

# GEMAS BROTADAS DE CANA-DE-AÇÚCAR: PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL E UTILIZAÇÃO EXPERIMENTAL NA FORMAÇÃO DE ÁREAS DE MULTIPLICAÇÃO



Mauro Alexandre XAVIER  
Marcos Guimarães de Andrade LANDELL  
Regina Célia de Matos PIRES  
Rafaela ROSSETTO  
Leila Luci DINARDO-MIRANDA  
Dilermando PERECIN  
Hélio do PRADO  
Julio Cesar GARCIA  
André César VITTI  
Juliano FRACASSO  
Carlos Alberto Mathias AZANIA  
Ivan Antônio dos ANJOS  
Eduardo SUGUINO  
Maximiliano Salles SCARPARI  
Gabriela AFERRI  
Ricardo Augusto Dias KANTHACK  
Márcio Aurélio Pitta BIDÓIA  
Daniel Nunes da SILVA  
Roberto Shiguero MATSUO  
João Carlos Taveira NEVES  
Durvalino PERRUCCO  
Victor Hugo Palverqueires da SILVA  
Thiago Nogueira da SILVA  
Augusto Yukitaka Pessinatti OHASHI  
Gilberto Bueno de OLIVEIRA JUNIOR  
Jeremias Rodrigues MENDONÇA  
Rômulo Henrique PETRI  
Vivianne Bernasconi Villela dos REIS  
Ivo Soares BORGES  
Paulo Eduardo RODRIGUES  
Anderson Machado da LUZ

Instituto Agrônomo (IAC)  
Campinas (SP)



**Governo do Estado de São Paulo**  
**Secretaria de Agricultura e Abastecimento**  
**Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios**  
**Instituto Agrônomo**

**Governador do Estado de São Paulo**  
João Doria

**Secretário de Agricultura e Abastecimento**  
Gustavo Junqueira

**Secretária-executiva de Agricultura e Abastecimento**  
Gabriela Chiste

**Coordenador da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios**  
Antonio Batista Filho

**Diretor Técnico de Departamento do Instituto Agrônomo**  
Marcos Antonio Machado

**Gemas brotadas de cana-de-açúcar:  
produção sustentável e utilização experimental  
na formação de áreas de multiplicação**

Mauro Alexandre **XAVIER**  
Marcos Guimarães de Andrade **LANDELL**  
Regina Célia de Matos **PIRES**  
Rafaella **ROSSETTO**  
Leila Luci **DINARDO-MIRANDA**  
Dilermando **PERECIN**  
Hélio do **PRADO**  
Julio Cesar **GARCIA**  
André César **VITTI**  
Juliano **FRACASSO**  
Carlos Alberto Mathias **AZANIA**  
Ivan Antônio dos **ANJOS**  
Eduardo **SUGUINO**  
Maximiliano Salles **SCARPARI**  
Gabriela **AFERRI**  
Ricardo Augusto Dias **KANTHACK**  
Márcio Aurélio Pitta **BIDÓIA**  
Daniel Nunes da **SILVA**  
Roberto Shiguero **MATSUO**  
João Carlos Taveira **NEVES**  
Durvalino **PERRUCCO**  
Victor Hugo Palverqueires da **SILVA**  
Thiago Nogueira da **SILVA**  
Augusto Yunitaka Pessinatti **OHASHI**  
Gilberto Bueno de **OLIVEIRA JUNIOR**  
Jeremias Rodrigues **MENDONÇA**  
Rômulo Henrique **PETRI**  
Vivianne Bernasconi Villela dos **REIS**  
Ivo Soares **BORGES**  
Paulo Eduardo **RODRIGUES**  
Anderson Machado da **LUZ**

G322 Gemas brotadas de cana-de-açúcar: produção sustentável e utilização experimental na formação de áreas de multiplicação / Mauro Alexandre Xavier; Marcos Guimarães de Andrade Landell; Regina Célia de Matos Pires; et al. Campinas: Instituto Agrônomo, 2020. 52 p. (Documentos IAC, 115) on-line

ISSN 1809-7693

1. Cana-de-açúcar. I. Xavier, Mauro Alexandre. II. Landell, Marcos Guimarães de Andrade. III. Pires, Regina Célia de Matos. IV. Rossetto, Rafaella. V. Dinardo-Miranda, Leila Luci. VI. Perecin, Dilermando. VII. Prado, Hélio do. VIII. Garcia, Julio Cesar. IX. Vitti, André César. X. Fracasso, Juliano. XI. Azania, Carlos Alberto Mathias. XII. Anjos, Ivan Antônio dos. XIII. Suguino, Eduardo. XIV. Scarpari, Maximiliano Salles. XV. Aferri, Gabriela. XVI. Kanthack, Ricardo Augusto Dias. XVII. Bidóia, Márcio Aurélio Pitta. XVIII. Silva, Daniel Nunes da. XIX. Matsuo, Roberto Shiguero. XX. Neves, João Carlos Taveira. XXI. Perruco, Durvalino. XXII. Silva, Victor Hugo Palverqueires da. XXIII. Silva, Thiago Nogueira da. XXIV. Ohashi, Augusto Yuktaka Pessinatti. XXV. Oliveira Junior, Gilberto Bueno de. XXVI. Mendonça, Jeremias Rodrigues. XXVII. Petri, Rômulo Henrique. XXVIII. Reis, Vivianne Bernasconi Villela dos. XXIX. Borges, Ivo Soares. XXX. Rodrigues, Paulo Eduardo. XXXI. Luz, Anderson Machado da. XXXII. Título. XXXIII. Série.

