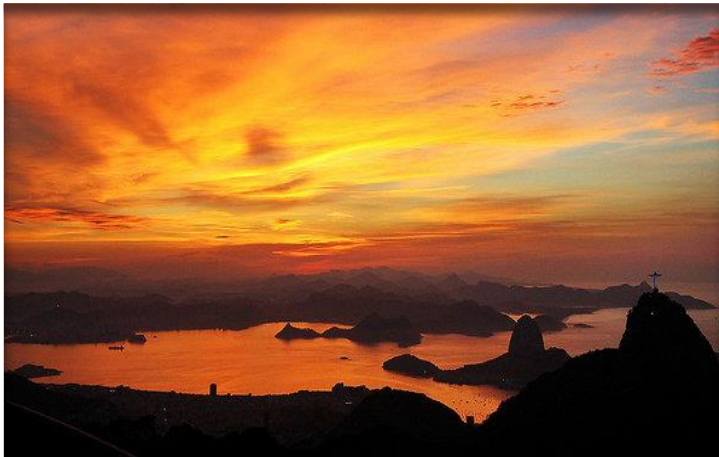
- FITOCROMOS:

1. Pigmento do florescimento;
2. Detectam a presença da luz e a diferença na sua intensidade; assim como ocorre no amanhecer e entardecer;
3. são sensíveis a pequenas mudanças no comprimento do dia;



FOTOPERÍODO - fitocromos

4- Respondem ao espectro da luz vermelha (V), ficando em estado ativo, e ao da luz vermelho-extremo (VE), ficando inativo; o escuro também torna o pigmento inativo.



Fitocromo ativo

Fitocromo inativo



FOTOPERÍODO- fitocromos

5- Este balanço entre fitocromos na forma ativa e inativa que vai desencadear os metabolismos envolvidos no florescimento. E o número de fitocromos ativados e o tempo que ficam inativados são diferentes para plantas de dia curto e dia longo;

6- Pode-se dizer que as melhores condições para o florescimento acontecem nas regiões equatoriais do globo terrestre: 12 horas de luz e 12 horas de escuro, com pequenas variações de temperatura;

FOTOPERÍODO

- De fato, o fotoperíodo possui grande influência na indução do florescimento, porém a oscilação da temperatura pode afetar a ocorrência da inflorescência;
- No estado de SP: grande variabilidade do índice de florescimento, tendo grande influência da temperatura.



TEMPERATURA

2- TEMPERATURA: fator determinante da indução, juntamente com o fotoperíodo.

- 21 a 31 °C – faixa;
- nos locais de ocorrência abundante de florescimento a temperatura mínima noturna raramente fica abaixo de 18°C e as máximas diurnas nunca ultrapassam os 32-35°C e que temperaturas abaixo de 21°C podem atrasar o crescimento e a emergência da panícula.



TEMPERATURA

- a temperatura também pode afetar a morfologia das panículas, como o tamanho. No geral, temperaturas amenas em Poaceae, aumentam o tamanho das inflorescências;
- Temperaturas acima ou abaixo da faixa ideal atrasam a iniciação floral e desenvolvimento das panículas;
- Para a indução: \pm 10 dias de temperatura noturna acima de 18°C ; a quantidade em dias vai depender da cultivar;



TEMPERATURA

- Não necessariamente dias consecutivos; as plantas armazenam as informações - memória do estresse;
- locais onde temperaturas e fotoperíodos indutivos aconteciam naturalmente e raramente acontecia à inibição da floração da cana-de-açúcar, quando este fenômeno não ocorria, notava-se que ocorreriam mudanças nas precipitações anuais (interferência da umidade).



UMIDADE

3- UMIDADE:

- Deficiência hídrica na época da indução ou meses antes altera a fisiologia do florescimento – inibe ou retarda;
- A adequada umidade do solo é crucial para a indução floral; inflorescência e produção de sementes;
- Sem água não ocorre o transporte dos fotoassimilados para o meristema apical;



