



BIOMETRIA EM CANA-DE-AÇÚCAR

Equipe:

Fábio J. Magro

Guilherme Takao

Pedro E. Camargo

Stanley Y. Takamatsu

Piracicaba-SP

junho/2011

1. Introdução

A cana-de-açúcar é uma planta que pertence ao gênero *Saccharum L.* Há pelo menos seis espécies do gênero, sendo a cana-de-açúcar cultivada um híbrido multiespecífico, recebendo a designação *Saccharum spp.* As espécies de cana-de-açúcar são provenientes do sudeste asiático. A planta é a principal matéria-prima para a fabricação do açúcar e álcool (etanol). É uma planta da família Poaceae, representadas pelo milho, sorgo, arroz e muitas outras gramíneas, porém é uma gramínea 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 do colmo em altura continua até a ocorrência de alguma limitação no suprimento de água, ocorrência de baixas temperaturas ou ainda devido ao florescimento.

As características varietais definem o número de colmos por planta, a altura e o diâmetro do colmo, o comprimento e a largura das folhas e a arquitetura da parte aérea, sendo a expressão destes caracteres muito influenciados pelo clima, pelo manejo e pelas práticas culturais utilizadas.

Sendo a cana uma planta de metabolismo C_4 , isso é considerada altamente eficiente na conversão de energia radiante em energia química (primeiro composto orgânico formado da fotossíntese é uma molécula de quatro carbonos que pode ser malato ou aspartato). Os processos de bioconversão de energia na cana-de-açúcar são mais efetivamente afetados pelos seguintes parâmetros ambientais: luz (intensidade e quantidade), concentração de CO_2 , disponibilidade de água, nutrientes e temperatura.

Esse processo é importante em vários aspectos que vão além do propósito desse simples texto. Todavia, para se ter idéia, por exemplo, em termos de uso de água, esse fato possui implicações relevantes, pois para fixar, por meio da fotossíntese, uma mesma quantidade de CO_2 que uma planta C_3 , a planta C_4 , por acumular esse gás nas referidas células, pode manter a abertura estomática menor, o que, necessariamente implica em menores perdas de água. Com isso, pode-se dizer que as plantas C_4 possuem maior eficiência de uso de água.

2. Sistema C₄

O metabolismo fotossintético C₄ da cana-de-açúcar possui duas enzimas distintas e especializadas para a anatomia foliar que auxiliam na fixação do CO₂, a Ribulose-1,5-difosfato carboxilase/oxigenase (Rubisco) e a Fosfoenolpiruvato carboxilase (PEP-carboxilase).

A enzima primária de carboxilação é a PEP-carboxilase (localizada nas células do mesófilo foliar) e carboxila o CO₂ absorvido do ar atmosférico via estômatos. O ácido oxaloacético AOA é convertido em malato e por difusão é transportado para as células da bainha vascular, onde será descarboxilado, liberando CO₂ e ácido pirúvico que voltará por difusão às células do mesófilo regenerando a enzima PEP-carboxilase. E o CO₂ é fixado pela enzima Rubisco no ciclo C₃.

Plantas C₄, tem seu processo fotossintético afetado pelas condições ambientais, mudanças decorrentes do aumentando as concentrações de CO₂ na atmosfera, aquecimento global, poderá ocasionar o aumento de temperatura, devido ao efeito estufa provocado pelo gás e há possibilidade da cultura se expandir para regiões que na atualidade estão inviabilizadas a produção, em função de temperaturas baixas que inibem o bom crescimento.

Essas condições favorecem a maior fixação de carbono pela planta refletido pelo aumento da produção de biomassa total (raízes, colmo e folhas) e conseqüentemente na produtividade. Estas mudanças climáticas proporcionam alteração no balanço de carbono da cultura, retirando mais CO₂ da atmosfera fixando-o em maior proporção.

A cana-de-açúcar tem capacidade para seqüestro de carbono e potencial para aumento de produtividade em condições de alta concentração de CO₂.

3. Fisiologia do Desenvolvimento

3.1. Propagação

Na plantação comercial, a propagação é assexuada feita mediante o uso do colmo cortado em pedaços de aproximadamente trinta centímetros. O desenvolvimento do sistema radicular inicia-se logo depois do plantio. As gemas, localizadas na base do nódulo, são meristemas embrionários laterais e se mantêm inativas durante a

dominância apical, devido à produção de auxinas. Em condições favoráveis a gema começa o florescimento isso ocorre durante quase um mês depois da brotação. A planta jovem vive através da reserva presente no colmo no solo e com uso parcial de água e nutrientes supridos pelas primeiras raízes, cada gema pode formar um colmo principal de uma touceira.

