

9. ECOFISIOLOGIA DA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR

Jhansley Ferreira da Mata

No Brasil, a cana-de-açúcar desempenha importante papel no desenvolvimento do país, gerando emprego, renda e divisas. A cana-de-açúcar é a matéria-prima para a fabricação do açúcar e do etanol, além de outros subprodutos, tendo nos colocado como líder mundial do setor. Segundo Gascho e Shih (1983), essa cultura apresenta quatro estádios de desenvolvimento, sendo a brotação da gema e estabelecimento; perfilhamento; final do perfilhamento ao período de crescimento dos colmos (início do acúmulo de açúcar no colmo) e início da acumulação de açúcar à maturação (Quadro 1).

Quadro 1: Fase fenológica e estágio de desenvolvimento da cana-de-açúcar.

Estádio de Desenvolvimento	Brotação da Gema e Estabelecimento	Perfilhamento	Final do Perfilhamento ao Período de Crescimento dos Colmos	Início da Acumulação de Açúcar à Maturação
Fase Fenológica	Emergência	Estabelecimento	Desenvolvimento	Maturação
Tempo de Duração	30 a 60 dias	60 a 90 dias	180 a 210 dias	60 a 90 dias

Fonte: elaborado pelo autor.

A cana-de-açúcar foi classificada por Linneu, em 1753, como *Saccharum officinarium* e *Saccharum spicatum*. Esta é uma planta de metabolismo C₄, que tem um mecanismo de concentração de CO₂ nas células do mesófilo mobilizando as moléculas de CO₂ e transportando-as na forma de uma molécula de quatro carbonos para descarboxilação nas células da bainha vascular (ALLEN et al., 1985). O mecanismo de concentração de CO₂ nas células do mesófilo permite às plantas C₄, contudo, fechar parcialmente os estômatos reduzindo a condutância estomática e a transpiração quando submetidas a elevadas concentrações de CO₂ (LUCCHESI, 2001).

Sendo planta C₄, a cana-de-açúcar, possui grande eficiência fotossintética e elevado ponto de saturação luminosa. Quanto maior a radiação solar, mais fotossíntese será realizada e, conseqüentemente, maior será o crescimento e o acúmulo de açúcar.

Em geral, essas informações correspondem à quantidade de material contido na planta e o tamanho do aparelho fotossintetizante (área foliar), obtidas a intervalos de tempo regulares durante o desenvolvimento fenológico da planta (URCHEI et al., 2000).

A cultura da cana-de-açúcar se desenvolve, caracteristicamente, em forma de touceira; possui, como a maioria das espécies, uma parte aérea formada por colmos, folhas e inflorescência, e outra subterrânea, constituída de raízes e rizomas. Sendo o colmo a parte da cana-de-açúcar que apresenta valor econômico, algumas considerações relativas à sua composição química apresentam fundamental significado.

O colmo é cilíndrico, ereto, fibroso e rico em açúcar, com diâmetro e comprimentos variados, sendo a parte da cana-de-açúcar de maior interesse econômico. Este é constituído de nós e entrenós. Em cada nó existe uma gema, geralmente protegida por escamas, dispostas alternadamente em torno do colmo, que normalmente são protegidas pela bainha da folha, a qual está firmemente presa ao entrenó. As folhas senescentes, ao caírem, deixam uma “cicatriz foliar” em torno do colmo, na região de inserção da bainha (CASAGRANDE, 1991). Acima da “cicatriz foliar” do colmo, se encontra a zona radicular, compreendida pelos primórdios radiculares e abaixo da “cicatriz foliar”, está a “zona cerosa”, isto ocorre em todas as cultivares.

Os inúmeros cultivares existentes atualmente, provenientes de melhoramento, contribuíram para aumentar a diversidade de formas, comprimentos, diâmetros e cores dos entrenós, o mesmo acontecendo com as gemas (formas e tamanhos) (CESNIK; MIOCQUE, 2004).

Através de um corte transversal no colmo, podem ser identificadas a casca endurecida, a polpa interna mais macia e as fibras. A casca é formada por várias camadas de células lignificadas que protegem os tecidos internos. As células da epiderme muitas vezes contêm pigmentos vermelhos que podem conferir uma coloração avermelhada ao colmo de certos cultivares (DINARDO-MIRANDA et al., 2008).