CDD. 633.61

**O Conteúdo do Texto é de Inteira Responsabilidade dos Autores.**

**Comitê Editorial do Instituto Agrônomo**

Marcio Koiti Chiba  
Daniela de Argollo Marques  
Lúcia Helena Signori Melo de Castro  
Maria Elisa Ayres Guidetti Zagatto Paterniani  
Sérgio Parreiras Pereira

**Equipe participante desta publicação**

Coordenação da Editoração: Silvana Aparecida Barbosa  
Maria Regina de Oliveira Camargo  
Editoração Eletrônica e Capa: Cíntia Rafaela Amaro - Amaro Comunicação

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação do Copyright © (Lei n.º 9.610).

**Instituto Agrônomo**

Centro de Comunicação e Transferência do Conhecimento  
Caixa Postal 28  
13012-970 Campinas (SP) - Brasil  
[www.iac.agricultura.sp.gov.br](http://www.iac.agricultura.sp.gov.br)

# SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	1
1. INTRODUÇÃO.....	3
2. CULTIVARES E MANEJO.....	5
2.1. Conceitos gerais sobre manejo varietal.....	5
2.2. “Ambiência” e o manejo da “Matriz Tridimensional (3º Eixo em cana-de-açúcar)”.....	9
3. CORRETIVOS E NUTRIÇÃO.....	13
3.1. Calagem.....	13
3.1.1. Calcários calcíticos, dolomíticos, magnesianos.....	14
3.1.2. Cal virgem ou cal hidratada.....	15
3.1.3. Calcário calcinado.....	15
3.1.4. Calcário Filler e micronizado.....	16
3.1.5. Calcário + gesso, silicatos, calcário + micronutrientes.....	16
3.2. Gessagem.....	18
3.3. Adubação de áreas de viveiro e de canavial.....	19
3.4. Recomendação de adubação da cana-de-açúcar.....	21
3.5. Sugestões de formulações organominerais para formação de viveiros e da linha-mãe da MEIOSI.....	24
3.6. Recomendações para adubação de viveiros e da linha-mãe da “MEIOSI”.....	26

4. IRRIGAÇÃO: USO RACIONAL DA ÁGUA PARA MUDAS PRÉ-BROTADAS - TRANSPLANTIO.....	27
4.1. Uso da água, planejamento e manejo .....	28
4.2. Irrigação - métodos, manejo da água: possibilidades e usos .....	29
4.3. Irrigação, métodos, manejo, crescimento radicular: usos, aplicações e resultados .....	35
4.4. Crescimento radicular após transplântio.....	36
5. PROTEÇÃO E CONTROLE DE PRAGAS.....	40
6. NÚCLEO DE PRODUÇÃO DE GEMAS BROTADAS E UTILIZAÇÃO ...	44
REFERÊNCIAS.....	50

# **Gemas brotadas de cana-de-açúcar: produção sustentável e utilização experimental na formação de áreas de multiplicação**

Mauro Alexandre **XAVIER** <sup>(1)</sup>; Marcos Guimarães de Andrade **LANDELL** <sup>(1)</sup>;  
Regina Célia de Matos **PIRES** <sup>(2)</sup>; Rafaella **ROSSETTO** <sup>(1)</sup>;  
Leila Luci **DINARDO-MIRANDA** <sup>(1)</sup>; Dilermando **PERECIN** <sup>(3)</sup>;  
Hélio do **PRADO** <sup>(1)</sup>; Julio Cesar **GARCIA** <sup>(1)</sup>;  
André César **VITTI** <sup>(1)</sup>; Juliano **FRACASSO** <sup>(1)</sup>;  
Carlos Alberto Mathias **AZANIA** <sup>(1)</sup>; Ivan Antônio dos **ANJOS** <sup>(1)</sup>;  
Eduardo **SUGUINO** <sup>(1)</sup>; Maximiliano Salles **SCARPARI** <sup>(1)</sup>;  
Gabriela **AFERRI** <sup>(1)</sup>; Ricardo Augusto Dias **KANTHACK** <sup>(1)</sup>;  
Márcio Aurélio Pitta **BIDÓIA** <sup>(1)</sup>; Daniel Nunes da **SILVA** <sup>(1)</sup>;  
Roberto Shiguero **MATSUO** <sup>(1)</sup>; João Carlos Taveira **NEVES** <sup>(1)</sup>;  
Durvalino **PERRUCO** <sup>(1)</sup>; Victor Hugo Palverqueires da **SILVA** <sup>(4)</sup>;  
Thiago Nogueira da **SILVA** <sup>(4)</sup>; Augusto Yukitaka Pessinatti **OHASHI** <sup>(4)</sup>;  
Gilberto Bueno de **OLIVEIRA JUNIOR** <sup>(4)</sup>; Jeremias Rodrigues **MENDONÇA** <sup>(4)</sup>;  
Rômulo Henrique **PETRI** <sup>(4)</sup>; Vivianne Bernasconi Villela dos **REIS** <sup>(4)</sup>;  
Ivo Soares **BORGES** <sup>(4)</sup>; Paulo Eduardo **RODRIGUES** <sup>(4)</sup>;  
Anderson Machado da **LUZ** <sup>(4)</sup>

## **RESUMO**

A atualização e inovação do sistema de multiplicação e utilização de mudas pré-brotadas, MPB, em cana-de-açúcar deve considerar de forma integrada alguns princípios básicos da produção: cultivares, corretivos, nutrição, proteção e irrigação. A etapa inicial do sistema de multiplicação MPB do Instituto Agrônomo (IAC) representa a hipótese a ser testada e validada em rede experimental,

---

<sup>(1)</sup> Instituto Agrônomo (IAC), Centro Avançado de Pesquisa de Cana, Ribeirão Preto (SP). mxavier@iac.sp.gov.br

<sup>(2)</sup> Instituto Agrônomo (IAC), Centro de Pesquisa de Ecofisiologia e Biofísica. Campinas (SP).

<sup>(3)</sup> Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal (SP).