LATITUDE

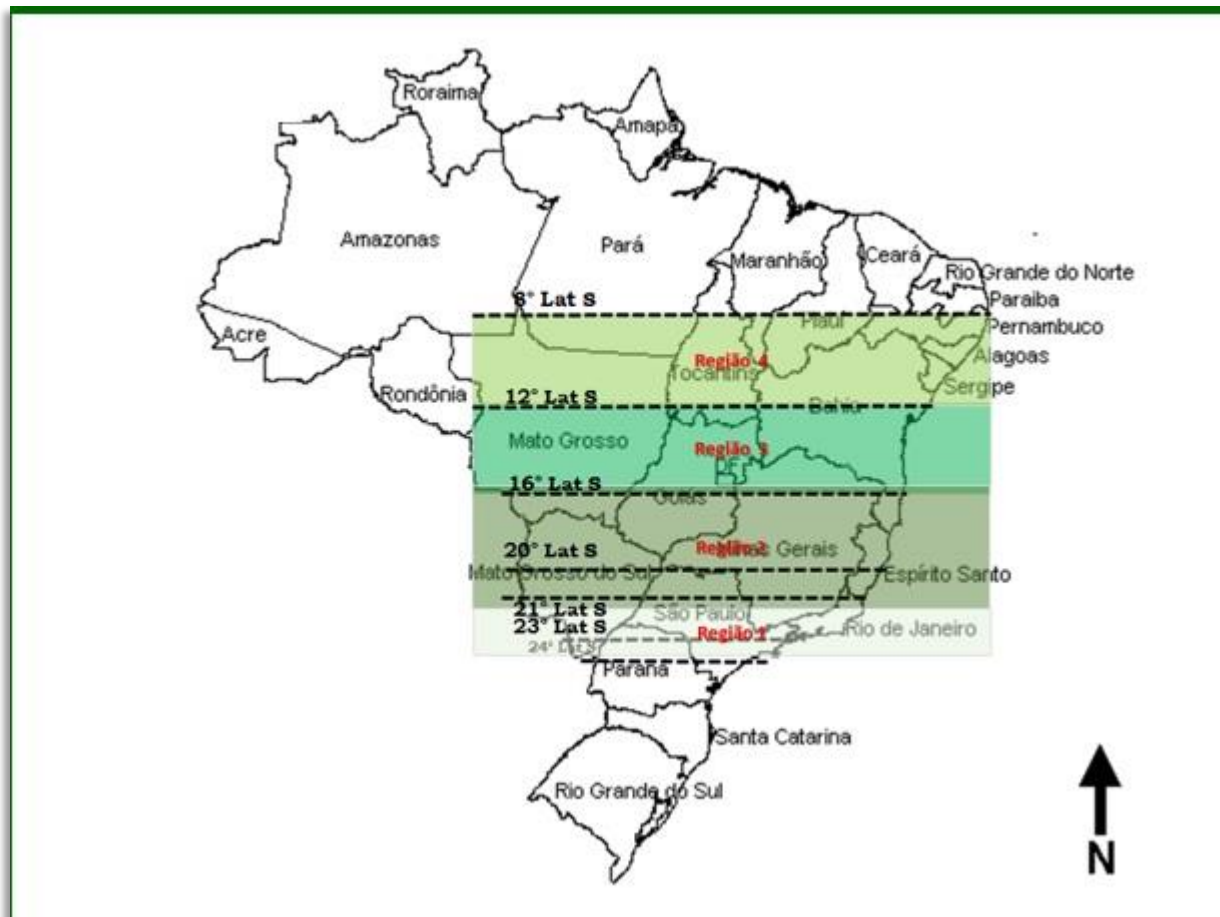
4- LATITUDE: exerce forte efeito na intensidade do florescimento

- Brasil: região litorânea da Bahia e Alagoas;
- Florescimento natural; sementes viáveis para os cruzamentos;



**Alexander, 1973;
Araldi et al., 2010**

Florescimento da cana-de-açúcar



NUTRIENTES

5- NUTRIENTES:

- N: doses altas ou baixas no momento da indução interferem no florescimento; reduzem a emergência das panículas, tamanho da flor e produção de sementes;
- P e K: também interferem;
- Para florescer: doses ótimas por cultivar ainda é desconhecida;
- Interação: nutrição x florescimento ainda é questionada