As fibras são feixes vasculares que nos entrenós são praticamente paralelos uns aos outros, mas na região do nó frequentemente se separam e algumas ramificações se estendem para dentro do próximo entrenó e outras ramificações curvam-se e dirigem-se para dentro das bainhas das folhas, primórdios de raízes ou gemas. Os sistemas de xilema e floema estendem-se da raiz até a extremidade da folha, e é por onde a água, nutrientes e o material fotossintetizado translocam-se na planta (CASAGRANDE, 1991).

Quanto aos plantios comerciais, a propagação da cana-de-açúcar normalmente é realizada através de toletes. Deve-se cortar a cana em toletes para reprimir a “predominância apical” quando o colmo não é dividido em toletes, há uma propensão para fazer vegetar somente as gemas da base e da ponta do mesmo. Provocada pela ação das enzimas nas gemas laterais, essas enzimas estão em estado latente, o tratamento térmico (52°C) do colmo inibe a predominância apical. Faz-se necessário o cruzamento do pé com a ponta, as gemas mais próximas da ponta do colmo germinam mais facilmente do que as demais, em decorrência da dominância apical. Por essa razão é que se recomenda cruzar o ápice com as bases do colmo, as gemas mais novas germinam antes que as mais velhas, e a população ideal é de 15 a 18 gemas por metro de sulco (DINARDO-MIRANDA et al., 2008).

Os colmos são plantados em sulcos de no mínimo 20 cm de profundidade, picados em toletes com três a seis gemas. Após o plantio começam a surgir às raízes do tolete (que são finas e ramificadas) e em cada gema desenvolve o perfilho primário (que dá origem ao colmo), o perfilho secundário e assim por diante, formando touceiras.

Dinardo-Miranda et al. (2008) citam vários fatores que influenciam a brotação dos toletes, dentre eles: temperatura, umidade do solo, aeração do solo, presença da bainha, pragas e doenças, intervalo

de tempo entre o corte da muda e a distribuição no sulco de plantio, variedade, entre outros, que serão descritos abaixo.

A temperatura mínima onde as gemas podem sofrer injúrias é de 10°C, já a ideal varia entre 30 e 35.

Para adequada brotação dos toletes, há necessidade de um suprimento ideal de ar (macroporos) e de água (microporos). Em regiões úmidas ou em culturas irrigadas, deve-se preferir uma quantidade maior de macroporos e o inverso seria desejável em climas secos, sob condições intermediárias a relação entre macro e microporos deve estar próximo de 1:1.

A presença da palha exerce efeito desfavorável à velocidade de brotação. Considerando que, para haver boa brotação, é necessário ocorrer bom contato da gema com a umidade do solo e boa condutibilidade do calor do solo para gema; a palha funcionaria como obstáculo a esses contatos.

Quanto ao intervalo de tempo entre o corte da muda e a distribuição no sulco de plantio, é necessária atenção quanto ao tempo em que as mudas podem ser armazenadas, antes da sua distribuição no sulco. Frazão (1976) observou que as mudas suportam até sete dias com melhor resistência das gemas da ponta. Porém, as regiões dos colmos não influenciaram quando as mudas foram cortadas e plantadas no mesmo dia.

Para o armazenamento de mudas sob condição ambiente, deve-se empilhar o maior volume possível para haver auto-sombreamento e, se possível, também cobrir a cana empilhada com uma camada de palha ou bagaço para evitar o contato direto com os raios solares. O ideal é que, uma vez distribuídos nos sulcos, sejam cobertos com terra o mais rápido possível, principalmente se o plantio ocorrer em dias quentes.

Outro fator que pode influenciar na viabilidade da gema é o tempo em que os sucros ficam abertos, pois em períodos desfavoráveis, com baixa umidade do solo, os sulcos devem ficar abertos o mínimo possível.

Segundo estudos, colmos com três gemas são os mais utilizados por apresentarem maior arqueamento da cana inteira e maior velocidade de emergência dos toletes, pós-cobertura com solo. De um modo geral, o melhor estado nutricional pode ser obtido utilizando-se, para a produção de mudas, solos férteis ou bem corrigidos, desde que sejam aplicadas, nos viveiros, todas as práticas culturais necessárias.

