

Resumo

O objetivo do trabalho é de caracterizar aspectos de fisiologia relacionados ao desenvolvimento nos diferentes estádios do crescimento vegetativo da cana-de-açúcar. A cana-de-açúcar é uma cultura de grande importância econômica no mundo. É cultivada principalmente como matéria-prima para produção de açúcar e álcool, sendo o Brasil o maior produtor, respondendo por 33% da produção mundial, destacando-se o Estado de São Paulo, que lidera com 60% da produção nacional. Diversos fatores podem interferir na produtividade e na qualidade tecnológica da cana-de-açúcar que, no final, representa a integração das diferentes condições a que a cultura ficou sujeita. Neste prisma, alguns dos aspectos de maior importância para se ter boa produtividade final ou bom estande de mudas estão relacionados com as práticas de plantio, levando em consideração fatores indispensáveis à otimização da cultura. Este trabalho abordará as diferentes vertentes da fisiologia do desenvolvimento correlacionado ao estádio vegetativo da cana-de-açúcar.

Palavras-chave: sistema radicial; níveis de brotação; biomassa

Fisiologia do desenvolvimento do estádio vegetativo da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.)

Cleber Junior Jadoski¹, Eder Victor Braganti Toppa², Alessandra Julianetti³, Tarcisio Hulshof⁴, Elizabeth Orika Ono⁵, João Domingues Rodrigues⁶

Fisiología del desarrollo de la etapa vegetativa de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.)

Resumen

El objetivo de este estudio es de caracterizar aspectos de la fisiología relacionados con el desarrollo en las diferentes etapas del crecimiento vegetativo de la caña de azúcar. Lo cultivo de la caña de azúcar es de gran importancia económica en el mundo. Se cultiva principalmente como materia prima para la producción de azúcar y etanol, siendo el Brasil el mayor productor, con 33% de todo el mundo, destacando el estado de São Paulo, que lidera con el 60% de la producción nacional. Hay varios factores que pueden interferir con la productividad y la calidad tecnológica de la caña de azúcar que, al final, representa la integración de las diferentes condiciones a las que fue sometida la cultura. En esta perspectiva, algunos aspectos de suma importancia para tener buena productividad final o de buenostand de plántulas están relacionados con las prácticas de la siembra, teniendo en cuenta factores esenciales para la optimización de la cultura. En este artículo son abordados diferentes aspectos de la fisiología de lo desenvolvimiento correlacionado con el desarrollo vegetativo de la caña de azúcar.

Palabras clave: sistema radical; niveles de germinación; biomasa

Introdução

A cana-de-açúcar é uma planta monocotiledônea, alógama e perene, provavelmente originária das regiões da Indonésia e Nova Guiné, pertencente à família *Poaceae*. Seus atuais cultivares são

híbridos interespecíficos, sendo que nas constituições genéticas participam as espécies *S. officinarum*, *S. spontaneum*, *S. sinense*, *S. barberi*, *S. robustum* e *S. edule*.

Trata-se de uma planta de reprodução sexuada; quando cultivada comercialmente, porém,

Recebido em: 03 fev. 2009. Aceito para publicação em: 10 abr. 2010.

1 Eng. Agrônomo, Mestrando em Agricultura com ênfase Ecofisiologia de Grandes Culturas da Faculdade de Ciências Agrônômicas – Unesp. E-mail: cjadowski@fca.unesp.br. Autor para correspondência.

2 Eng. Agrônomo, Mestrando em Agricultura com ênfase em Melhoramento Genético de Plantas da Faculdade de Ciências Agrônômicas – Unesp. E-mail: edertoppa@fca.unesp.br

3 Eng. Agrônoma, Mestranda em Agricultura com ênfase em Fitotecnia da Faculdade de Ciências Agrônômicas – Unesp. E-mail: alessandra.julianetti@syngenta.com

4 Eng. Agrônomo, Mestrando em Agricultura com ênfase em Fitotecnia da Faculdade de Ciências Agrônômicas – Unesp. E-mail: tarcisio.hulshor@bayer.com