<sup>(4)</sup> Fundação de Apoio à Pesquisa Agrícola, Campinas (SP).

podendo contribuir para a eficácia, simplificação, evolução, redução de custo e sustentabilidade da tecnologia que contribuiu mudando conceitos na forma de produzir e utilizar material de propagação de cana-de-açúcar no Brasil. O fato da estrutura botânica, gema, da cana-de-açúcar estar exposta a uma série de fatores bióticos e abióticos indicam a necessidade de realizar o processo de brotação em condições de controle. Nesse contexto é fundamental manter a temperatura entre 32 °C a 36 °C para a eficácia da produção da gema brotada. A partir dessa etapa, há possibilidade de concluir-se o sistema tradicional de produção de MPB com a execução de duas etapas de aclimações ou colocar diretamente na linha de plantio em áreas de multiplicação, por exemplo, MEIOSI, a estrutura, gema brotada, objeto desse estudo.

**Palavras-chave:** mudas pré-brotadas (MPB), gemas, brotação.

# 1. INTRODUÇÃO

A produtividade da cana-de-açúcar é dependente de fatores, bióticos e abióticos, que associados aos manejos podem aproximar o potencial biológico do efetivamente realizado. Nesse sentido, a escolha das cultivares e o estabelecimento de estratégias fitotécnicas são fundamentais no processo de produção de cana-de-açúcar. Dentre os manejos realizados nas áreas para produção de material de propagação, cabe destaque para os temas, cultivares, corretivos e nutrição, irrigação, proteção de plantas e modelos de multiplicação. O pacote tecnológico adotado é importante para o sucesso do setor agrícola e influencia o resultado econômico dentro de uma unidade de processamento industrial.

O último grande ciclo de expansão da cana-de-açúcar foi marcado por uma grande concentração do plantio em curto espaço de tempo, aproximadamente oito anos. O crescimento das áreas cultivadas neste pequeno período foi quase equivalente à área total cultivada antes de 2003, área atingida após 500 anos de atividade canavieira no Brasil. Infelizmente nesse período de intensos plantios, se deu sem que o setor estivesse devidamente preparado para atender à demanda por material propagativo, tanto em quantidade como, sobretudo, em qualidade e diversificação varietal. Tal fato levou a concentração varietal nos anos subsequentes a essa expansão, e também ao uso de variedades mais antigas, pois eram essas que os produtores encontravam para realizarem os seus novos plantios.

No entanto, a disponibilização constante de novas cultivares pelos programas de melhoramento tornou a atualização do plantel varietal uma questão de planejamento técnico e operacional. Nesse sentido, o desenvolvimento e aperfeiçoamento de sistemas de multiplicações eficientes podem transferir o ganho genético para o setor de produção, tornando-se cada vez mais importante.

Passado o período de forte expansão horizontal chegou a hora da retomada de alguns princípios, qualificando processos, dinamizando técnicas e rompendo

paradigmas adotados na base do sistema de produção de cana. Nesse sentido, o Programa Cana do Instituto Agrônômico (IAC) apresentou, em 2012, o sistema de multiplicação denominado mudas pré-brotadas - MPB, cuja característica principal é a simplicidade (LANDELL et al., 2012).

A utilização do sistema de multiplicação de mudas pré-brotadas, MPB - IAC e das demais pré-brotadas (MPBs) transformaram o conceito de plantio utilizado há séculos pelos produtores de cana-de-açúcar. Nessa época, 2012, ficava como sugestão a retirada do colmo-semente da linha de cultivo e introduzia-se uma planta (MPB). Essa prática, aparentemente simples, tornou a formação das áreas de multiplicação uma operação mais leve, possibilitando intensa redução na quantidade de material de propagação. Tal redução chega hoje a 80% e poderá ser ainda maior. Talvez, mais importante do que essa redução de massa seja o papel das MPBs como agente de diversificação e dinâmica de atualização do plantel varietal em uma unidade de produção e processamento de cana-de-açúcar. Também, cabe destacar, a associação do sistema MPB com o Método Intercalar Ocorrendo Simultaneamente - MEIOSI, o que promoveu bastante sinergia nas estratégias de multiplicação. Em sequência ao trabalho de pesquisa, a equipe do Programa Cana IAC propõe a inserção de elementos de sustentabilidade ao processo de produção das MPBs, conectando a possível utilização das mudas na forma de Gemas Brotadas IAC. Para validação dessa hipótese estamos propondo ao setor de produção de cana-de-açúcar a validação em rede. Essa rede terá a coordenação da equipe de pesquisadores do Instituto Agrônômico (IAC) e utilizará como referência uma área, “screening test” estabelecida no Centro Avançado de Pesquisa de Cana, em Ribeirão Preto (SP).

## 2. CULTIVARES E MANEJO

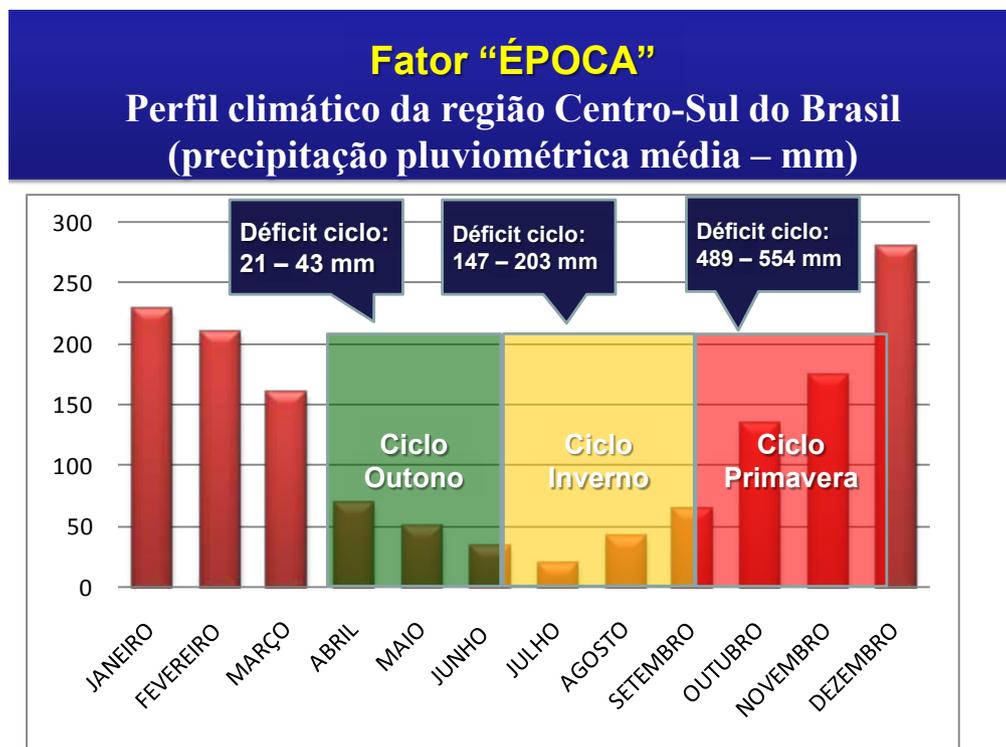
### 2.1. Conceitos gerais sobre manejo varietal