Analisando a profundidade de plantio e cobertura dos toletes com solos, Brieger e Paranhos (1964) citam que a profundidade de plantio não deve ser maior que a profundidade de preparo do solo, para não dificultar o desenvolvimento e a penetração de raízes. P. et al. (1976) testaram três profundidades de 10, 20 e 30 cm, com o solo preparado a 15 cm e 30 cm, e observaram ligeira vantagem na brotação do plantio nas menores profundidades.

Em condições favoráveis, o sulco raso é tão eficiente quanto sulco profundo; porém, a profundidade de preparo do solo não deve ser menor que 40 cm, a não ser que o solo não apresente camadas compactadas. Clements (1980) cita experimentos em que o aumento da espessura da camada de solo sobre os toletes ofereceu melhores condições para o estabelecimento de uma touceira de cana-de-açúcar mais vigorosa. Em uma área maior de região radicular em contato com o solo verifica-se maior formação de raízes, além de maior absorção de água e nutrientes. Em condições favoráveis, maior vigor dos rebentos seria proporcionado pelo solo que cai no sulco devido o assoreamento natural e ação dos implementos de cultivo.

No que concerne à brotação, pode modificar de acordo com a variedade mesmo havendo condições ambientais idênticas para ambas. O manejo e a boa capacidade de brotação são características desejáveis no manejo varietal.

Dos primórdios radiculares do tolete plantado, desenvolvem-se as primeiras raízes de fixação. Inicialmente, aproximadamente nos 30 primeiros dias, a planta sobrevive de reservas nutricionais contidas nos toletes e do material (água e sais minerais) absorvido pelas raízes de fixação. Posteriormente há o suprimento nutricional das raízes dos perfilhos primários, dos secundários, e assim sucessivamente. Aproximadamente três meses após o plantio, a cana-planta depende exclusivamente das raízes dos perfilhos e as raízes de fixação perdem sua função. Nesse momento, praticamente todo o sistema radicular está distribuído nos primeiros 30 cm de solo (LUCCHESI, 2001).

A profundidade do sistema radicular formado depende, principalmente, do cultivar e das condições edáficas: umidade e as características físicas e químicas do solo. Vários autores já descreveram a existência dos tipos básicos de raízes na cana-de-açúcar: as raízes superficiais, ramificadas e absorventes, as raízes de fixação mais profundas, e as raízes-cordão, que podem aprofundar-se até seis metros.

Todos os perfilhos apresentam um sistema radicular próprio após o corte da cana-planta, o sistema radicular mantém-se em atividade por determinado tempo e, posteriormente, há a substituição através dos sistemas radiculares dos perfilhos da soqueira. As raízes de soqueira são mais superficiais que as da cana-planta (CASAGRANDE, 1991). Assim quanto maior o número de cortes, mais superficial fica o sistema radicular das soqueiras.

São vários os fatores que influenciam o desenvolvimento do sistema radicular que, segundo Dinardo-Miranda et al. (2008) são variedades, umidade do sol, temperatura, luminosidade, porosidade, nutrientes, pragas e doenças.

No que se refere a variedades, são portadoras de vigoroso sistema radicular, têm uma maior capacidade de adaptação em solos de baixa fertilidade e maior resistência à pragas e moléstias presentes no solo.

As variedades de cana-de-açúcar plantada no início da estiagem apresentam maior resistência à seca, isto se deve ao maior desenvolvimento do sistema radicular, em relação a parte aérea da planta. Já a cana plantada na época das águas há grande desenvolvimento vegetativo devido às boas condições de umidade, temperatura e luminosidade, mas com um sistema radicular pouco desenvolvido com relação à parte aérea.

Para o cultivo da cana-de-açúcar o volume total de poros adequado no solo depende do tipo de solo, variando entre 7% e 25% de porosidade. Percentagens menores que 7% podem acarretar problemas com a aeração, principalmente com o fator O_2 presente no solo. Neste caso, é interessante quantificar a massa específica aparente ou analisar a resistência do solo, e assim verificar se há ocorrência de adensamento ou compactação do solo que poderiam prejudicar o desenvolvimento normal do sistema radicular.