5 Prof.^a Doutora em Fisiologia Vegetal da Faculdade de Ciências Agrônômicas – Unesp. E-mail: eoono@ibb.unesp.br

6 Prof. Doutor em Fisiologia Vegetal da Faculdade de Ciências Agrônômicas – Unesp

Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia v3 n2 Mai.-Ago. 2010

Print-ISSN 1983-6325 (On line) e-ISSN 1984-7548

é multiplicada assexuadamente, por propagação vegetativa. É caracterizada pela inflorescência do tipo panícula, flor hermafrodita, caule em crescimento cilíndrico composto de nós e entrenós, folhas alternas, opostas, presas aos nós dos colmos, com lâminas de sílica em suas bordas, e bainha aberta. É cultivada em regiões tropicais e subtropicais de mais de 90 países, difundida em uma ampla faixa de latitude de 35°N a 30°S, adaptando-se a diversas condições de climas e solo, exigindo precipitações pluviométricas entre 1500 a 2500 mm por ciclo vegetativo (RODRIGUES, 1995).

A cana-de-açúcar é uma cultura de grande importância econômica no mundo. É cultivada principalmente como matéria-prima para produção de açúcar e álcool, sendo o Brasil o maior produtor, respondendo por 33% da produção mundial, destacando-se o Estado de São Paulo, que lidera com 60% da produção nacional.

Se a economia do país continuar em crescimento nos próximos anos, a produção de cana-de-açúcar deverá aumentar pelo menos 6% ao ano, para suprir o mercado interno. O ideal seria um crescimento acima de 8%, para abastecer o Brasil e exportar o excedente. A produção de açúcar deverá crescer até atingir 46 milhões de toneladas na safra 2019/20, segundo estimativas da AgraFNP. Já a produção de etanol continuará em expansão, graças ao consumo cada vez maior do biocombustível, atingindo 65 milhões de litros produzidos em 2019/10 (AGRIANUAL, 2010).

A expansão dos canaviais deve ocorrer, num futuro próximo, em Goiás, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais. Nos próximos anos, os novos plantios de cana-de-açúcar podem ultrapassar um milhão de hectares nesses estados. As principais regiões brasileiras produtoras são Centro Sul e Nordeste, o que permite dois períodos de safra, de abril a novembro e de setembro e abril, respectivamente, proporcionando o desenvolvimento da cultura nas mais variadas condições climáticas (TAVARES, 2009).

Desenvolvimento radicial

Um dos fatores de maior importância na relação planta-água-solo é a arquitetura e distribuição

do sistema radicial das plantas, bem como sua dinâmica de crescimento (VASCONCELOS, 2002). O conhecimento do sistema radicial da cana-de-açúcar permite a utilização adequada das técnicas agrônômicas, tais como: espaçamento, local de aplicação dos fertilizantes, operações de cultivo, drenagem dos solos e sistemas de irrigação, controle da erosão, uso de culturas intercalares, entre outras (CASAGRANDE, 1991). O estudo do sistema radicial tem sido relegado devido às variabilidades de condições físicas, químicas e biológicas do solo, as quais influenciam na distribuição das raízes. Tais variabilidades podem levar a resultados não representativos do desenvolvimento normal do sistema radicial das plantas (VASCONCELOS *et al.*, 2003).

O desenvolvimento do sistema radicial de culturas perenes e semi-perenes, como a cana-de-açúcar, apresenta um agravante, no que se refere à renovação de raízes entre ciclos, ou no mesmo ciclo, tornando-se necessária a identificação de raízes vivas ou metabolicamente ativas em uma massa total amostrada (FARONI, 2004). Depois do corte da cana-planta, o sistema radicial antigo mantém-se em atividade por algum tempo e, durante esse período, é substituído pelas raízes dos novos perfilhos da soqueira, sendo esse processo lento e gradual. As raízes da soqueira são mais superficiais que as da cana-planta pelo fato de os perfilhos das soqueiras brotarem mais próximos da superfície que os da planta (FARONI, 2006).