A produtividade agrícola de uma variedade de cana-de-açúcar é a expressão fenotípica do caráter em questão e é composto por aquilo que é devido ao genótipo da planta somado ao efeito ambiental, mais a interação desses dois componentes. O manejo varietal em cana-de-açúcar é uma estratégia que procura explorar os ganhos gerados pela interação genótipo x ambiente (G x A) como “bônus”, ou seja, tem como objetivo alocar diferentes cultivares comerciais no ambiente, que proporcionem a melhor expressão produtiva relativa, no contexto considerado. Essa visão engloba um conhecimento especializado e multidisciplinar, sustentado por alguns elementos tácitos somados às informações geradas em um nicho específico.

Alguns estudos indicam que o potencial biológico de produção da cana-de-açúcar no primeiro ciclo (corte) é de aproximadamente 350 t ha<sup>-1</sup> de colmos no período de 360 dias (LANDELL et al., 2010). A média atual de produtividade da cana-planta do estado de São Paulo está próxima de 115 t ha<sup>-1</sup>. Assim, observa-se que a produtividade atual, equivale a aproximadamente 33% do potencial biológico da cultura da cana-de-açúcar. Isto ocorre porque existem fatores abióticos e bióticos interagindo como “gargalos” de restrição. O manejo varietal pode otimizar a produtividade, elevando o potencial realizado.

Um dos principais fatores de restrição é o déficit hídrico que a cultura está submetida no seu ciclo de crescimento. Este déficit não é uniforme e varia em função do regime hídrico regional e da amplitude térmica, assim como a capacidade de armazenamento de água do solo, que pode amenizar ou tornar mais extremos estes déficits, e do ciclo de crescimento em questão. Cada um dos períodos de safra definidos para o Centro-Sul do Brasil impõe sobre a planta de cana-de-açúcar diferentes condições climáticas durante os estágios fenológicos.

A figura 1 indica os déficits hídricos médios de canaviais crescidos em diferentes períodos (outono, inverno e primavera). Observa-se que canaviais do ciclo de primavera sofrem um estresse acentuado, o que resulta em produtividades muito inferiores àquelas obtidas em solos de padrões semelhantes do ciclo de outono.



**Figura 1.** Ilustração dos ciclos de outono, inverno e primavera e déficit hídrico acumulado em cada condição.

Na figura 2 são associados os ambientes de produção qualificados segundo conceitos pedológicos, com os três ciclos de desenvolvimento (outono, inverno e primavera). A esta associação desses dois fatores dá-se o nome de “Matriz de Ambientes Bidimensional” que define caselas a partir da intersecção de três níveis dos fatores ambientes e épocas. Esta caracterização permite estabelecer estratégias de alocação varietal quando se conhece o perfil de resposta das cultivares aos ambientes. Portanto, a “Matriz de Ambientes Bidimensional” de produção é composta por combinações de tipos de solos e épocas de colheita (LANDELL et al., 2003).

Solos	Safra outono 01/Abril a 21/Jun	Safra Inverno 22/Jun a 21/Set	Safra primavera 22/Set a 30/Nov
Favoráveis	1	2	5
Médios	3	4	8
Desfavoráveis	6	7	9

**Figura 2.** Matriz de Ambientes Bidimensional de colheita.

Um dos aspectos importantes a considerar para alocação varietal é o perfil de resposta da variedade. Esta informação é obtida em testes de estabilidade, envolvendo inúmeros ambientes de produção de potencial distintos. Mais recentemente, os programas brasileiros de melhoramento de cana-de-açúcar têm dado grande ênfase ao perfil responsivo destas variedades. Uma nova cultivar necessita ser caracterizada em relação ao seu desempenho em diversos ambientes de produção. A estimativa do comportamento de genótipos diante de variações ambientais pode ser determinada pela quantificação da interação G x A. O estudo da estabilidade fenotípica permite sintetizar o enorme volume de informações obtido em uma rede experimental, caracterizando a capacidade produtiva, a adaptação às variações ambientais e a estabilidade de novas cultivares.

Assim, para definir uma cultivar em relação ao seu perfil de resposta agrônômica é necessário associar o conhecimento dos ambientes de produção e o desempenho individual do genótipo. Desta forma, uma cultivar pode ser caracterizada quanto à:

**Capacidade produtiva:** avaliada pela média de produção agrícola (TCH = tonelada de colmo por hectare) da cultivar, em um grande número de locais;

**Responsividade:** dada pela estimativa da estabilidade e adaptabilidade, que pode ser caracterizada, conforme será discutido adiante, a partir do desempenho nos vários ambientes de produção (locais).

