



## Desenvolvimento da planta de cana-de-açúcar

André Luís Thomas\*

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) é utilizada como lavoura perene em pequenas propriedades onde a espécie é aproveitada na alimentação animal em períodos de escassez de forragens e na produção de melado, rapadura e cachaça. Entretanto, seu cultivo pelo setor sucroalcooleiro é considerado uma prática agrícola semiperene porque a produtividade de colmos diminui colheita após colheita, sendo necessária a renovação (reforma) do canavial após 5 ou 6 anos de cultivo (Borba & Bazzo, 2009; MAPA, 2012).

A planta de cana-de-açúcar apresenta reprodução sexuada, porém o estabelecimento de lavouras ocorre a partir de segmentos do colmo denominados “toletes” (Figura 31). O tolete é composto por nós e espaço entrenós. No nó (Figura 31B) estão presentes a gema (tecido meristemático), a zona radicular com primórdios radiculares, o anel de crescimento, a cicatriz da inserção da bainha da folha no colmo e a zona cerosa.

Entre as plantas de lavoura, a cana-de-açúcar apresenta o maior potencial produtivo de massa seca e energia por unidade de área em uma única colheita, com rendimentos de até 150 t/ha de colmos (Leal,

---

\* Professor, Departamento de Plantas de Lavoura, Faculdade de Agronomia/UFRGS, Porto Alegre – RS. E-mail: thomaspl@ufrgs.br

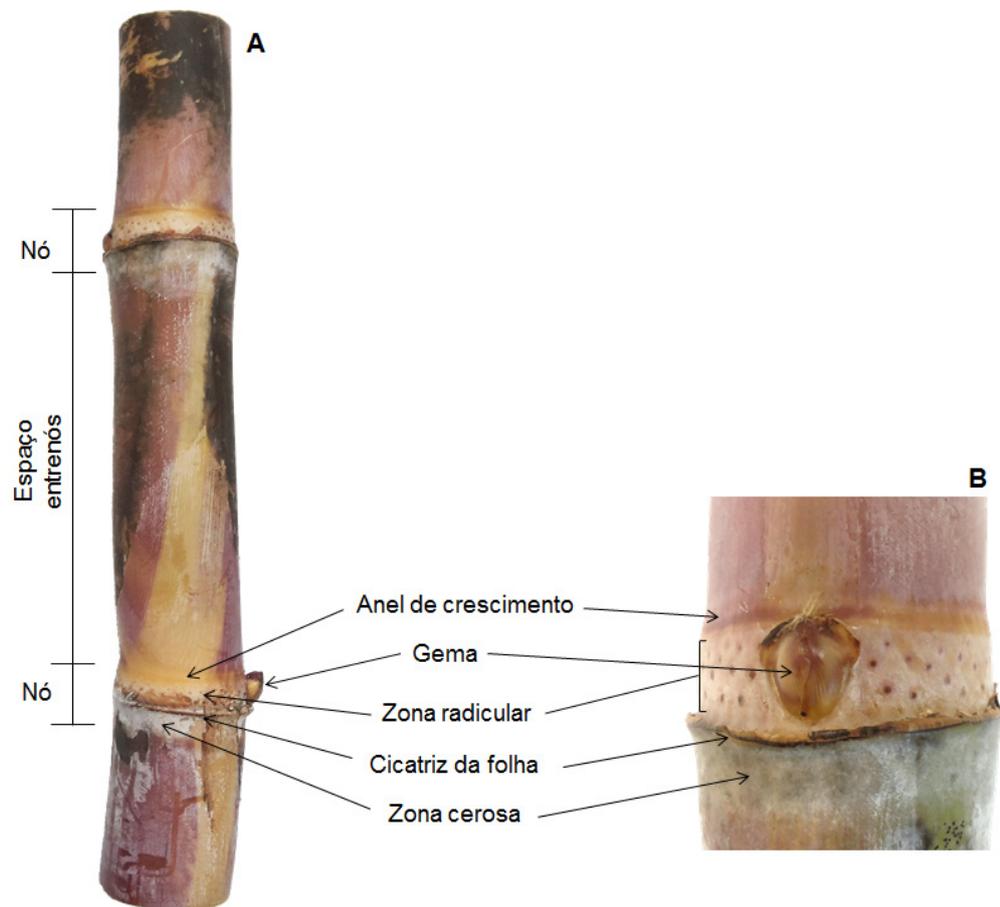


Figura 31. A) Tolete e B) Nó do tolete de cana-de-açúcar e suas partes.