Pelo mesmo fato, quanto maior o número de cortes, mais superficial o sistema radicial das soqueiras (BACCHI, 1983). O desenvolvimento do sistema radicial é típico para cada espécie, havendo crescimento acumulativo do sistema radicial durante os ciclos da cultura, da cana-planta para as socas sucessivas; a morte ou a renovação do sistema radicial não é causada pela colheita da cultura e sim pela deficiência hídrica, independentemente da fase de desenvolvimento (AGUIAR, 1978; VASCONCELOS, 2002). O sistema radicial da cana-de-açúcar (rizomas e raízes) é essencial para a rebrota das soqueiras, uma vez que cumpre o papel de reserva orgânica energética e nutricional (CAMARGO, 1989; MALAVOLTA, 1994; TRIVELIN *et al.*, 2002). Ao mesmo tempo em que

ocorre a brotação das socas, um novo sistema radicial é formado, e algumas raízes vivas são importantes para alimentar os rebentos na fase inicial de desenvolvimento (CASAGRANDE, 1991).

Segundo RUSSEL e FILLERY (1996), poucos estudos sobre raízes têm sido desenvolvidos e os procedimentos adotados na avaliação do nitrogênio de sistema radicial raramente recuperam as raízes finas e as rizodeposições. Os estudos de FARONI (2006) sugerem o uso do marcador isotópico ^{15}N , via aplicação foliar, para analisar o sistema radicial da cana-de-açúcar, pois ^{15}N é translocado até a parte subterrânea da planta, permitindo identificar e quantificar raízes vivas.

Ainda acerca das condições edafológicas, a compactação do solo cultivado com cana-de-açúcar tem sido considerada um fator que afeta a produtividade (YANG, 1977), sendo uma consequência do elevado nível de mecanização dessa cultura. A subsolagem em áreas de reforma dos canaviais tornou-se uma operação de rotina e, em consequência, ocorre o agravamento da compactação, além de aumentar o custo de produção. A aeração do solo é necessária para haver um máximo de absorção de nutrientes pelas raízes. Segundo QUEIROZ-VOLTAN (1998), um suprimento ineficiente de oxigênio influencia a absorção dos elementos essenciais N, P, K, Ca, Mg, Cl, B, Zn, Cu, Mn e Fe. A respiração aeróbia é o maior suprimento energético utilizado para a absorção de nutrientes e, para que haja adequada aeração para sua sobrevivência, as raízes necessitam de 10% de volume de ar no solo (KIRKHAM, 1987).

Estudos da anatomia de raízes de plantas de cana-de-açúcar foram realizados por QUEIROZ-VOLTAN (1998), analisando o efeito da compactação do solo em alguns aspectos da estrutura de raízes de plantas de cana-de-açúcar, desenvolvidas em condições de cultivo, em latossolo de textura argilosa. As conclusões do autor foram que existe uma tendência das raízes desenvolvidas em solos mais compactados apresentarem a relação de espessura do córtex e cilindro vascular mais elevada.

Similarmente, TROUSE JR. (1967) determinou, em experimentos em vasos com compactações simuladas, seis estádios de degradação de raízes de plantas de cana-de-açúcar nos quatro tipos de solo do Havaí, e concluiu que com o

aumento da densidade do solo as raízes tenderam a se desenvolver de forma mais angulada, com poucas raízes mais desenvolvidas e raízes jovens, capazes de penetrar no solo.

As considerações de OTTO (2007) sobre a distribuição do sistema radicial da cana de açúcar evidenciam que a fertilização nitrogenada de plantio não promoveu maior acúmulo de massa de raízes de cana-de-açúcar e favoreceu a concentração das raízes na camada superficial. Além do observado, o autor relata que 70% das raízes concentram-se nos primeiros 20 cm e 80% distribuem-se nos 60 cm centrais da touceira, sendo que a compactação do solo e os baixos teores de fósforo, cálcio e magnésio e altos teores de alumínio não permitiram que o sistema radicial se aprofundasse no solo.