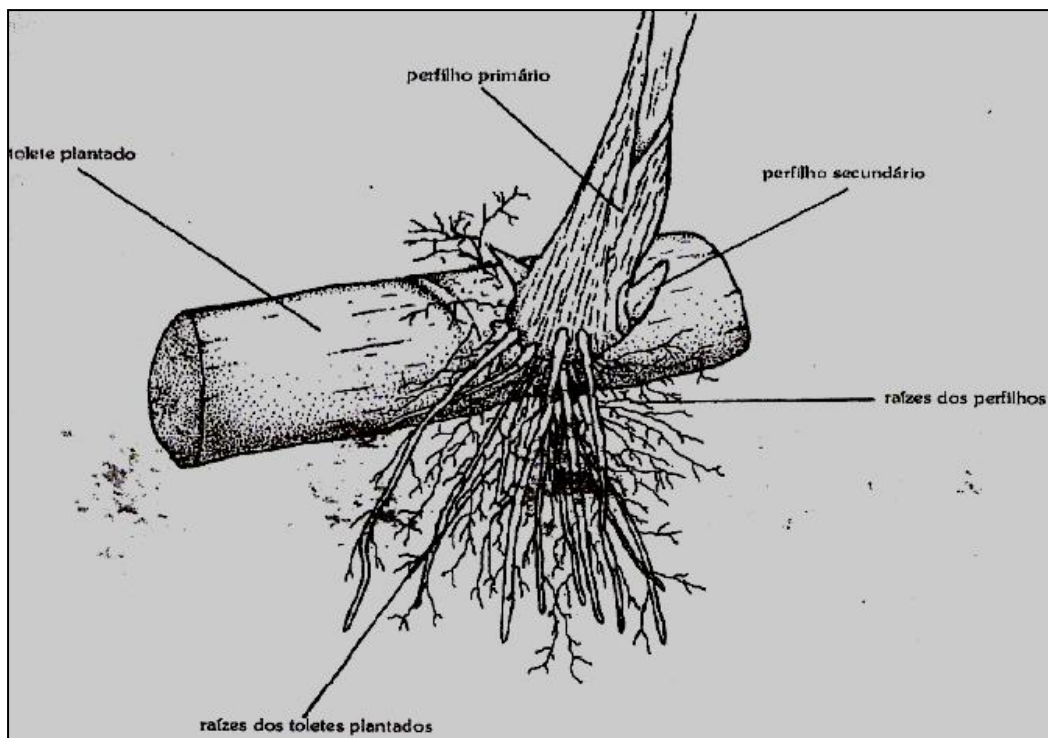


Figura 2. Propagação vegetativa de um segmento do colmo (Extraído de palestra de produção de cana-de-açúcar, Beauclair).

3.2. Sistema Radicular

Raízes temporárias (o primeiro órgão da planta que se desenvolve dura menos de trinta dias), que suprem a planta de alimento no primeiro dia estágios do seu desenvolvimento, são as primeiras raízes formadas dos colmos no solo (setts), sustentam a planta no início do ciclo com muitas ramificações. *Raízes permanentes* que partem do ponto abaixo do colo e acompanham a planta durante toda sua vida; *Raízes, adventícias ou aéreas* que partem dos primeiros nós do colmo. Raízes shoot são tipos secundários de raízes que emergem da base do novo colmo cinco a sete dias após o plantio. As raízes shoot são mais grossas e vigorosas que as raízes setts e se

desenvolvem no sistema de raiz principal da planta. As raízes setts continuam a crescer por um período de seis a quinze dias após o plantio, desaparecendo a grande maioria aos 60 – 90 dias, enquanto o sistema de raiz shoot desenvolve-se e apropria-se do suprimento de água e nutrientes ao shoot de crescimento.

3.3. Caule

Mais comumente conhecido como colmo trata-se de um órgão de reserva, envolto pelas folhas alternadas. Podendo ser ereto variando sua estrutura entre grossa e fina (diâmetro), reta ou curvilínea, mais alto ou mais baixo, variando também sua cor sendo mais avermelhado ou opaco, dependendo da variedade, presença de cerosidade e ainda conforme a presença de folhas. Uma junta é formada de uma nódulo e um entrenó, sendo o nódulo o local onde a folha está acoplada, estas podendo formar uma cicatriz quando caem e onde as gemas e a raiz primordial são encontradas.

Essas variações também sofrem modificações devido o ambiente que se encontram juntamente com suas variações.

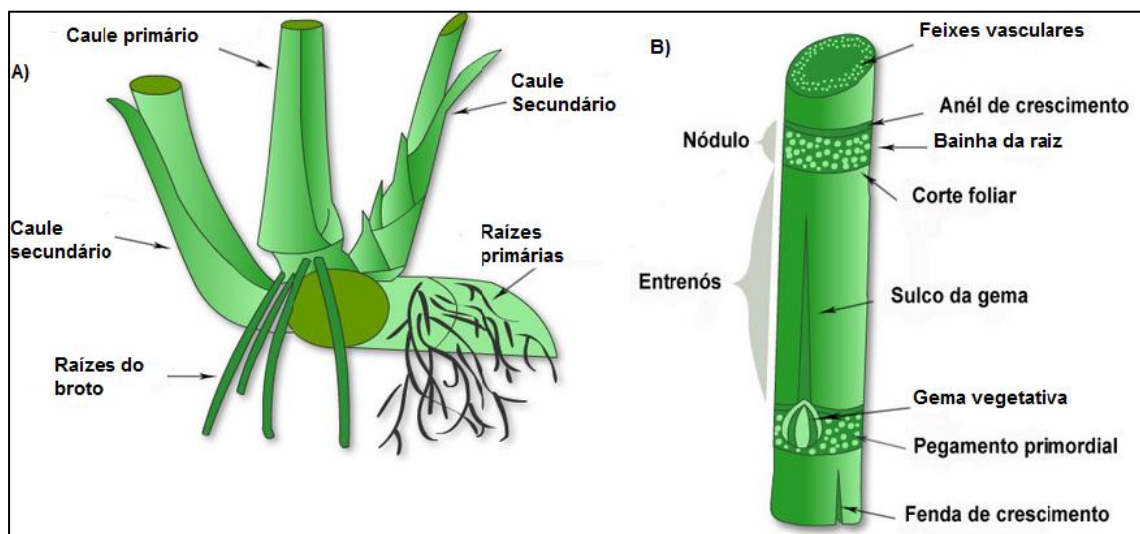


Figura 3. Representação esquemática do broto principal (A) e do perfilhamento (B).