Thomas, 2015.

2012; Silva et al., 2014). Entretanto, para que isso ocorra, é necessário que as exigências climáticas e nutricionais da cultura sejam atendidas durante seu ciclo de desenvolvimento, o qual inicia com a brotação do

tolete e emergência das brotações, com posterior perfilhamento, crescimento da parte aérea, florescimento e maturação dos colmos (Figura 32).

O plantio da cana-de-açúcar deve ser realizado com colmos livres de moléstias e pragas, uma vez que a lavoura só será renovada após 5 ou 6 anos. O plantio mais tradicional consiste no corte dos colmos no viveiro, distribuição dos mesmos nos sulcos, corte dos colmos em pedaços menores (toletes) dentro dos sulcos e cobertura dos toletes com solo.

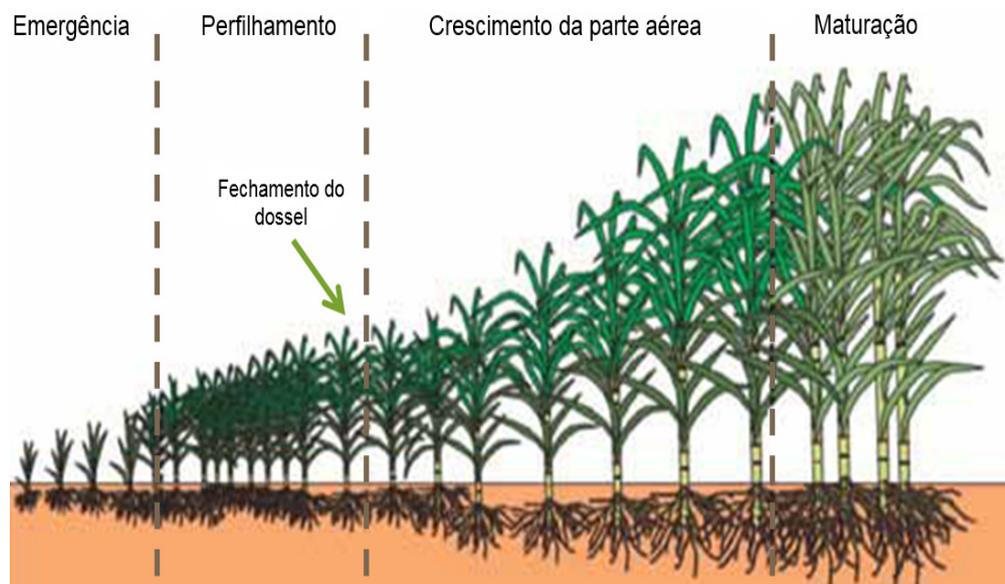


Figura 32. Estádios de desenvolvimento da cana-de-açúcar.

YARABRASIL, 2016.

O corte dos colmos em toletes é realizado para quebrar a dominância do meristema apical sobre as gemas laterais existentes nos colmos. A planta produz auxinas que se movem do ápice para a base, impedindo ou atrasando a brotação das gemas laterais, especialmente na base do colmo (Casagrande, 1991; Aude, 1993). O corte é feito para que ocorra maior uniformidade na brotação das gemas, resultando no estabelecimento mais rápido e uniforme da lavoura. Entretanto, essa prática nem sempre proporciona aumento no rendimento de colmos por área no primeiro corte (cana planta) e não tem efeito sobre o rendimento dos demais cortes (rebrote ou cana soca) (Marchiori, 2004).

### **1. Desenvolvimento da planta**

A cana-de-açúcar é uma espécie que apresenta metabolismo de incorporação de CO<sub>2</sub> do tipo C4, onde a máxima eficiência fotossintética ocorre com grande disponibilidade de radiação solar, umidade no solo e temperaturas do ar elevadas.

O desenvolvimento vegetativo é favorecido por temperaturas do ar entre 25°C e 35°C. Já a maturação (acúmulo de sacarose no colmo) ocorre com temperaturas inferiores a 18-20°C e/ou com deficiência hídrica prolongada. Temperaturas menores que 0°C provocam o congelamento de partes menos protegidas como folhas novas e gemas laterais do colmo, podendo levar a planta à morte (Casagrande, 1991).