A prática da aplicação de adubo é realizada para suprir a necessidade nutricional da cultura, e pode ser localizada na linha e/ou entrelinha. No entanto, a necessidade e local dessa aplicação depende da variedade a ser plantada e análise química do solo. Para o melhor estado nutricional da cultura, os nutrientes (macro e micro) aplicados no solo devem estar disponíveis conforme a necessidade da cultura,

pois a deficiência de macro e/ou micronutrientes pode ocasionar a queda de produção.

No que diz respeito às principais pragas que atacam as gemas na brotação do tolete no solo, tem os “Cupins” e “Pão de Galinha”, e dentre as doenças, a principal é a “Podridão Abacaxi”, tanto as pragas quanto as doenças, se não controladas, podem reduzir significativamente a produção da cultura da cana-de-açúcar.

Em relação ao perfilhamento, é o processo fisiológico de ramificação subterrânea contínuo das juntas nodais compactadas do broto primário. A cana-de-açúcar é da família Poaceae (*Gramineae*), sendo uma planta perene, que perfilha de maneira abundante na fase inicial do desenvolvimento. Quando se estabelece como cultura, o auto sombreamento induz inibição do perfilhamento e aceleração do colmo principal. O crescimento em altura continua até a ocorrência de alguma limitação no suprimento de água, ocorrência de baixas temperaturas ou, ainda, devido ao florescimento, sendo este processo indesejável em culturas comerciais.

A base de uma boa cultura reside no estágio de brotação, enraizamento e emergência dos brotos, onde ocorre o estabelecimento inicial das plantas em campo. O perfilhamento e estabelecimento da cultura (da emergência dos brotos ao final do perfilhamento) ocorre nesses estádios, o estabelecimento definitivo da cultura. O número de perfilhos por unidade de área está associado ao início do acúmulo de sacarose nos colmos e determina a futura produtividade ou fitomassa ($t\ ha^{-1}$) da cultura (LUCCHESI, 2001).

O perfilhamento ocorre na parte subterrânea, e, no caso da cana, esse processo é limitado levando a planta a formar uma moita ou touceira, embora existam algumas exceções, como é o caso de algumas

variedades da espécie *S. spontaneum*, cujo perfilhamento é um processo ilimitado (CASAGRANDE, 1991).

Já os rebentos são formados após a brotação e são chamados de perfilhos. Os perfilhos primários são originários das gemas dos toletes e os perfilhos secundários são originários das gemas dos perfilhos primários, e assim em diante. O modo de perfilho pode ser diferenciado de espécie para espécie.

A quantificação de perfilhos deve ser expressa por fórmulas e a quantidade de perfilhos varia entre 10 a 20; estes vão morrendo pela competição intraespecífica, podendo chegar de três a seis perfilhos (DINARDO-MIRANDA et al., 2008).

Assim, a variedade, luminosidade, temperatura, nutrientes, umidade do solo, espaçamento, cobertura da muda, acamamento, pragas, doenças e plantas daninhas são alguns dos fatores que afetam o perfilhamento da cana-de-açúcar, e serão descritos abaixo conforme Casagrande (1991).

Na região centro-sul brasileira, a época de plantio da cana-de-açúcar ocorre entre setembro a abril, sendo que, de março em diante temos menor intensidade de luminosidade e calor, o que afeta o perfilhamento da cultura. Dependendo das características genéticas de cada variedade pode ocorrer probabilidade de ter baixo perfilhamento. Assim, é necessário a busca por variedades com maiores perfilhamentos (CESNIK; MIOCQUE, 2004). A luminosidade baixa poderá reduzir o perfilhamento. Desse modo, a busca por regiões com luminosidade capaz de elevar ao ponto máximo de energia é desejável.

Quanto à umidade relativa, deve ser alta (80 – 85%), pois favorece o alongamento dos colmos da cana-de-açúcar no seu período de crescimento e valor de umidade moderado entre 45 – 65% na fase de amadurecimento do colmo e na falta do suprimento de água.