Nesse sentido, a despeito da temática adubação nitrogenada em cana-de-açúcar, um grande número de experimentos realizados há décadas em diversas regiões do Brasil já mostravam que a resposta da cana-planta ao nitrogênio é menor e menos freqüente que a observada em cana-soca (ALBUQUERQUE; MARINHO, 1983; ZAMBELO Jr; AZEVEDO, 1981; CANTARELLA; RAIJ, 1985). Menos que 40% dos 81 ensaios realizados no Estado de São Paulo com cana-planta mostraram resposta ao nitrogênio (CANTARELLA; RAIJ, 1985). Valores ainda menores foram apresentados por AZEVEDO et al. (1986), que somente encontraram respostas significativas em menos que 20% de um universo de 135 ensaios analisados em todo o Brasil.

Vários fatores têm sido listados para explicitar as baixas respostas da cana-planta ao nitrogênio, entre os quais a mineralização da matéria orgânica do solo e dos restos culturais da própria cana, favorecida pelo revolvimento do solo durante a reforma do canavial (CANTARELLA; TRIVELIN; VITTI, 2007). Outros fatores que justificam a baixa resposta da cana-planta ao nitrogênio incluem o maior vigor do sistema radicial da cana-planta comparado ao da soqueira, a melhoria da fertilidade do solo associada à calagem, a fixação biológica do nitrogênio, a menor demanda inicial por nutrientes na cana-planta, as perdas de nitrogênio por lixiviação e a contribuição do nitrogênio contido no colmo da semente (AZEVEDO et al., 1986; ORLANDO FILHO et al., 1999, apud CANTARELLA; TRIVELIN; VITTI, 2007). Em grande parte dos experimentos

com cana-planta verificou-se a baixa resposta da cultura à adubação nitrogenada, enquanto que, para as rebrotas da cultura (cana-soca) a maioria dos experimentos mostraram resposta na produção de colmos (CARNAÚBA, 1990).

Ao mesmo tempo em que diversos trabalhos não verificaram resposta da cana-planta à aplicação do nitrogênio, muitos observaram o contrário. A produtividade de colmos da cana-planta passou de 62 a 104 t ha⁻¹ quando se adicionou 120 kg ha⁻¹ de nitrogênio em um Latossolo Vermelho Amarelo distrófico álico (KORNDORFER et al., 1997). Já CANTARELLA et al. (2007), que avaliou a cana-planta e três socas consecutivas, verificou que a aplicação de 60 e 120 kg ha⁻¹ de nitrogênio promoveu aumento na produtividade da ordem de 20 e 35% em relação a testemunha, respectivamente, na média dos 4 ciclos, em um Latossolo Roxo Eutrófico.

Brotação

Segundo ARAÚJO (2006), a escolha da cultivar para cultivo é um dos pontos que merece especial atenção, não só pela sua importância econômica, como geradora de massa verde e riqueza em açúcar, mas também pelo seu processo dinâmico, pois anualmente surgem novas cultivares, sempre com melhorias tecnológicas quando comparadas com aquelas que estão sendo cultivadas. No Brasil, assim como em outros países produtores de cana-de-açúcar, as cultivares têm sido continuamente testadas com os objetivos de aumentar a produtividade, obter maior resistência às pragas e doenças e melhor adaptação às variações de clima, tipos de solos, técnicas de corte ou manejo.

Diversos fatores podem interferir na produtividade e na qualidade tecnológica da cana-de-açúcar que, no final, representa a integração das diferentes condições a que a cultura ficou sujeita (GILBERT et al., 2006). Em consequência destas e de outras causas de variação ao longo do ciclo, surge a necessidade de previsão das respostas da cultura a diferentes estímulos (MARCHIORI, 2004).

Alguns dos aspectos de maior importância para se ter boa produtividade final ou bom estande de mudas estão relacionados com as práticas de plantio, levando em consideração fatores indispensáveis à

otimização da cultura, como escolha da área e da cultivar, sanidade de muda, época de plantio, preparo do solo adequado, profundidade de plantio, cobertura dos toletes e distribuição de gemas no sulco.