### **1.a) Brotação do tolete e emergência das brotações**

A brotação dos toletes inicia 7 a 10 dias após o plantio, com o desenvolvimento de raízes a partir das pontuações radiculares existentes na zona radicular do nó (Figura 33A), formando as raízes do tolete ou de fixação. Posteriormente, ocorre brotação das gemas (Figura 33B e 34A) com a emergência dos brotos (Figura 34B). Os brotos originam os colmos principais com suas folhas. Cada broto desenvolve suas próprias raízes (Figura 35) que são denominadas de “raízes do perfilho” ou “adventícias permanentes”.

A emergência das brotações ocorre de 20 a 30 dias após o plantio e depende de vários fatores como variedade, temperatura e umidade do solo, profundidade de plantio, presença da bainha da folha protegendo a gema do contato com o solo e posição da gema ao longo do colmo. Durante esse período, a planta se desenvolve utilizando as reservas de energia (açúcares) e nutrientes existentes no tolete, bem como da água e nutrientes absorvidos pelas raízes.

A temperatura do solo mais favorável à brotação dos toletes fica entre 27°C e 33°C. Enquanto temperaturas inferiores a 20°C e superiores a 35°C prejudicam a brotação e a emergência da cana-de-açúcar (Casagrande, 1991; Aude, 1993).

### **1.b) Perfilhamento**

Os colmos principais, desenvolvidos a partir das gemas do tolete, além de raízes, desenvolvem rizomas (caules subterrâneos, espessa-



Figura 33. Brotação do tolete de cana-de-açúcar. A) Desenvolvimento das raízes de fixação a partir das pontuações radiculares, e B) Desenvolvimento de brotos a partir de gemas.

Thomas, 2015.



Figura 34. A) Desenvolvimento das raízes do tolete de cana-de-açúcar e brotação das gemas, e B) Emergência dos brotos e formação do sistema radicular do tolete.

Thomas, 2015.



Figura 35. Início do desenvolvimento de raízes do broto (colmo principal) de cana-de-açúcar.

Thomas, 2015.

dos, ricos em reservas, providos de nós e entrenós e de crescimento horizontal) (Ohashi, 2014). As gemas subterrâneas dos rizomas dão origem a novos colmos (Figura 36) denominados perfilhos primários. Os perfilhos primários podem originar perfilhos secundários e assim sucessivamente.

Cada perfilho desenvolve seu sistema radicular e parte aérea (colmo e folhas), funcionando como uma planta independente e compe-

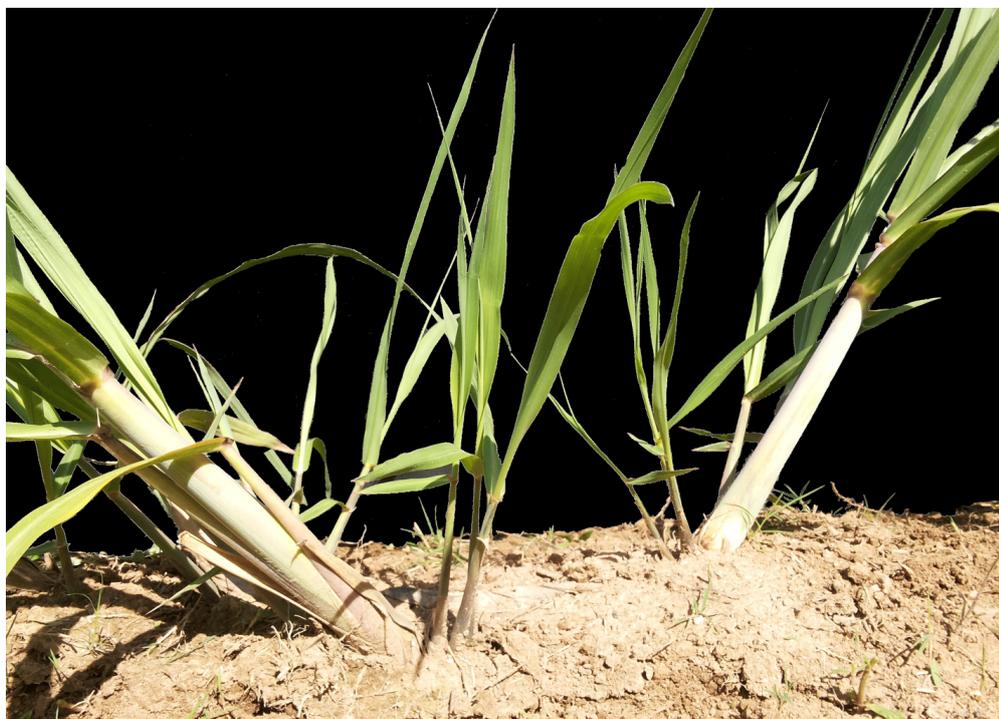


Figura 36. Perfilamento da cana-de-açúcar a partir de gemas subterrâneas dos colmos principais.