(http://www.sugarcane crops.com/p/growth_morphology/the_root_system/).

3.4. Folha

A folha da planta da cana-de-açúcar é dividida em duas partes: bainha e lâmina, separadas por uma junta de lâmina. A bainha, como implica seu nome, cobre completamente o talo, estendendo sobre pelo menos um entrenó completo.

As folhas são normalmente acopladas de forma alternada aos nódulos, portanto formando duas fileiras em lados opostos. A planta madura de cana de açúcar tem uma superfície de folha superior total em média de 0.5 metros quadrado e o número de folhas verdes por talo é ao redor de dez, dependendo da variedade e condições de crescimento.

A junta de lâmina é onde se encontram duas áreas em forma de calço chamadas de "barbelas". As folhas são numeradas pelo sistema de Kuijper, como foi citado por Casagrande (1991). A primeira folha de cima para baixo do talo com barbelas vistas claramente é designada +1. Para baixo elas recebem, sucessivamente, os números +2, e +3. A folha "da barbela superior visível" (+3) é um tecido diagnóstico que é freqüentemente usado na avaliação do estado nutricional.

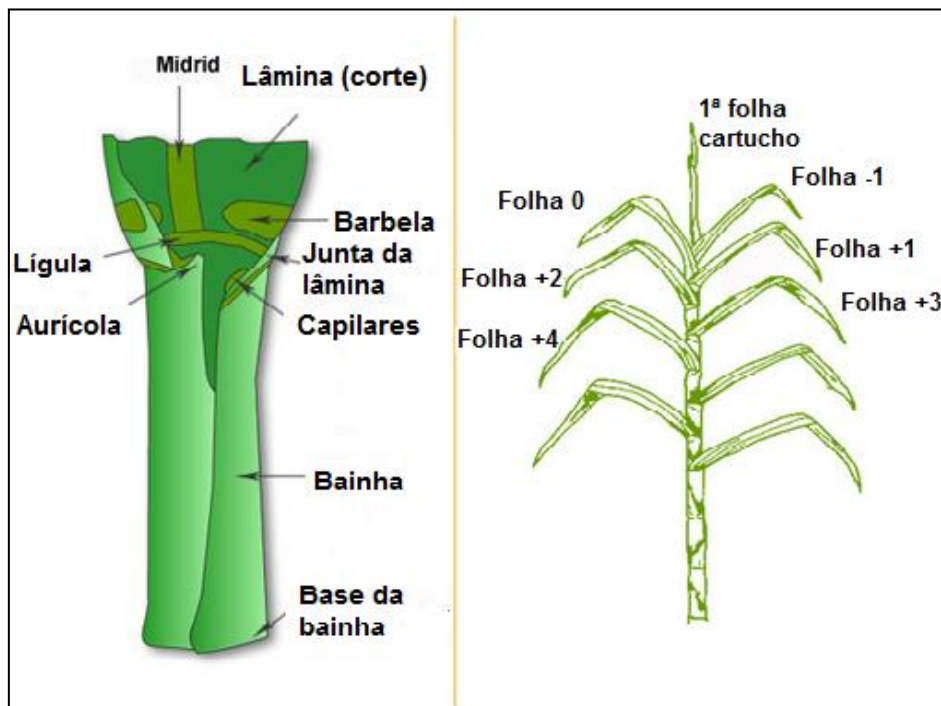


Figura 4. Sistema de numeração de folhas no sistema estabelecido por Kuijper (Casagrande, 1991).

(http://www.sugarcane crops.com/p/growth_morphology/the_leaf/)

3.5. Inflorescência

A inflorescência, ou tassel, de cana-de-açúcar é um panícula de ramo aberto. Também é conhecido como seta. Portanto o florescimento também é conhecido como "arrowing". Cada tassel consiste de vários milhares de florzinhas, cada uma capaz de produzir uma semente. As sementes são extremamente pequenas e pesam aproximadamente 250 per grama ou 113,500 por libra.

Para a produção comercial de cana-de-açúcar, o desenvolvimento da inflorescência tem pouca importância econômica. O florescimento é importante para cruzamento e produção de variedades híbridas.

4. Fases de Cultivo

4.1. Brotação

A brotação é um processo biológico, que como todos os outros, consomem energia. Essa energia é originária da degradação de substâncias de reserva do colmo, através do processo de respiração, isto é, moléculas de O₂ são necessárias para "queimar" essas substâncias. Num período de cerca de 60 dias, as reservas dos toletes são fundamentais para a evolução do processo de brotação, reduzindo essa dependência à medida que o sistema radicular se desenvolve, aumentando a superfície ativa de absorção de água e nutrientes do solo.

A fase de brotação é da plantação até a compleição da brotação das gemas. Sob as condições do solo, a brotação começa de 7 a 10 dias e geralmente dura ao redor de 30-35 dias. Na cana de açúcar, a brotação denota ativação e subsequente florescimento da gema vegetativa, a gema é influenciada por fatores externos e internos. Os fatores externos são a umidade do solo, temperatura do solo e aeração, os internos são a saúde da gema, a umidade do sett, a redução do conteúdo de açúcar do sett e status do nutriente sett. Temperatura ideal para florescimento é ao redor de 28 - 30° C. A temperatura básica para brotação é ao redor de 12° C, sendo que o solo úmido e calor assegura uma brotação rápida.