O índice que indica a inclinação da reta de resposta de cada cultivar aos ambientes nos revela se determinada variedade é estável, rústica ou responsiva, conforme conceituação a seguir:

**Variedades estáveis:** É a variedade que responde a uma condição mais favorável de cultivo, mas que também tem bom desempenho em condições desfavoráveis de produção. O seu desempenho é bastante previsível, pois pode ser estimado pela variação do ambiente. Conhecida também como “variedade eclética”.

**Variedades responsivas:** É aquela que tem grande resposta a uma condição favorável de cultivo, mas que não se adapta a ambientes mais restritivos.

**Variedades rústicas:** É aquela que se adapta a ambientes mais restritivos, mas não apresenta boa resposta a uma condição favorável de cultivo.

A caracterização do perfil varietal associado ao conhecimento de solo nos permite estabelecer duas estratégias de alocação varietal, que podem ser adotadas isoladamente ou em conjunto:

**a) Compensação de perdas:** tem como objetivo atenuar os ambientes mais negativos, com a escolha de época de corte mais favorável ao acúmulo de biomassa. A figura 2 ilustra esta estratégia em que são destacadas as caselas ambientais com notas de 1 a 9. As caselas 1-3 são superiores para acúmulo de biomassa, portanto, para a produção de colmos (TCH); as 4-6 são intermediárias e as 7-9, restritivas. Os solos mais restritivos quando reservados para a colheita no outono ajudam a promover uma maior maturação, o que é bastante desejável para este período.

**b) Alocação conforme perfil de resposta varietal:** possibilita incorporar as altas respostas dos materiais responsivos, elevando a média agrícola. O uso de

cultivares rústicas pode viabilizar ambientes desfavoráveis, como aqueles com elevado déficit hídrico, possibilitando a utilização das caselas 7, 8 e 9, figura 2 (LANDELL e BRESSIANI, 2008).

Outro aspecto que deve ser destacado refere-se à época de plantio. Na região onde o déficit é pronunciado no inverno, conhecida originalmente como “região do cerrado”, o plantio de outono/inverno tem protegido os canaviais de déficit no primeiro período de crescimento (até os 150 dias), e isto tem se traduzido em aumento de produtividade em cana-planta. A produtividade chega a alcançar valores expressivos, acima de 25%, quando comparamos canaviais plantados em janeiro-fevereiro com canaviais plantados em abril-julho.

Outro aspecto relevante é que as novas cultivares de cana-de-açúcar têm sido recomendadas com especificidade quanto aos diferentes ambientes de produção, com associação ao tipo de manejo agrícola e à época de corte no decorrer da safra. Essa especificidade permite maximizar a exploração do potencial genético das novas cultivares.

## **2.2. “Ambiência” e o manejo da “Matriz Tridimensional (3º Eixo em cana-de-açúcar)”**

Há quase duas décadas, o Programa Cana IAC preconiza o uso da “matriz de produção bidimensional” que considera dois fatores: “épocas de colheita” e “ambientes de produção”, para fins de alocação de variedades e determinação de época de colheita. A partir de 2007, passamos a considerar um terceiro fator que é o ciclo da planta, considerando que o mesmo é determinante nas respostas da cultura a déficit hídrico e adaptação a situações restritivas do ambiente (LANDELL et al., 2010). Este terceiro fator, que é o ciclo da cultura, denominamos “Terceiro eixo” e o modelo passou a ser uma “Matriz Tridimensional”. O principal objetivo

de implementar esse conceito é ter uma eficiente ferramenta para mitigar o déficit hídrico, considerando que quase 100% da nossa canavicultura é de sequeiro.

Assim, o principal resultado tem sido o aumento da produtividade agrícola como um todo, decorrente da menor “desconstrução” das produtividades dos ciclos que se seguem, o que resulta em maior longevidade do canavial. Em outras palavras, o principal resultado tem sido o aumento de produtividade agrícola e agroindustrial de todos os ciclos, trazendo como consequência maior longevidade dos canaviais, resultando assim em maior sustentabilidade econômica da atividade.

Para adotar a Matriz Tridimensional temos que associar uma série de conhecimentos, o que traz uma complexidade um pouco maior às decisões, mas de uma maneira simplificada, podemos dizer que a antecipação da colheita dos ciclos mais jovens (1º e 2º cortes) é uma prática que deve ser adotada de maneira disciplinada. Isso traz inúmeras consequências no perfil varietal adotado, assim como no uso das estratégias de maturação, como a associação de produtos maturadores em ambientes mais restritivos com a finalidade de promover uma maturação mais “radical” em variedades com perfil de maturação média.

Dentre as consequências positivas deste manejo podemos destacar:

1. aumento expressivo da população de colmos para os ciclos mais avançados;
2. aumento da produtividade agroindustrial nos cortes avançados promovendo assim maior longevidade dos canaviais;
3. aspectos secundários, mas não menos importantes são: (a) maior fechamento das entrelinhas, facilitando o manejo da matocompetição e (b) promove melhor rendimento na colheita.

Os resultados da implantação da Matriz Tridimensional têm sido potencializados ao longo de cinco anos, mas os primeiros resultados são palpáveis na produtividade dos primeiros cortes a partir do segundo ano de adoção (Tabela 1).

Teoricamente pode ser implementada por qualquer produtor da região Centro-Sul, mas os modelos foram desenvolvidos a partir de unidades que ficam em regiões com estresse hídrico mais pronunciado, portanto, precisam de uma melhor validação para regiões como Mato Grosso do Sul, Paraná e sul de São Paulo (Assis, Ourinhos, etc.).