Thomas, 2015.

tindo com os colmos principais e demais perfilhos pelos fatores do ambiente. O perfilamento determinará o número de colmos por área, sendo este um importante componente do rendimento de colmos da cultura. Por isso, é desejável que o desenvolvimento dos perfilhos seja o mais abundante e uniforme possível.

O perfilamento inicia ao redor de um mês após a emergência, atingindo o ápice cerca de 2 a 4 meses após. A intensidade do

perfilhamento depende de fatores como variedade, temperatura (entre 26°C e 30°C é o ideal), radiação solar, fertilidade do solo, disponibilidade hídrica, densidade de plantio e competição com plantas daninhas. O perfilhamento leva a planta a formar uma moita ou touceira (Figura 37) (Casagrande, 1991; Silva et al., 2010).

Após o perfilhamento, inicia a fase de crescimento mais acentuado da parte aérea (Figura 32).

### **1.c) Crescimento da parte aérea (colmos e folhas)**

No crescimento da parte aérea ocorre intensa divisão, diferenciação e alongamento celular, com aumento exponencial na massa seca da parte aérea e raízes da planta (Aude, 1993). No colmo ocorre a formação de nós, alongação dos espaços entrenós e o desenvolvimento das folhas (Figura 38).

A disponibilidade de água, nutrientes e radiação solar são essenciais para o alongamento dos perfilhos, desenvolvimento das folhas e crescimento dos colmos. Temperaturas do ar entre 25°C e 35°C favorecem o crescimento vegetativo da cultura.

O índice de área foliar aumenta rapidamente do 3º ao 6º mês de desenvolvimento, prenunciando alta produção de fotoassimilados e início do acúmulo de sacarose (Casagrande, 1991). Durante o crescimento, o teor de sacarose é maior nos espaços entrenós basais e menor nos apicais.



Figura 37. Touceira de cana-de-açúcar formada por colmos principais e perfilhos.

Thomas, 2015.



Figura 38. Crescimento da parte aérea da cana-de-açúcar.

Thomas, 2015.

A medida que a cultura se desenvolve, o sistema radicular do tolete vai perdendo sua função e a cana planta passa a depender exclusivamente das raízes dos perfilhos (Cury, 2013).

O sistema radicular da cana planta explora mais intensamente as camadas superficiais do solo, sendo que 60% delas encontram-se nos primeiros 20 a 30 cm de profundidade e aproximadamente 85% até 50 cm, havendo pequenas variações nessa porcentagem em função de cultivares (Vasconcellos & Garcia, 2005; Ohashi, 2014).

#### **1.d) Florescimento**

O florescimento é um processo natural e indispensável para a sobrevivência da espécie. Entretanto, ele é indesejável em lavouras comerciais, uma vez que o desenvolvimento da inflorescência (panícula) (Figura 39) reduz o teor de sacarose nos colmos.

O florescimento ocorre quando a planta atinge uma maturação relativa de desenvolvimento (Silva et al., 2010). Esse processo é controlado por uma interação de fatores, envolvendo, principalmente, o fotoperíodo (de 12,5 horas e pelo menos 10 dias ininterruptos é favorável), a temperatura do ar (entre 18°C e 32°C induz), a umidade (a seca reduz ou inibe a ocorrência), a radiação solar e a fertilidade do solo. A interação entre esses fatores pode aumentar, manter ou prevenir a transformação do ápice da cana-de-açúcar de crescimento vegetativo para reprodutivo (Araldi et al., 2010; CTC, 2015).



Figura 39. Florescimento da cana-de-açúcar.

Rulkens, 2010.

Além do uso de variedades com baixa tendência ao florescimento, algumas práticas de manejo podem ser adotadas para controlar o fenômeno, como por exemplo, a utilização de inibidores de florescimento. Em um ano onde o suprimento de água antes do período da indução é elevado e as temperaturas ficam dentro da faixa adequada, a aplicação do inibidor torna-se necessária (CTC, 2015).