Os resultados da brotação resultam em uma respiração aumentada e assim uma boa aeração do solo é importante, portanto, solos porosos de estrutura aberta facilitam uma brotação melhor. Sob as condições do solo, ao redor de 60 por cento da brotação pode ser considerada segura para cultivo satisfatório.

4.1.1. Fatores ambientais que interferem na brotação

a) Temperatura

Exerce grande influência no crescimento dos colmos. O crescimento torna-se ereto em temperaturas abaixo de 25° C. Para valores abaixo de 20° C, o crescimento é praticamente nulo. Em termos de temperatura máxima, o crescimento seria lento acima de 35°C e nulo acima de 38°C.

Logo, deduz-se que a faixa ótima de temperatura, para o crescimento dos colmos, estaria entre 25°C e 35°C, não se esquecendo de relacionar a temperatura com a radiação solar, principalmente, nos primeiros estádios de desenvolvimento da cultura. O prolongamento da fase juvenil, normal em condições de baixas temperaturas, ocorre em função da expansão relativa da razão de área foliar, em condições de períodos de recepção de alta radiação solar.

b) Características físicas do solo

A relação entre o teor de argila, areia e silte afetam a estrutura física, estrutura, coesão e estabilidade do solo. E todos esses fatores interferem na resistência da camada superficial ao rompimento pelos brotos primários. Também depende da estrutura e da granulometria a capacidade de retenção de água do solo, afetando a brotação.

A condição física de subsuperfície relaciona-se diretamente à resistência à penetração de raízes que pode ocorrer devido à compactação resultante de pressões exercida pelo tráfego de máquinas e implementos. A região de crescimento da raiz que vence a resistência das porções compactadas do solo é a região da coifa, constituída por um conjunto de células em processo de divisão celular e crescimento de um tecido muito sensível às barreiras físicas.

Assim, é de grande importância um bom preparo do solo, no sentido de descompactar camadas que prejudicam o crescimento radicular em camadas mais profundas. Evitando-se assim um crescimento superficial das raízes.

4.1.2. Fatores genéticos e fisiológicos

a) Variedades

Como toda a atividade metabólica, o crescimento da brotação também é regulado pela programação genética específica de cada variedade. Sendo as condições ambientais (fenotípicas) for ideal, o crescimento será ditado pelo genótipo vegetal. E cada variedade tem um crescimento diferente.

Também existem diferenças varietais quanto à brotação em cana-planta e soqueira. Segundo Casagrande (1991), nem sempre uma variedade cujos toletes brotam bem apresenta boa brotação de socas, e também existem variedades com brotação irregular do dos toletes, mas com boa capacidade de resistir às condições adversas no período de brotação da soca. São duas características bem distintas para uma mesma variedade.

b) Número de gemas e dominância apical

O plantio de cana inteira tem sido estudado em relação aos efeitos de brotação e produtividade. Segundo Marchiori (2004) a muda picada em toletes pode proporcionar maior velocidade de brotação, mas o resultado físico final da produtividade tem sido o mesmo quando comparado com cana inteira.

Tais resultados dependem da variedade e das condições ambientais como solo, disponibilidade hídrica e temperatura. Não existindo um padrão de comportamento quanto ao corte ou não dos colmos no plantio.

A dominância da gema do ápice do colmo é verificada pelo não-desenvolvimento das gemas laterais, que permanecem num estado de dormência. Quando a gema do ápice é removida ou morta, as gemas laterais podem desenvolver-se, produzindo brotos. Quando a planta está em crescimento ativo, sua gema apical produz auxinas que se translocam do ápice vegetativo para a base, induzindo a distensão dos tecidos recém formados e o conseqüente alongamento.

O corte dos toletes em diferentes tamanhos e numero de gemas, foram encontrados melhores resultados para menores tamanhos de toletes. Porém, em ambientes ou épocas de plantio favoráveis para o desenvolvimento de podridões, a maior exposição das faces cortadas do tolete pode aumentar a infestação.

4.2. O perfilhamento

O perfilhamento ocorre na parte subterrânea e é limitado na cana-de-açúcar. Após a brotação das gemas, começam a se formar outros rebentos (denominados perfilhos).

Os primeiros brotos provenientes das gemas dos toletes são denominados primários ou maternos. Esses brotos primários também possuem gemas e região radicular na parte subterrânea, essas gemas desenvolvem-se em novos brotos, formando os brotos secundários. Os brotos originários dos secundários são os terciários, e assim por diante

4.2.1. Fatores que influenciam o perfilhamento

Há alguns fatores que podem interferir no processo. Dentre eles, enumera-se a variedade, a luminosidade (quanto menor, reduz-se o perfilhamento), a temperatura que, à medida que se eleva, pode aumentar o perfilhamento até atingir 30°C, a nutrição equilibrada e a umidade adequada do solo. Também influir no perfilhamento tudo o que compete com a própria planta, por água, luz e nutrientes, como as plantas daninhas e as culturas consorciadas.