**Tabela 1.** Aplicação da Matriz Tridimensional com os três fatores: (1) Ambientes/Solos; (2) Época de Colheita; (3) Ciclo/Corte do canavial, como estratégia para a colheita de cana-de-açúcar e mitigação de déficits hídricos

	ABRIL			MAIO			JUNHO			JULHO			AGOSTO			SETEMBRO			OUTUBRO			NOVEMBRO		
	1ª D	2ª D	3ª D	1ª D	2ª D	3ª D	1ª D	2ª D	3ª D	1ª D	2ª D	3ª D	1ª D	2ª D	3ª D	1ª D	2ª D	3ª D	1ª D	2ª D	3ª D	1ª D	2ª D	3ª D
FAVORÁVEL +								1º C	1º C	2º C	2º C	3º C	4º C	5º C	6º C	7º C	7º C	8º C	8º C	9º C	9º C	10º C	10º C	11º C
FAVORÁVEL							1º C	1º C	2º C	2º C	3º C	3º C	4º C	5º C	6º C	7º C	7º C	8º C	8º C	9º C	9º C	10º C	10º C	11º C
FAVORÁVEL -						1º C	1º C	2º C	2º C	3º C	3º C	4º C	5º C	6º C	6º C	7º C	7º C	8º C	8º C	9º C	9º C	9º C	10º C	10º C
INTERMEDIÁRIO +					1º C	2º C	2º C	3º C	4º C	4º C	5º C	6º C	6º C	7º C	7º C	8º C	8º C	9º C	9º C	9º C	10º C	10º C		
INTERMEDIÁRIO				1º C	1º C	2º C	3º C	4º C	4º C	5º C	5º C	6º C	6º C	7º C	7º C	8º C	8º C	8º C	9º C	9º C	9º C	9º C		
INTERMEDIÁRIO -				1º C	2º C	3º C	4º C	4º C	5º C	5º C	6º C	6º C	7º C	7º C	7º C	8º C	8º C	8º C	8º C	8º C	8º C	8º C		
DESFAVORÁVEL +			1º C	2º C	3º C	3º C	4º C	4º C	5º C	5º C	6º C	6º C	7º C	7º C	7º C	8º C	8º C	8º C	8º C	8º C				
DESFAVORÁVEL		1º C	2º C	3º C	3º C	4º C	4º C	5º C	5º C	6º C	6º C	7º C	7º C	7º C	8º C	8º C	8º C	8º C	8º C					
DESFAVORÁVEL -	1º C	2º C	3º C	3º C	4º C	4º C	5º C	5º C	6º C	6º C	7º C	7º C	7º C	8º C	8º C	8º C	8º C	8º C						

Na tabela 2 é apresentado, de maneira sintética, as principais variedades de cana-de-açúcar em cultivo na atualidade, com indicação de ambiente de produção e de época de colheita.

**Tabela 2.** Variedades de cana-de-açúcar, caracterização quanto ao perfil de resposta e indicação de manejo

CARACTERÍSTICAS DAS VARIEDADES									
VARIEDADES	AMBIENTES			PERFIL RESPOSTA			PERFIL MATURAÇÃO		
	SUP.	MÉD.	INF.	RESP.	RÚST.	EST.	OUT.	INV.	PRIM.
CTC2									
CTC4									
CTC20									
CTC9001									
CTC9002									
CTC9003									
CTC9005HP									
CTC9006									
CTC9007									
IAC91-1099									
IACSP93-3046									
IACSP95-5000									
IACSP95-5094									
IACSP96-2042									
IACSP97-4039									
IACSP01-3127									
IACSP01-5503									
IACCTC05-8069									
IACCTC07-8008									
IACCTC07-8044									
IACSP04-6007*									
IACCTC05-2562*									
IACCTC05-9561*									
RB855156									
RB855453									
RB867515									
RB92579									
RB928064									
RB966928									
RB975033									
RB975201									
RB975242									
RB975952									
RB975375									
RB985476									
RB005014									
RB005983									
RB015177									
RB015935									
RB036088									

\*Variedades com o lançamento previsto para 2020.

## 3. CORRETIVOS E NUTRIÇÃO

### 3.1. Calagem

A acidez do solo tem origem pela intemperização dos solos, devido à intensa lavagem e lixiviação dos nutrientes, pela retirada dos nutrientes catiônicos pela cultura, sem a devida reposição e também pela utilização de fertilizantes de caráter ácido.

A análise do solo indica o grau de acidez através do índice pH e também nos dá a acidez potencial do solo ( $H^+ + Al^{+3}$ ), que devemos levar em conta para a recomendação de corretivos. A correção da acidez do solo tem efeitos diretos e indiretos sobre as plantas, como a neutralização do Al e do Mn que podem ser tóxicos, a elevação das concentrações de cálcio e magnésio, a elevação do pH, o aumento na disponibilidade de uma série de elementos como o fósforo e o molibdênio, que aumenta a CTC e a atividade microbiana. A eficiência de uso do fósforo fornecido por adubos solúveis também é aumentada pela prática da calagem.

Raij et al. (1997) após revisar inúmeros trabalhos científicos, recomenda aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 70% na camada superficial do solo (0-25 cm), porém, não menos que  $1,5 \text{ t ha}^{-1}$  do corretivo (PRNT = 100%). Em solos muito ácidos, abaixo da camada de 25 cm, especialmente se a saturação por bases em profundidade for inferior a 30% ou saturação de alumínio maior que 40% da CTC efetiva, a correção de acidez em profundidade ajuda o crescimento de raízes e reduz o impacto do período seco. Nesse caso, aumentar a dose de calcário para prever a correção à maior profundidade, fazendo o cálculo para elevar a saturação por bases a 50% na camada de solo de 25-50 cm. Somar a dose de calcário calculada para a camada subsuperficial àquela da camada superficial.

$$NC \text{ (t ha}^{-1}\text{)} = \frac{(V2 - V1) \times CTC}{10 \text{ PRNT}}$$

Onde:

V2 é a saturação de bases desejada. No caso da cana-de-açúcar V2 = 70%

V1 é a saturação de bases encontrada no solo

CTC é a capacidade de troca de cátions obtida pela soma de Ca, Mg, K, Na, H + Al

Cuidado especial deve ser tomado na correta aplicação do calcário. No preparo de solo, para implantar o canavial aplicar em área total, incorporando ao solo o mais profundo e com a maior antecedência possível, idealmente de três a quatro meses antes do plantio. Em solos com teores baixos de magnésio, usar calcário com pelo menos 12% de MgO, visando manter o teor de Mg<sup>2+</sup> acima de 8 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> na camada superficial.