A cana-de-açúcar é uma planta que necessita de muita luz solar. Ela se desenvolve bem em áreas que recebem energia solar de 18 – 36 MJ m⁻². Sendo uma planta C4, a cana-de-açúcar é capaz de produzir altos índices fotossintéticos e o processo mostra uma variação de alta saturação em relação à luz. O perfilhamento é afetado pela intensidade e duração do brilho do sol. Alta intensidade de luz e longa duração promovem o perfilhamento, enquanto dias curtos e nublados diminuem. O crescimento do colmo aumenta quando a luz do dia está entre uma faixa de 10 – 14 horas. O aumento do índice de área foliar é rápido durante o terceiro e quinto mês, e alcança seus valores de pico durante a fase inicial de crescimento dos colmos. A temperatura à medida que se eleva até 30°C pode aumentar o perfilhamento da cultura. Já temperaturas menores que 20°C retarda o perfilhamento.

Para o cultivo da cana-de-açúcar é necessário que seja em solos de alta fertilidade, pois a cultura é exigente em nutrientes; assim, em solos de baixa fertilidade, é necessário realizar a correção, pois a deficiência nutricional acarreta em menor perfilhamento e, conseqüentemente, baixa população de plantas.

A umidade adequada do solo leva a um bom perfilhamento. Já solos com baixa retenção de umidade estão sujeitos ao baixo perfilhamento da cana-de-açúcar.

Considerando o espaçamento, a distância entre linhas de plantio e a quantidade de gemas por metro linear de sulco podem influir no perfilhamento. Assim, no Brasil, os espaçamentos entre linhas mais utilizados são de 1,40 e 1,50 m, sendo este último o mais indicado para a colheita mecanizada. Quanto ao número de gemas por metro linear de sulco, passou de 8 – 10 gemas por metro, a 12 gemas, com tendência a se utilizar até 15 gemas.

Em solos úmidos, a cobertura da muda pode ser realizada somente com a compressão dos toletes, deixando a parte superior visível, aumentando, assim, o perfilhamento. Já em solos com boas condições de umidade, cobre-se com uma pequena quantidade de terra o tolete; o restante da cobertura do solo será advindo do cultivo mecânico posterior.

No acamamento ocorre formação de brotos laterais. Logo, dependendo do grau de acamamento, pode provocar a formação de brotos próximo da base da cana-de-açúcar que, por serem tardios, possuem baixo teor de sacarose.

As pragas relacionadas com o perfilhamento se destacam a *Elasmopalpus lignosellus* (lagarta elasmó) e a *Diatraea saccharalis* (broca do colmo). A lagarta elasmó ataca o perfilho, principalmente na fase inicial da cultura, provando o “coração morto”. Já a broca do colmo ataca o colmo numa fase mais avançada da cultura, perfurando-o.

A cana-de-açúcar, em competição com plantas daninhas, pode diminuir o perfilhamento afetando de 3 a 4 vezes o número de colmos, chegando a diminuir de 6 a 7 vezes a produção final.

Assim, no setor sucroalcooleiro, existem vários fatores que afetam o setor produtivo canavieiro e que oneram a produção podendo destacar, entre outros, competição com plantas daninhas, ataque de pragas e doenças, condições edafoclimáticas, entre outros. Esses fatores, de forma desequilibrada no sistema de cultivo, podem levar a cultura ao estresse, ocasionando redução na produtividade e na qualidade tecnológica da cultura.

O estresse pode ocasionar alterações fisiológicas na cana-de-açúcar, que dependendo da intensidade, pode limitar o desenvolvimento da cultura, modificando a quantidade e qualidade do caldo da cana.

Assim, as alterações fisiológicas da cana-de-açúcar estão ligadas diretamente com a qualidade da matéria-prima, na fase de maturação para produção de etanol e açúcar, onde, inicialmente, a qualidade tecnológica é determinada no laboratório e onde será calculado o pagamento da cana por teor de sacarose.

O acúmulo de sacarose nos colmos ocorre durante o desenvolvimento da cana-de-açúcar, na fase de maturação. Essa fase pode ser definida como o momento em que a planta reduz, significativamente, seu crescimento vegetativo e passa a acumular maior quantidade de sacarose nos colmos. Os mecanismos fisiológicos que ocorrem na planta durante essa fase ainda não são completamente conhecidos. A determinação de quais são esses mecanismos e como eles operam para culminar na maior concentração de sacaroses no colmo é de grande interesse para oferecer ferramentas para a seleção e desenvolvimento de variedades mais produtivas (WATT et al., 2014).