Por meio do estudo de Vasconcelos (2002), constatou-se que a palhada residual da colheita mecanizada reduz a fotossíntese inicial. Assim, uma prática que contribuiria para amenização deste problema seria a retirada da palha da linha da cana, jogando-a para as entrelinhas, como também a utilização de variedades mais tolerantes a menor luminosidade.

4.3. Crescimento da parte aérea

A cana-de-ano (12 meses), plantada em setembro-outubro, tem seu desenvolvimento máximo de novembro a abril, diminuindo após devido às condições climáticas adversas do período de inverno no Centro-Sul, podendo essa colheita ocorrer a partir de julho, isto em função do cultivar. A cana-de-ano e meio (18 meses), plantada de janeiro ao início de abril, apresenta taxa de crescimento mínimo ou mesmo nula ou negativa, de maio a setembro, como já dito acima, no Centro-Sul, em função das condições pouco favoráveis do inverno, como pequena disponibilidade hídrica no solo ou mesmo déficit hídrico, baixas temperaturas e menores intensidades de radiação. Já com o início das precipitações,

aumento da intensidade luminosa e também da temperatura, a fase de maior desenvolvimento da cultura acontece de outubro a abril, com o pico do crescimento por volta de dezembro a abril.

Considerando-se esse grande período de desenvolvimento, pode-se constatar que para a cana-de-ano e a cana-soca, a fase de maior desenvolvimento, ocorre na primeira metade do grande período. Já para a cana-de-ano e meio, isto acontece na segunda metade do grande período.

A matéria seca (M.S.) total da parte aérea se acumula segundo uma curva sigmóide, obtida através da função logística.

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

onde:

P = matéria seca total

t = número de dias após o plantio

Portanto, podemos observar três fases distintas do crescimento da massa seca: 1. Fase inicial de crescimento, entre o plantio e 200 dias após o plantio, durante o qual houve acúmulo de 14% da MS (março-outubro); 2. Fase de crescimento rápido entre 200 e 400 dias após o plantio, na qual 75% da MS foi acumulada (outubro-maio); 3. Fase final, entre 400-500 dias após o plantio, no qual o crescimento foi novamente lento e responsável por 11% de toda a MS (maio-agosto).

Para acúmulo de M.S. das folhas, Machado et al. (1982), estabeleceram a seguinte função logística:

$$F \text{ (g/m}^2\text{)} = \frac{370}{1 + \exp (3,9615-0,02494 t)}$$

onde:

F = massa seca total acumulada pelas folhas

t = número de dias após o plant

Logo, segundo os últimos autores, observam-se três fases distintas de crescimento da M/S. foliar: 1-Fase de crescimento lento, entre o plantio e 100 dias após (março-julho); 2 - Fase de crescimento rápido, entre 100 e 250 dias após o plantio, correspondendo a 75% do máximo acumulado (julho-dezembro); 3 - 250 dias após o plantio(dezembro), o crescimento foliar foi novamente lento, estabilizando-se ao redor dos 300 dias após o plantio (fevereiro).

Com relação ao Índice de Área Foliar (IAF), Gascho & Shih (1983) notaram que o valor máximo foi alcançado aos 6 meses de idade da planta, enquanto que obteve-se o mesmo máximo de colmos aos 5 meses de idade. O aumento do IAF prenuncia alta produção de fotossintetatos e alta produção de açúcares. Uma das formas de se aumentar o IAF seria a redução do espaçamento, com respostas mais expressivas em zonas com estação de crescimento mais curtas.

A área foliar é um dos mais importantes parâmetros da Análise de crescimento, podendo ser medida através de aparelhos específicos ou de fórmulas que permitem sua estimativa, em muitos casos, com bastante precisão.

A escolha da folha a ser usada na mensuração, deve seguir a numeração proposta por Kuijper (1952), também utilizada na diagnose foliar, que consiste em designar como +1 a primeira folha de cima para baixo, que se apresenta inserida com a aurícula bem visível. As folhas abaixo passariam a receber a numeração +2, +3, etc.

4.4. Maturação

O processo de maturação é definido pelos fisiologistas como o momento de acumulação máxima de produtos fotoassimilados nos órgão de reserva da planta, na cana-de-açúcar, sacarose no colmo. Esse fenômeno é determinado pelos processos de engrossamento e alongamento das células da parede, aumento sensível da matéria seca, gradual desidratação, aumento e retenção de sacarose acumulada, diminuição do alongamento das folhas do colmo e posterior desprendimento delas.

O acúmulo de reservas ocorre pronunciadamente da base ao ápice do colmo, de tal modo que, alguns poucos meses depois da formação do internódio da base, ele pode conter concentrações de sacarose semelhantes às encontradas em internódios medianos em ponto de colheita. O processo pode ser intensificado pela redução de nutrientes disponíveis ou deficiência hídrica.

Cada entrenó acumula seu próprio açúcar, sendo os valores de sacarose mais elevados na direção do centro do colmo, declinando no sentido das pontas. Essas diferenças se acentuam mais nos entrenós mais jovens, refletindo provavelmente uma distribuição diferente de invertase, onde o meristema intercalar (anel de crescimento) contém muito mais invertase do que os tecidos centrais do entrenó.

Segundo Alexander (1973), o mecanismo de acúmulo de sacarose é o mesmo, tanto em tecidos imaturos como em adultos. Todavia, o acúmulo difere nesses dois tecidos em função de reguladores de crescimento e da ação das invertases. Nos tecidos imaturos, onde se predomina a rápida expansão celular, o açúcar acumulado é rapidamente hidrolisado. No caso das plantas adultas em processos de maturação, aumenta a ação de invertase “neutra ou alcalina”. A atividade quase nula da invertase indica que está ocorrendo efetivamente acúmulo de sacarose.