No caso de “MEIOSI” onde se prepara a linha-mãe de cana, se pudermos contar com equipamento canteirizador, pode ser feita a calagem da mesma forma que o indicado acima.

Existem atualmente diversas fontes de corretivos que podem se mostrar mais eficazes para corrigir a acidez em situações onde a incorporação não é facilitada. Alguns produtos encontrados no mercado são:

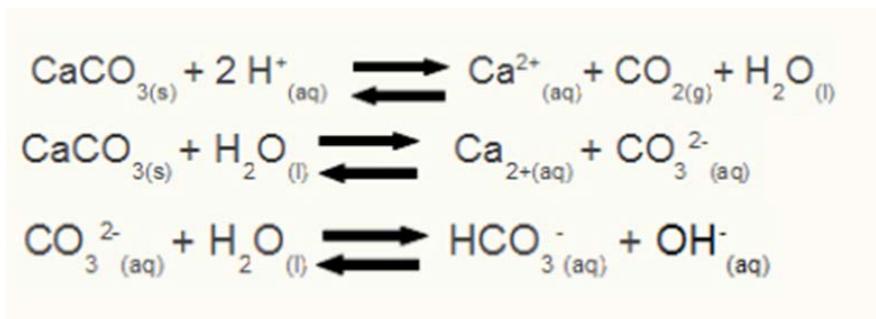
### **3.1.1. Calcários calcínicos, dolomíticos, magnesianos**

O calcário é obtido pela moagem da rocha calcária, constituída pelo carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>) e carbonato de magnésio (MgCO<sub>3</sub>), em diferentes concentrações. Em relação aos teores de cálcio e magnésio, o calcário pode ser denominado de:

a) calcítico: 40-45% de CaO + 5% de MgO

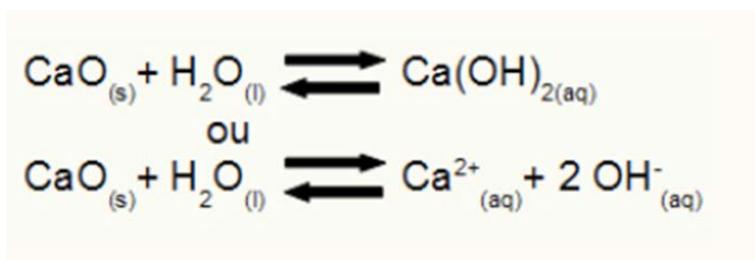
b) magnésiano: 31-39% de CaO + 6-12% de MgO c) dolomítico: 25-30% de CaO + 13-20% de MgO

A reação destes materiais é lenta e gradual. O carbonato é uma base fraca, a formação do OH<sup>-</sup> é gradual e a reação é mais lenta com H<sup>+</sup> do solo. A elevação do pH ocorre nas proximidades de onde o calcário foi aplicado.



### 3.1.2. Cal virgem ou cal hidratada

Cal virgem tem caráter de base forte, pois libera OH<sup>-</sup> que rapidamente reage com H<sup>+</sup> do solo. A correção do pH é bem mais rápida que do calcário.



### 3.1.3. Calcário calcinado

É obtido industrialmente pela calcinação parcial do calcário - material intermediário entre calcário e cal virgem.

### 3.1.4. Calcário Filler e micronizado

Calcário finamente moído com a finalidade de aumentar a superfície de exposição e reação.

### 3.1.5. Calcário + gesso, silicatos, calcário + micronutrientes

Esses materiais têm diferenças no poder de neutralização da acidez do solo. A tabela 3 mostra a capacidade de neutralização dos diferentes materiais relativamente ao carbonato de cálcio. Assim, 100 kg de óxido de cálcio tem efeito neutralizante igual a 179 kg de carbonato de cálcio.

**Tabela 3.** Capacidade de neutralização dos diferentes constituintes neutralizantes, em relação ao  $\text{CaCO}_3$

Constituintes	Capacidade de neutralização relativa ao $\text{CaCO}_3$ ( $E_{\text{CaCO}_3}$ )
Carbonato de cálcio	1,00
Carbonato de magnésio	1,19
Hidróxido de cálcio	1,35
Hidróxido de magnésio	1,72
Óxido de cálcio	1,79
Óxido de magnésio	2,48
Silicato de cálcio	0,86
Silicato de magnésio	1,00

Fonte: Alcarde, 1992.

A reatividade (RE) de um corretivo é a velocidade de sua reação no solo. É a % que reage nos primeiros três meses. Depende das condições de clima e de solo, da natureza química do corretivo e também da sua granulometria. Quanto maior a acidez, a temperatura e a umidade, tanto maior será a reatividade.

O efeito residual de um corretivo e o tempo de duração da correção efetuada depende de vários fatores: dosagem do corretivo, tipo de solo, adubações (os adubos nitrogenados acidificam o solo) e intensidade de cultivo.

$PRNT = PN \times RE (\%)/100$ . Quanto menor o PRNT, maior é a dose de calcário a ser usada.

O material corretivo mais econômico é aquele de menor custo por unidade do PRNT ou seja: custo por tonelada do produto colocado na propriedade/PRNT do produto.

Para a cana-de-açúcar, cujo ciclo é longo, uma boa estratégia é aliar o uso de calcários de alto poder residual com fontes de rápida ação, como óxido de cálcio. Dessa forma, o uso de calcário para correção do solo durante o preparo, aliado ao uso de óxido de cálcio no sulco ou na linha-mãe da “MEIOSI” tem sido uma prática indicada para ganhos em produtividade. Em geral, recomenda-se utilizar calcário como o indicado acima por Raij et al. (1997), aliado a 500 kg ha<sup>-1</sup> de óxido de cálcio aplicado no sulco ou na linha-mãe da “MEIOSI”.