A propagação da cana-de-açúcar é geralmente feita por intermédio de pedaços de colmo, contendo uma ou mais gemas. A brotação constitui uma fase importante, pois um bom estabelecimento desta reflete em um bom estande, que trará à área cultivada plantas vigorosas. De acordo com SIMÕES NETO (1987) a fase de brotação das gemas é afetada por dois tipos de fatores: os caracterizados como intrínsecos, decorrentes do sistema metabólico da planta, e os denominados extrínsecos.

No âmbito do melhor desempenho dos níveis de brotação, DILLEWIJN (1952) relata que se deve considerar por quanto tempo as mudas devem ser armazenadas, antes da sua distribuição no sulco. O autor observou em seus estudos que quando há um intervalo de três dias entre o corte e o plantio, os toletes oriundos do ápice do colmo apresentam melhor brotação que as demais partes do colmo.

De acordo com CASAGRANDE (1991), em relação à profundidade de plantio, deve-se atentar para dois aspectos, a profundidade do sulco e a espessura da camada de terra que é colocada sobre os toletes. Segundo o autor, a falta de umidade do solo pode prejudicar a brotação dos toletes, assim como o excesso causado pela irrigação, drenagem irregular e acúmulo de água de chuvas. CASAGRANDE (1991) relata ainda que, mesmo havendo condições ambientais idênticas, a brotação pode ser diferente entre as diversas cultivares de cana-de-açúcar.

A boa capacidade de brotação é uma característica desejável das cultivares, principalmente quando o período de plantio envolve épocas com condições ambientais desfavoráveis (FARONI, 2006).

Devido à falta de tradição na produção canavieira, a cultura não foi muito pesquisada no Cerrado. Com a necessidade de ampliação das áreas produtoras para atender a demanda interna e externa de seus produtos, bem como de sua energia, as áreas do Cerrado constituem-se numa importante alternativa. Segundo CESNIK e MIOCQUE (2004), os campos de cultivo, principalmente nas regiões ditas novas, multiplicaram-se de maneira um tanto desordenada,

aceitando indiscriminadamente o uso de cultivares sem os devidos cuidados fitossanitários e sem os necessários testes de produtividade. Desta forma, são cada vez maiores o estímulo e os incentivos aos estudos que visam o conhecimento das novas cultivares existentes e que melhor se adaptem às condições de acidez, baixa fertilidade e déficit hídrico na região de Cerrado, a fim de progresso na produtividade brasileira. Neste sentido, GODOY et al. (2009) avaliaram a brotação e o perfilhamento de cultivares de cana soca de terceiro ciclo em ambiente de cerrado, observando como parâmetros valores médios da altura e números de perfilhos, área foliar por perfilho e biomassa da parte aérea de soca de cultivares de cana-de-açúcar, o que permitiu a conclusão de que para as condições de cerrado a cultivar CTC4 apresentou os melhores índices para a fase de estabelecimento da cultura.

Ainda a respeito dos estudos em ambientes de cerrado, CARGNIN et al. (2008), delimitou seu estudo na brotação de cultivares de cana-de-açúcar, o que permitiu observar que a brotação nas condições do cerrado brasileiro é satisfatória para a cultura da cana, havendo diferenças significativas entre cultivares quanto à brotação de mudas. Mas não há relação entre a baixa brotação das mudas e a cana-planta e de soqueira.

Perfilhamento

DIOLA e SANTOS (2010) descrevem que o perfilhamento inicia-se em torno de 40 dias após o plantio e pode durar até 120 dias, sendo um processo fisiológico de ramificação subterrânea contínua das juntas nodais compactadas ao broto primário. Ele proporciona ao cultivo o número de colmos necessário para uma boa produção. Perfilhos formados mais cedo ajudam a produzir talos mais grossos e mais pesados, enquanto os formados mais tarde morrem ou permanecem curtos ou imaturos. A população máxima é alcançada entre 90 e 120 dias. Aos 150–180 dias, pelo menos 50% dos perfilhos morrem e uma população estável é estabelecida. Embora 6 a 8 perfilhos sejam produzidos de uma gema, observa-se atualmente que 1,5 a 2 perfilhos por gema permanecem para formar canas.

Vários fatores como variedade, luz, temperatura,

umidade do solo (irrigação), espaçamento e práticas de fertilização influenciam no perfilhamento.