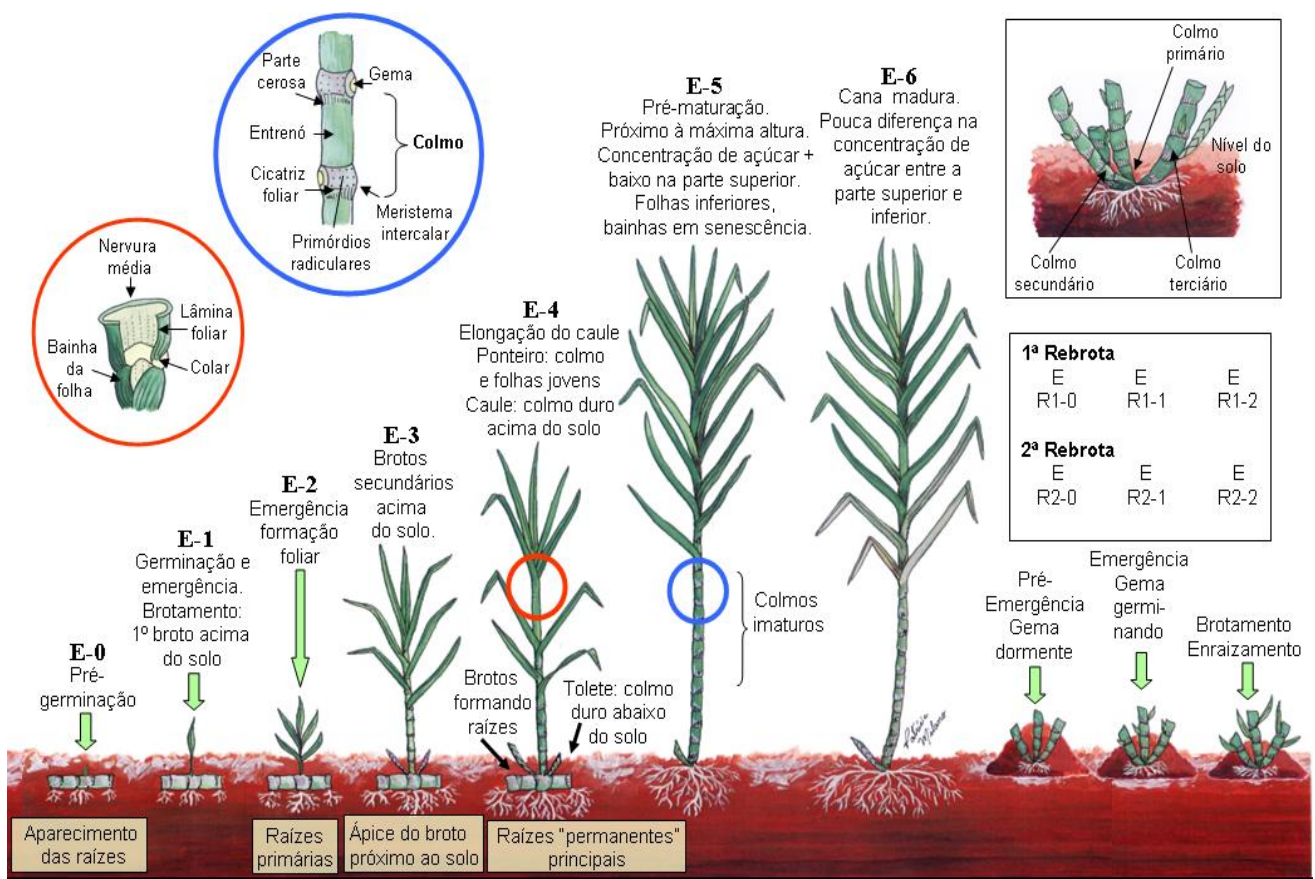


Figura 5. Fases do desenvolvimento da cana-de-açúcar (Entomologia econômica, 2011)

4.5. Florescimento

No processo de formação da inflorescência, é importante detectar o período em que ocorre o estímulo para que o meristema apical se modifique, deixando de produzir folhas e colmos, passando a formar a inflorescência. Este estímulo pode durar 18-25 dias. Um dos principais fatores para estímulo é o fotoperíodo (Alexander, 1973).

O estímulo fotoperiódico é captado nas folhas pelos fitocromos, que recebe as variações de luminosidade e transfere essa informação para a planta, que transforma então a gema apical vegetativa em floral.

A temperatura é um estímulo ambiental importante para o florescimento, à medida que aumenta a latitude, aumenta sua influência, pois, em locais de pequena variação de temperatura diurnas e noturnas o florescimento é favorecido.

Com relação à umidade, a existência de um período seco, na época do florescimento, é outro fator importante que prejudica o florescimento. Enquanto a umidade pouco acima do normal induz ao florescimento precoce.

O nitrogênio também está diretamente envolvido com o florescimento, altas doses desse nutriente alteram a relação C/N, diminuindo o florescimento.

Terminado o período de indução, tem-se o desenvolvimento da inflorescência, com o aparecimento da folha bandeira (-8), essa modificação é traduzida como por diminuição do limbo foliar e grande desenvolvimento da bainha protetora da inflorescência.