### **1.e) Maturação dos colmos**

A ocorrência de temperaturas do ar inferiores a 18-20°C e/ou a deficiência hídrica prolongada paralisam o desenvolvimento vegetativo da cana-de-açúcar. Como as folhas continuam realizando fotossíntese, os fotoassimilados são direcionados ao acúmulo de sacarose nos colmos.

Durante a maturação (Figura 40), a cana-de-açúcar armazena sacarose da base para o ápice do colmo. No início, o terço basal do colmo mostra teor mais elevado de açúcar do que o terço médio, e este maior do que o terço apical. À medida que a maturação progride, o teor de sacarose tende a se igualar nas diversas partes do colmo, quando o ápice apresenta composição similar ao da base (Galdiano, 2008).

A maturação da cana-de-açúcar pode ser induzida pela aplicação de maturadores. Estes são compostos químicos capazes de modificar a morfologia e a fisiologia vegetal, com a propriedade de paralisar e/ou atrasar o desenvolvimento vegetativo da planta, induzindo a transloca-



Figura 40. Cana-de-açúcar em maturação.

Thomas, 2015.

ção e o armazenamento dos açúcares, principalmente sacarose, nos colmos.

O emprego de maturadores químicos serve como ferramenta no cultivo de cana-de-açúcar, promovendo melhorias na qualidade da matéria-prima, otimizando resultados agroindustriais/econômicos e auxiliando no planejamento da safra (Roberto, 2015).

Normalmente, a maturação da cana-de-açúcar cultivada em pequenas propriedades é determinada empiricamente por aspectos da planta, tais como coloração do colmo e das folhas e/ou época do ano (ocorrência de frio e/ou seca). Já em grandes lavouras, a análise da maturação dos colmos inicia pela análise do grau Brix (% de sólidos solúveis presentes no caldo, do qual a sacarose faz parte). O grau Brix (°Brix) é determinado pelo refratômetro de campo e fornece um indicativo do índice de maturação dos colmos. Entretanto, análises laboratoriais complementares, como do teor de sacarose aparente (Pol), pureza (relação Pol/°Brix), açúcares redutores totais (glicose e frutose) e açúcar total recuperável (ATR), são necessárias para determinar a maturação da lavoura e sua liberação para colheita, sendo que cada cultivar tem seus padrões (Stupiello, 1987; Galdiano, 2008).

A colheita da cana-de-açúcar ocorre de 8 a 10 meses após o plantio.

## **2. Rebrote (cana soca ou soqueira)**

O corte dos colmos para colheita deve ser rente ao solo para maximizar o rendimento de açúcar e proporcionar que o rebrote da lavoura ocorra a partir de gemas subterrâneas dos rizomas (caules subterrâneos) presentes no sistema radicular (Figura 41A). Caso o corte não ocorra rente ao solo, a brotação ocorrerá nas gemas basais do colmo que se encontram acima da superfície do solo, facilitando o acamamento de colmos e diminuindo a produtividade e longevidade do canavial.

O rebrote da cana-de-açúcar ocorre quando o fator ambiental limitante (frio e/ou seca) que induz a maturação é superado. As fases de desenvolvimento na cana soca são as mesmas da cana planta, porém a velocidade de desenvolvimento da lavoura da brotação-emergência até o fechamento do dossel é mais rápida, porque já existe um sistema radicular estabelecido (Figura 41B).

Após o corte da cana planta, o sistema radicular antigo mantém-se em atividade por algum tempo, período em que é substituído pelas raízes dos novos perfilhos da soqueira, sendo esse processo lento e gradual. As raízes da soqueira são mais superficiais do que as da cana planta pelo fato dos perfilhos das soqueiras brotarem mais próximo da superfície do solo do que os da cana planta. Pelo mesmo fato, quanto maior o número de cortes, mais superficial torna-se o sistema radicular das soqueiras (Vasconcelos & Garcia, 2005; Cury, 2013).



Figura 41. A) Rebrote da cana-de-açúcar a partir de gemas subterrâneas e B) Sistema radicular da soqueira.

Thomas, 2015.

### Referências bibliográficas

ARALDI, R; SILVA, F.M.L.S.; ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D. 2010. Florescimento da cana-de-açúcar. **Ciência Rural**, v.40. p.694-702.