Fatores que interferem no florescimento

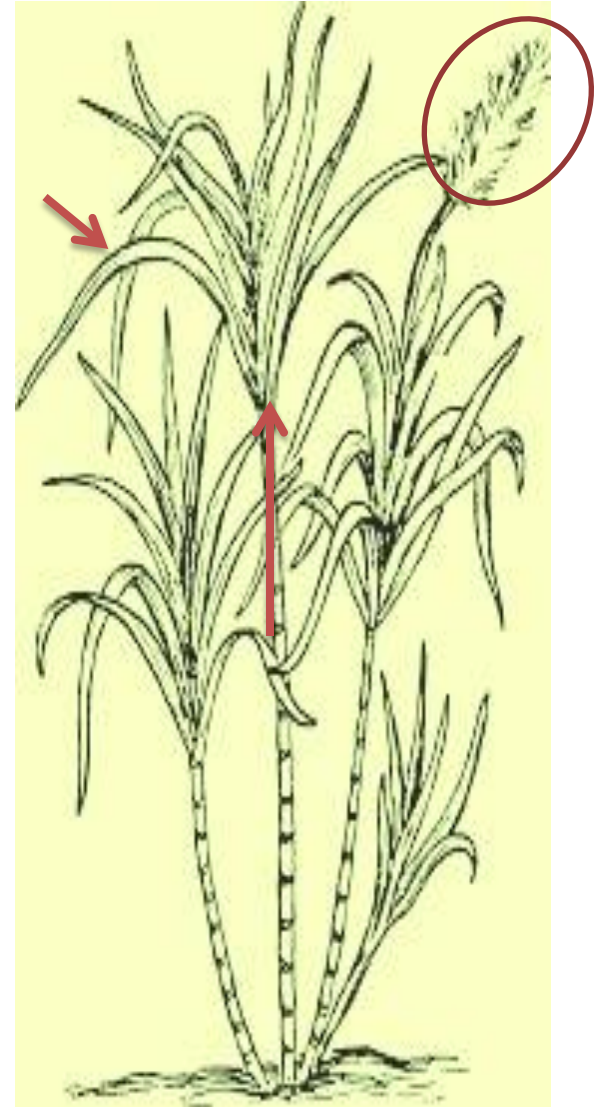
- Fatores internos (da planta):

1- O estímulo indutivo- Folha

2- Metabolismo hormonal

3- Sinais- florígeno

4- Idade



Fatores inerentes a planta

- Os fatores externos são de grande influência no florescimento da cana-de-açúcar. Porém, estes de nada valem se a planta não perceber estes estímulos e enviar sinais de forma que passe do estágio vegetativo para o reprodutivo;
- Dentre os fatores internos, a maturidade fisiológica destaca-se como um fator limitante à indução do florescimento, independente da idade cronológica;
- Plantas de 3 a 6 meses respondem a esses estímulos;

Fatores inerentes a planta

- Os estímulos são percebidos na folha pelos fitocromos;
- Sinal é transportado via floema para o ápice;
- Este sinal é identificado como florígeno;
- A indução floral é controlada por uma rede gênica que responde aos estímulos externos;



**Rodrigues, 1995;
Fornara et al., 2010;
Mutton, 2013**

Efeitos do florescimento na planta

➤ Do ponto de vista comercial: **PROBLEMA**

- Implica em alterações morfológicas e fisiológicas na cana-de-açúcar;
- Auxinas: diminuem no ápice;
- Translocação de outros hormônios e fotoassimilados para o meristema apical;



Efeitos do florescimento na planta

- Meristema apical → gema floral
- Síntese de hormônios só ocorrem em plantas que atingiram a maturidade para florescer, após o desenvolvimento vegetativo;
- Crescimento vegetativo é paralisado;
- Fotoperíodo + temperaturas indutivas: fitocromo – florígeno;



Outras alterações fisiológicas

- Alteração na distribuição da água;
- Alteração na redistribuição de nutrientes orgânicos e inorgânicos;
- Diminuição nas reservas de carboidratos (raiz);
- prejudicial no processo de acúmulo de sacarose, pois a formação da flor drena considerável quantidade de sacarose;



Outras alterações fisiológicas

- Colmos florescidos: ↓ rendimento de açúcar – folha bandeira ou flecha;



- A flor drena e consome sacarose o que acarreta prejuízos à qualidade da matéria-prima fornecida a indústria;

Outras alterações fisiológicas

- Colmo florescido: senescência – novas brotações laterais;
- Brotação lateral: diminui a qualidade tecnológica dos colmos uma vez que a formação desses brotos tardios mobiliza considerável quantidade de energia da planta, em contrapartida ao processo de acúmulo de sacarose;
- Sacarose: quebrada em glicose e frutose;
- Excreção de K e N pelo sistema radicular;
- **ISOPORIZAÇÃO OU CHOCHAMENTO;**