Estes mecanismos podem envolver alterações nas relações fonte/dreno na planta, isto é, na capacidade das células dos colmos (poderosos drenos de fotoassimilados) em produzir e armazenar sacarose, e na capacidade das folhas de assimilar CO₂ e produzir e transportar carboidratos (MCCORMICK et al., 2006).

A sinalização que ocorre para que a cana-de-açúcar diminua seu crescimento vegetativo e passe a acumular sacarose depende de sinais ambientais, notadamente da restrição hídrica ou de quedas na temperatura. Isso indica que a transdução desses sinais é importante para o estabelecimento da maturação, logo os hormônios vegetais estão envolvidos no processo (YAO et al., 2002). O ponto de maturação, em campo, considerado em sólidos solúveis para a colheita da cana-de-açúcar é de, no mínimo, 18 graus Brix.

A finalidade principal da cana-de-açúcar é a produção de sacarose para a fabricação de açúcar e produção de etanol como fonte alternativa de combustível. A produção de sacarose somente será satisfatória para a indústria se encontrar condições ambientais favoráveis à concentração de açúcar. Em relação aos usos, Magalhães (1987) relata que, além da sacarose, os açúcares redutores contribuem para formar o melaço usado na fabricação de rações e a fibra pode ser utilizada como combustível alternativo na própria indústria (usina).

No entanto, o controle de forma adequada dos fatores que ocasionam queda na produtividade da cana-de-açúcar e as condições climáticas têm favorecido a concentração de açúcares na cana. Com isso, o índice de Açúcares Totais Recuperáveis por tonelada de cana-de-açúcar (ATR/TC) foi estimado pela CONAB (2017), safra 2017/18 em $139,1\text{Kgt}^{-1}$, variação positiva de 3,73% sobre a safra anterior quando o ATR ficou em $134,00\text{ kg t}^{-1}$ de cana. Do volume total, serão destinados à produção de açúcar 47,9% e para a produção de etanol 52,1%.

A inflorescência da cana-de-açúcar é uma panícula aberta, chamada de bandeira ou flecha (MOZAMBANI et al., 2006). No processo de formação da inflorescência, inicialmente, deve ser detectado o período em que ocorre o estímulo para que o meristema apical se modifique, deixando de produzir folhas e colmos e passe a formar a inflorescência. Esse período é de difícil definição, pois depende do cultivar, do clima da região e das mudanças que ocorrem nos anos agrícolas. Tais fatos levam a estabelecer somente os meses em que as possibilidades desses fenômenos ocorrerem são maiores (RODRIGUES, 1995).

O florescimento da cana-de-açúcar é controlado por um complexo de fatores, envolvendo, principalmente, o fotoperíodo, a temperatura, a umidade e a radiação solar (CASTRO, 2001), além da

maturidade da planta e da fertilidade do solo (FARIAS et al., 1987). A interação entre esses fatores pode aumentar, manter ou prevenir a transformação do ápice da cana-de-açúcar de crescimento vegetativo para reprodutivo (DUNKELMAN; BLANCHARD, 1974). O processo de florescência em si é bastante complexo, envolvendo fitocromo, hormônios, florígeno, ácidos nucléicos e fatores diversos, conforme Castro (1993).