A luz é o mais importante fator, pois a iluminação adequada na base da planta durante este período ativa gemas vegetativas basais.

CASAGRANDE (1991) também cita a importância da luz no perfilhamento, constatando que para verificar isto, basta observar a cana-de-açúcar plantada embaixo de árvores ou perto de cerca entrelaçada de árvores e arbustos.

CRISTOFOLETI (1986) relata que plantas de cana-de-açúcar provenientes de casa de vegetação com 56 dias de idade e plantadas no campo, sob condições de baixa luminosidade, tiveram praticamente todos os seus perfilhos mortos. Porém, quando plantadas em condições normais de luminosidade tiveram um processo normal de perfilhamento.

Considerando que o perfilhamento é regulado pelas auxinas produzidas no ápice da planta, verifica-se que estas descem em fluxo contínuo (DILLEWIJN, 1952). Essas auxinas têm efeito duplo, ao mesmo tempo promovendo o alongamento do colmo e impedindo o desenvolvimento das gemas laterais. Sob o efeito da alta intensidade luminosa, o fluxo de auxinas do ápice para a base seria diminuído e, conseqüentemente, haveria decréscimo no grau de inibição das gemas laterais, resultando daí a formação de perfilhos.

No caso da baixa intensidade luminosa, assim como em estações de dias curtos, o perfilhamento será diminuído ou cessado, dependendo do grau de manifestação da luminosidade, em termos de intensidade e duração.

FIGUEIREDO (2008) cita que a mudança do sistema de colheita (cana queimada para cana crua), também pode interferir, pois dentre os vários fatores que influenciam na redução do perfilhamento, a baixa luminosidade abaixo da camada de palha pode ser importante.

Depois da luminosidade, a temperatura é um dos fatores mais importantes para o perfilhamento. DILLEWIJN (1952) cita que o perfilhamento aumenta à medida que a temperatura se eleva, até um máximo em torno de 30 °C. Temperatura abaixo de 20 °C retarda o perfilhamento.

Dentre os elementos minerais, a maioria dos

pesquisadores cita que os mais importantes para o perfilhamento são o nitrogênio e o fósforo. De um modo geral, tem-se observado que, nos solos de baixa fertilidade, o perfilhamento tem sido menor, exigindo maior gasto em mudas.

Solos com baixa retenção de umidade estão mais sujeitos a auferir à cana-de-açúcar um baixo perfilhamento. Por outro lado, solos com excesso de umidade, mal drenados, também podem prejudicar o perfilhamento (CASAGRANDE, 1991).

O espaçamento também influencia no perfilhamento. Segundo DILLEWIJN (1952), o número final de colmos industrializáveis que uma cultura de cana pode produzir, em certas condições, é fixado dentro de limites particularmente estreitos. O esforço para ultrapassar esses limites plantando quantidades excessivas de gemas é abortivo, e constitui desperdício. Os espaçamentos mais utilizados no Brasil são 1,4 m e 1,5 m.

Quando fora do controle, as pragas e doenças influenciam negativamente no perfilhamento (destaque para a lagarta elasma (*Elasmopalpus lignosellus*) e a broca da cana (*Diatraea saccharalis*).

De março em diante, com menos condições de luminosidade e calor, a cana plantada neste período tende a ter um menor índice de perfilhamento, quando comparada com a plantada nos demais meses.

Quando fora do controle, plantas daninhas também influenciam negativamente no perfilhamento, chegando a diminuir de 3 a 4 vezes no número de colmos/m e de 6 a 7 vezes a produção final (devido à mato competição).

Crescimento da parte aérea

O crescimento da parte aérea da cana-de-açúcar depende de vários fatores bióticos e abióticos como: época de plantio, temperatura, umidade, fertilidade do solo, variedade, ataque de pragas, competição por plantas daninhas etc.

Em relação à época de plantio, que é um dos fatores que mais interferem no crescimento, a cultura da cana-de-açúcar é dividida em 3 diferentes épocas: cana de ano, cana de ano e meio e cana de inverno.