ISOPORIZAÇÃO

- Pode ou não estar relacionado com o florescimento da cana e está relacionado com a maturação; **PORÉM O FLORESCIMENTO INTENSIFICA A ISOPORIZAÇÃO;**
- Ocorre em algumas cultivares e caracteriza-se pelo secamento do interior do colmo, a partir da parte superior;
- diminui as características tecnológicas dos colmos; desidratação dos tecidos dos colmos que, ao perderem água, adquirem gradativamente cor branca;

ISOPORIZAÇÃO



Isoporização: do centro para a periferia

ISOPORIZAÇÃO



ISOPORIZAÇÃO

ISOPORIZAÇÃO: EFEITO SOBRE A DENSIDADE



- Redução da densidade dos colmos acarreta em diminuição no peso dos colmos florescidos

ISOPORIZAÇÃO – matéria-prima

- Prejuízos na embebição;
- Fibras curtas;
- Baixa densidade do bagaço;
- Bagaço com dificuldade de queima;
- Caldo com baixa transparência;
- Prejuízos na pesagem;
- Menor densidade de cana;



Monitoramento do florescimento

Fórmula: Período de indução – Pereira et al. (1985)

$L = 1,263 - 0,06764 * X^1 - 0,02296 * X^2$, onde:

$X^1 = n^{\circ}$ dias (períodos noturnos) $t^{\circ} C \geq 18$

$X^2 = n^{\circ}$ dias (períodos diurnos) $t^{\circ} C \leq 31$

L= é o parâmetro que determina o percentual de probabilidade de indução;

Se L for:

Negativo – haverá florescimento

Positivo – não haverá florescimento até a data considerada

$L = 0$ → 50% probabilidade de florescimento

Desde que tenha disponibilidade de água no solo (2/3 da CC%)

Monitoramento do florescimento

São observados o número de dias indutivos com base na **Temperatura, Fotoperíodo e Precipitação.**

2008	100%
2009	60%
2010	15%
2011	100%
2012	28%
2013	62%
2014	< 20%

2015= ?

Início do período indutivo: 26-02-2015 **adaptado de Meloni, 2014**



Monitoramento do florescimento

1. Reguladores vegetais: ferramenta

- O mais utilizado: etefon;

Quando aplicar

- Segunda quinzena de fevereiro:

?

- Etefon: libera etileno quando em contato com tecidos vegetais;



Monitoramento do florescimento

1. ETEFON

Modo de ação:

- aumenta os níveis endógenos do etileno;
- o etileno perturba o transporte de auxina;
- apresenta restrição temporária ao crescimento;
- como não mata a gema apical, o etefon permite uma maior flexibilidade da época de colheita, além de não induzir a inversão da sacarose;



Monitoramento do florescimento

1. ETEFON

- Etefon e estresse apresentam efeito similar; aplicado antes da iniciação floral inibe a formação da inflorescência e conseqüentemente o volume de parênquima sem caldo, ou isopor.
- aplicação do etileno leva à inibição temporária do crescimento do colmo e ao seu engrossamento;



Monitoramento do florescimento

1. ETEFON

- Em cultivares que não florescem: o etefon inibe a isoporização. Atua como regulador de genes que promovem a formação de pelos foliares e radiculares, conduzindo à maior absorção e conservação de água;
- Proporciona maior número e dimensão de células buliformes, também importantes para o armazenamento de água na planta;



Monitoramento do florescimento

- Produtos utilizados:

- ✓ Fluazifop-butil (125g i.a. ha⁻¹)
- ✓ Ethephon (480g i.a. ha⁻¹)
- ✓ Glifosate (240g i.a. ha⁻¹)
- ✓ Paraquat (100g i.a. ha⁻¹),



CONCLUSÕES

1. Em áreas comerciais de produção de cana-de-açúcar, onde há condições ideais para o florescimento da cultura, é recomendado o uso de cultivares com potencial menos ou não florífero.
2. Quando não é possível esse manejo varietal, o uso de produtos inibidores do florescimento é a melhor alternativa, visto que as perdas com a inversão da sacarose para formação da panícula, durante o florescimento, são enormes.





Fisiologia Vegetal Aplicada em Cana-de-Açúcar "Paulo Castro"

Obrigada

sdcarlin@iac.sp.gov.br

sdcarlin97@gmail.com

(16) 3919-9942

(16) 9 9994-3107