Contudo, é importante o conhecimento da ecofisiologia e dos parâmetros edafoclimáticos desejáveis para o crescimento e desenvolvimento da cana-de-açúcar, assim qualquer alteração que cause estresse pode influenciar e acarretar na perda de produtividade e/ou na qualidade tecnológica da cultura.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, L. H.; JONES, P. H.; JONES, J. W. Rising atmospheric CO₂ and evapotranspiration. In: **Advances in evapotranspiration**. St. Joseph: ASAE, 1985, p. 13–27.
- BRIEGER, F.O; PARANHOS, S. B. Técnica Cultural. In: MALAVOLTA *et al.* **Cultura e adubação da cana-de-açúcar**. São Paulo: Instituto Brasileiro da Potassa, 1964, p. 139–190.
- CASAGRANDE, A. A. **Tópicos de morfologia e fisiologia da cana-de-açúcar**. Jaboticabal-SP: UNESP FUNEP. 1991, p. 133.
- CASTRO, P. R. C. Fisiologia da cana-de-açúcar. In: ENCONTRO CANA-DE-AÇÚCAR, 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Rhodia Agro, 1993, p. 4–8.
- CASTRO, P. R. C. **Fisiologia vegetal aplicada à cana-de-açúcar**. Maceió, 2001, p. 7.
- CESNIK, R; MIOCCQUE, J. **Melhoramento da cana-de-açúcar**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004.
- CLEMENTS, H.F. **Sugarcane crop logging and control: principles and practices**. [London]: Pitman Publishing; [Honolulu]: The University Press of Hawaii, 1980, p. 520.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: cana-de-açúcar, safra 2017/2018, terceiro levantamento**. 2017. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/18_01_08_09_08_38_cana_dezembro_novo.pdf. Acesso em: 14 fev. 2018.
- DINARDO-MIRANDA, L. L.; MACHADO, A. C.; LANDELL, M. G. A. **Cana-de-açúcar**. Campinas, SP: Instituto Agrônômico, 2008, p. 882.
- DUNKELMAN, P. H.; BLANCHARD, M. A. Controlled photoperiodism in basic sugarcane breeding. **Proc Int Soc Sugar Cane Technol**, v. 4, 1974, p. 80–85.
- FARIAS, S.O. *et al.* Controle de florescimento em cana-de-açúcar através do corte no período de indução floral. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 4. 1987, Olinda, PE. **Anais...** Olinda: STAB, 1987, p. 718–721.
- FRAZÃO, D. A. C. **Influência do intervalo entre colheita e plantio na germinação da cana-de-açúcar** (*Saccharum spp.*). 1976. 59p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1976.
- GASCHO, G. J.; SHIH, S. F. Sugarcane. In: TEARE, I. D.; PEET, M. M. (Ed.). **Crop-water relations**. New York: Wiley-Interscience, 1983, p. 445–479.

LUCCHESI, A. A. Cana-de-açúcar. In: CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A. (Eds.). **Ecofisiologia de culturas extrativistas**: cana-de-açúcar, seringueira, coqueiro, dendzeneiro e oliveira. Piracicaba: Cosmópolis Stoller do Brasil, 2001, p. 13–45.

MAGALHÃES, A. C. N. Ecofisiologia da cana-de-açúcar: aspectos do metabolismo do carbono na planta. In: CASTRO, P. R. C., FERREIRA, S. O., YAMADA, T. **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: Assoc. Bras. da Potassa e do Fosfato. 1987, p. 113–118.

MCCORMICK, A. J., CRAMER, M. D., WATT, D. A. Sink strength regulates photosynthesis in sugarcane. **New Phytologist**. 2006, p. 759–770.

MOZAMBANI, A. E. *et al.* História e morfologia da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S. V. *et al.* **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: Cadernos Planalsucar. 2006, p. 11–18.

PARANHOS, S. B.; GUIMARÃES, E.; GURGEL, M. N. do A. Profundidade de plantio em diferentes profundidades de preparo do solo. In: SEMINÁRIO COPERSUCAR DA AGROINDÚSTRIA AÇUCAREIRA, 4. Águas de LINDOIA. **Anais...** São Paulo: COPERSUCAR, 1976, p. 2.

RODRIGUES, J. D. **Fisiologia da cana-de-açúcar**. Botucatu: UNESP, 1995, p. 100 (Apostila).

URCHEI, M. A.; RODRIGUES, J. D.; STONE, L. F. Análise de crescimento de duas cultivares de feijoeiro sob irrigação, em plantio direto e preparo convencional. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 35, n. 3, mar. 2000, p. 497–506.

WATT, D. A., MCCORMICK, A. J., CRAMER, M. D. Source and Sink Physiology. In P.H. MOORE, F.C. BOTHA, F.C. (Eds.), **Sugarcane**: Physiology, Biochemistry and Functional Biology. 2014, p. 483–520.

YAO, R. L., LI, Y. R., ZHANG, G. R., YANG, L. T. Endogenous hormone levels at technical maturing stage of sugarcane. **Sugar Tech**. 2002, p. 14–18.