O alongamento da bainha pode chegar a 70-80 cm (e o eixo da inflorescência pode chegar a 60 cm). Essa proteção evita que a haste da inflorescência se quebre.

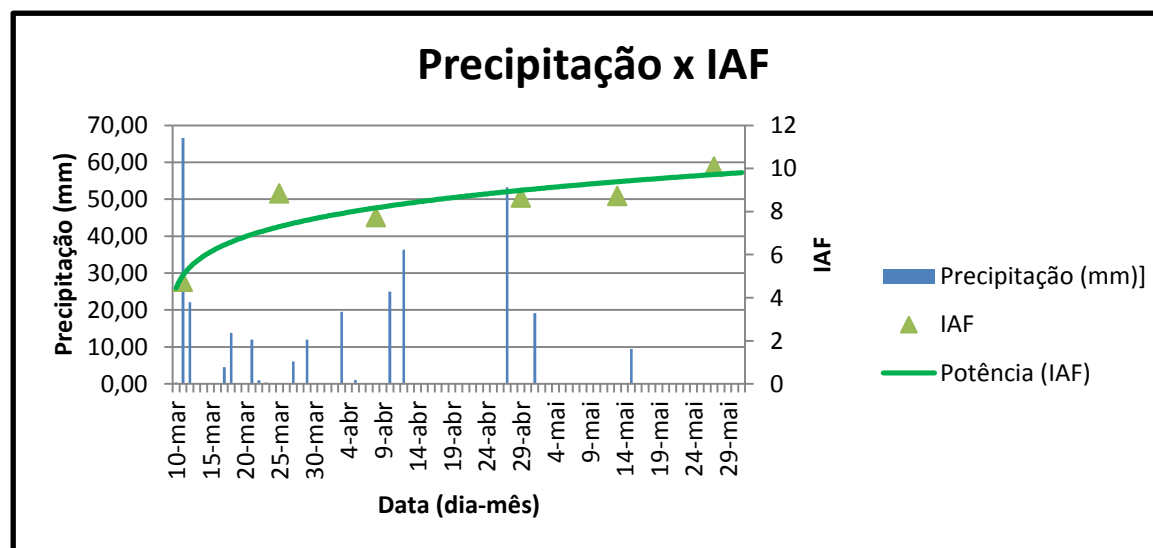
Terminado essa formação (7 a 10 semanas) tem-se o a emergência da panícula (podendo durar 11 a 14 semanas), em seguida tem-se a abertura das flores, formação dos frutos e maturação.