AUDE, M.I.S. 1993. Estádios de desenvolvimento da cana-de-açúcar e suas relações com a produtividade. **Ciência Rural**, v.23, p.241-248.

BORBA, M.M.Z.; BAZZO, A.M. 2009. **Estudo econômico do ciclo produtivo da cana-de-açúcar para reforma de canavial, em área de fornecedor no estado de São Paulo**. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/13/1169.pdf>>. Acesso em: 18/04/2016.

CASAGRANDE, A.A. 1991. **Tópicos de morfologia e fisiologia da cana-se-açúcar**. Jaboticabal: FUNEP. 157p.

CTC (Centro de Tecnologia Canavieira). 2015. **Florescimento**. Boletim Técnico nº07, Julho 2015. 12p.

CURY, T.N. 2013. **Biomassa radicular da cultura cana-de-açúcar em sistema convencional e plantio direto com e sem calcário**. Dissertação (Mestrado) Agricultura Tropical e Subtropical – Instituto Agronômico. Campinas. 110p.

GALDIANO, L.C. 2008. **Qualidade da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) submetida à aplicação de maturadores químicos em final de safra**. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal. Jaboticabal. 45p.

LEAL, D.P.V. 2012. **Evapotranspiração da cana-de-açúcar e fotossíntese acumulada em biomassa e energia, para diferentes variedades, disponibilidades hídricas no solo e ciclos de cultivo**. Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agricultura, “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 137p.

MAPA. 2012. **Evolução da produtividade da cana-de-açúcar por corte**. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/file/Desenvolvimento\\_Sustentavel/Agroenergia/estatisticas/producao/SETE\\_MBRO\\_2012/evolucao%20podutividade%20cana.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Desenvolvimento_Sustentavel/Agroenergia/estatisticas/producao/SETE_MBRO_2012/evolucao%20podutividade%20cana.pdf)>. Acesso em: 18/04/2016.

MARCHIORI, L.F.S. 2004. **Influência da época de plantio e corte na produtividade de cana-de-açúcar**. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. Piracicaba. 273p.

OHASHI, A.Y.P. 2014. **Crescimento e distribuição do sistema radicular de cultivares de cana-de-açúcar fertirrigadas por gotejamento subsuperficial**. Dissertação (Mestrado) em Agricultura Tropical e Subtropical – Instituto Agronômico. Campinas. 54p.

ROBERTO, G.G. 2015. **Fisiologia da maturação de cana-de-açúcar (*saccharum* spp): sinalização e controle do metabolismo de produção e armazenamento de sacarose**. Tese (Doutorado) em Agricultura Tropical e Subtropical, Área de Concentração em Tecnologia da Produção Agrícola. Campinas. 52p.

RULKENS, T. 2010. **Flowering thick-stemmed sugar cane (*Saccharum officinarum*)**. Disponível em: < [https://en.wikipedia.org/wiki/Saccharum\\_officinarum](https://en.wikipedia.org/wiki/Saccharum_officinarum)>. Acesso em: 18/04/2016.

SILVA, M.A.; ARANTES, M.T.; RHEIN, A.F.F.; GLAUBER J. C. GAVA, G.J.C.; KOLLN, O.T. 2014. Potencial produtivo da cana-de-açúcar sob irrigação por gotejamento em função de variedades e ciclos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, p.241-249.

SILVA, M.A.; SANTOS, C.M.; ARANTES, M.T.; PINCELLI, R.P. 2010. Fenologia da cana-de-açúcar. In: **Tópicos em ecofisiologia da cana-de-açúcar**. CRUSCIOL, C.A.C et al. (Eds.). Botucatu: FEPAF. p.8-21.

STUPIELLO, J.P. 1987. A cana-de-açúcar como matéria prima. In: **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. 2º volume. PARANHOS, S.B. (Coord.). Campinas: Fundação Cargill. p.761-804.

VASCONCELOS, A.C.M; GARCIA, J.C. 2005. Desenvolvimento radicular da cana-de-açúcar. In: **Cana-de-açúcar: ambientes de produção**. Informações Agronômicas nº 110. Potafos. p.1-5.

YARABRASIL. 2016. **Princípios Agronômicos da Cana-de-Açúcar**. Disponível em: <<http://www.yarabrasil.com.br/nutricao-plantas/culturas/cana-de-acucar/fatores-chave/principios-agronomicos/>>. Acesso em: 05/05/2016.