CASAGRANDE (1991) afirma que a cana de ano (12 meses), plantada em setembro-outubro, tem seu máximo desenvolvimento de novembro a

abril, diminuindo após esse mês devido às condições climáticas adversas, com possibilidade de colheita, dependendo da variedade, a partir do mês de julho. A cana-de-ano e meio (18 meses), plantada de janeiro ao início de abril, tem uma taxa de crescimento restrita, nula, ou mesmo negativa, em função das condições climáticas de maio a setembro; havendo boas condições de precipitação, a fase de maior desenvolvimento da cultura se processa de outubro a abril, com pico máximo de crescimento, de dezembro a abril.

A terceira época (cana de inverno) é plantada de maio a agosto, possibilitando resultados satisfatórios, todavia há necessidade obrigatória de irrigação ou fertirrigação devido à baixa disponibilidade hídrica, ao menos na fase inicial de desenvolvimento da cultura.

Sobre o acúmulo de matéria seca (MS) da parte aérea, MACHADO et al. (1982) observaram que se tratava de uma curva sigmóide obtida através da função logística:

$$P(\text{g m}^{-2}) = \frac{5389,5}{1 + \exp(5,6609 - 0,01874 T)}$$

Onde: P é a massa seca total e T é o número de dias após o plantio.

Com relação ao Índice de Área Foliar (IAF), SHIH e GASCHO (1980) notaram que o valor máximo foi alcançado aos 6 meses de idade da planta, enquanto que o mesmo máximo de colmos foi obtido aos 5 meses de idade. O aumento do IAF prenuncia alta produção de fotossintetatos e alta produção de açúcares. Uma das formas de aumentar o IAF seria a redução do espaçamento, com respostas mais expressivas em zonas com estação de crescimento mais curtas.

Segundo DIOLA e SANTOS (2010), o crescimento dos colmos começa aos 120 dias após o plantio e dura até 270 dias, em um cultivo de 12 meses. Essa é a fase mais importante do cultivo, pois é quando ocorrem a formação e o alongamento do colmo, que resulta em produção. A produção foliar é freqüente e rápida durante esta fase e o índice de área foliar alcança valor entre 6 e 7. Em condições favoráveis, os talos crescem rapidamente, quase 4 a 5 entrenós por mês. A irrigação, fertilização, calor, umidade e condições de luminosidade favorecem

o alongamento. Temperaturas em torno de 30 °C e umidade em cerca de 80% são as mais adequadas para esta fase.

Por ser classificada como uma planta C4, a cana apresenta taxa de crescimento e uso da água altamente eficientes. ROCKSTROM et al. (1999) citam uma eficiência de uso de água de 123 a 168 L por kg de massa seca. YATES e TAYLOR (1988) publicaram registros de gastos bem inferiores na Austrália (entre 69 e 111 litros por ton de cana), sendo que a média das plantas C4 está entre 250 a 350 L kg⁻¹ de massa seca e a das plantas C3 está entre 450 a 1000 litros de água por tonelada de massa seca.

CASAGRANDE e VASCONCELOS (2010) afirmam que o limite superior de temperatura das plantas C4 está em torno de 45 °C (C3 tem limite de aproximadamente 30 °C) e ausência de fotorrespiração, ou seja, mesmo em situação de estresse hídrico, consegue fazer a fotossíntese com mecanismo eficiente de reunir e transportar CO₂.

Considerações finais

As plantas não respondem similarmente ao desenvolvimento radicial, a brotação, perfilhamento e crescimento da parte aérea, algumas são capazes de se desenvolver satisfatoriamente em condições edáficas em que outras não conseguiriam. Conforme as observações de vários autores a fisiologia do desenvolvimento do estágio vegetativo varia entre cultivares dentro de uma mesma espécie de acordo com o ciclo fenológico, existindo casos em que as diferenças entre cultivares são maiores do que entre as espécies. Portanto a compreensão da fisiologia de cada estágio do ciclo fenológico mostra-se necessária para o estabelecimento de bons estandes para a cultura e conseqüentemente a obtenção de boas produtividades.

Referências

Apresentadas no final da [versão em inglês](#).