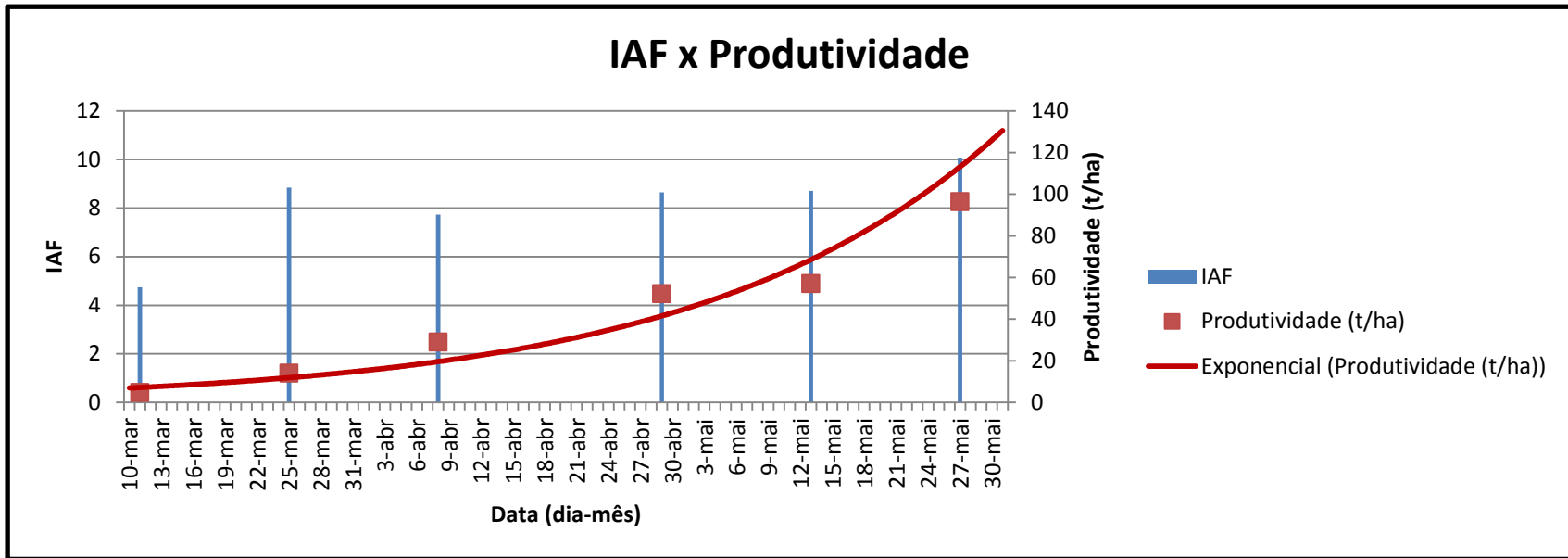
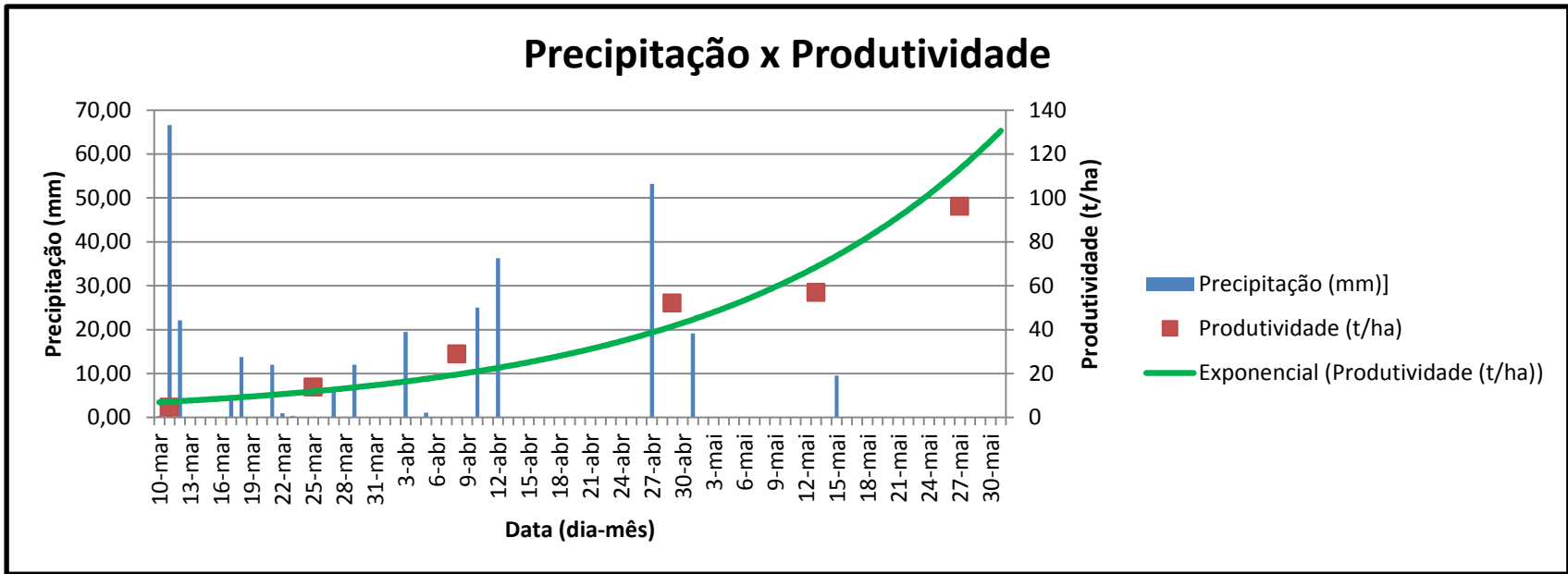
Para os produtores o florescimento é indesejável, devido à redução na qualidade da matéria-prima. Dependendo do grau de isoporização, pode haver prejuízos na embebição, baixa densidade do bagaço, com fibras curtas e bagaços com dificuldades de queima.

5. Dados biométricos obtidos durante o semestre

Tabela 1: Avaliações biométricas da cana-de-açúcar a cada 15 dias.

Avaliações (dias)	nº de brotos	folha			nº folhas/ brotos	área foliar (cm ²)		IAF (cm ² /cm ²)	medidas do colmo				produtividade (t/ha)
		comp. (cm)	larg. (cm)	área (cm)		broto	parcela		altura (cm)	diâmetro (mm)	volume (dm ³)	peso (Kg)	
11-mar	43	116	3,8	330,6	5	1653	71079	4,74	27,7	11,8	0,030	0,0272	4,720683288
25-mar	45	122	4,6	420,9	7	2946,3	132583,5	8,84	35,4	12,8	0,046	0,0410	13,85723124
8-abr	47	127	3,7	352,425	7	2466,975	115947,825	7,73	42,3	17,7	0,104	0,0936	28,920023
29-abr	49	126	3,5	330,75	8	2646	129654	8,65	52,8	19,7	0,161	0,1448	52,13143076
13-mai	50	121	3,6	326,7	8	2613,6	130680	8,71	56,1	19,7	0,171	0,1538	56,96731011
27-mai	50	128	3,5	336	9	3024	151200	10,08	57,1	23,6	0,250	0,2247	96,27935659
média	47,33	123,33	3,78	349,56	7,33	2558,31	121857,39	8,13	45,23	17,5500	0,1269	0,1142	42,1460





6. Referências Bibliográficas

ALEXANDER, A. G. **Sugarcane physiology**. Amsterdam: Elsevier Publishing, 1973. 752 p.

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

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.

MACHADO, E. C.; PEREIRA, A. R.; FAHAL, J. I.; ARRUDA, H. V.; CIONE, J. **Índices biométricos de duas variedades de cana-de-açúcar**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 17, p. 1323-1329, 1982.

MARCHIORI, L. F. **Influência da época de plantio e corte na produtividade de cana-de-açúcar**. 2004. 277 f. Tese (Doutorado) – ESALQ/USP, Piracicaba, 2004.

VASCONCELOS, A. C. M. **Desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea de socas de cana-de-açúcar sob dois sistemas de colheita: crua mecanizada e queimada manual**. 2002. 141 f. Tese (Doutorado) – FCAV/UNESP, Jaboticabal, 2002.

7. Imagens anexas