A cada dois anos amostrar o solo das soqueiras e corrigir sua acidez, calculando a quantidade de calcário para elevar a saturação por bases do solo a 70% na camada superficial. Aplicar o calcário, quando necessário, em área total, logo após o corte, sem necessidade de incorporação em áreas com palha. Esse manejo visa evitar que o solo chegue ao período de reforma com excesso de acidez e/ou baixa fertilidade.

Entre as diversas vantagens da calagem já citadas acima, ressalta-se que a correção do solo promove condições para o crescimento radicular, e a consequente melhor utilização da água nos períodos de seca, a que o ciclo da cana-de-açúcar está sujeito durante alguns meses do ano. A calagem em profundidade também tem sido importante para manter a longevidade do canavial, garantindo maiores retornos econômicos aos produtores.

### 3.2. Gessagem

O gesso deve ser aplicado no plantio ou em soqueiras, com base na análise da amostra composta de solo retirada na camada de 25-50 cm de profundidade. A gessagem é necessária quando constatada saturação por bases do solo inferior a 30% ou saturação por alumínio acima de 40% da CTC efetiva. Calcular a dose de gesso de acordo com a textura do solo, pela fórmula:

$$\text{Argila (em g kg}^{-1}\text{)} \times 6 = \text{kg ha}^{-1} \text{ de gesso a aplicar}$$

Caso o critério acima não apontar necessidade de gesso e o teor de S-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> na camada 25-50 cm for inferior a 15 mg dm<sup>-3</sup>, aplicar 1 t ha<sup>-1</sup> de gesso como fonte de enxofre, quantidade suficiente para 2 ou 3 cortes.

O efeito do gesso no solo dá-se abaixo da camada arável e perdura por vários anos. O gesso deve ser aplicado após o calcário e incorporado até 20 cm de profundidade.

Estratégias de manejo: o gesso é produto estratégico para a cultura da cana-de-açúcar, pois além do seu efeito comprovado na melhoria do ambiente radicular, é excelente fonte de enxofre e de cálcio com custo baixo. Sua utilização permite o uso de fórmulas N- P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> -K<sub>2</sub>O de altas concentrações (que não apresentam enxofre), tanto no plantio como no cultivo das soqueiras, o que reduz os custos com a adubação.

A gessagem também deve ser realizada nas soqueiras se a análise de solo indicar a necessidade. Por questões operacionais, a calagem e a gessagem nas soqueiras podem ser feitas em anos alternados.

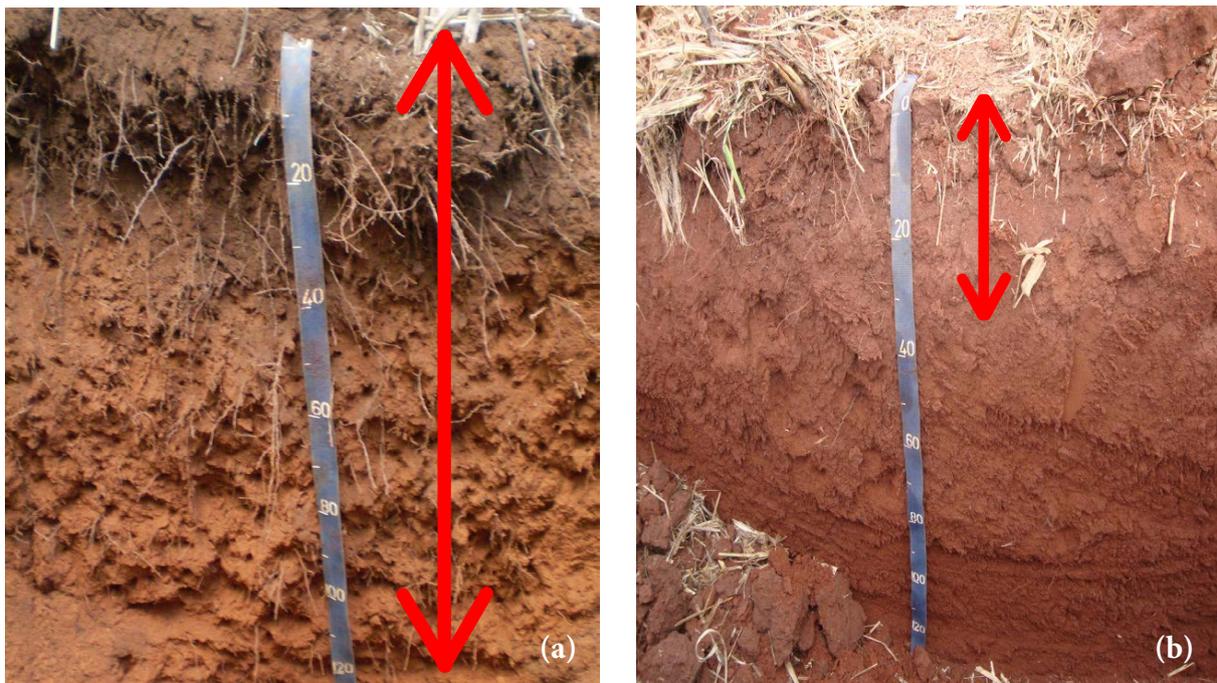
O gesso ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) é um material mais solúvel em água que o calcário e ao se solubilizar, o ânion  $\text{SO}_4^{2-}$  formado permanece na solução (tem constante de ionização muito baixa, o que lhe confere baixa força iônica) e pode ser lixiviado, carreando consigo cátions como o cálcio, alumínio, magnésio ou potássio. A formação de complexos químicos do sulfato com o alumínio diminui a disponibilidade desse íon para as plantas, o que é um efeito benéfico do uso do gesso. Além disso, a alta concentração do cálcio desloca o  $\text{Al}^{3+}$  que estava ligado às cargas negativas para a solução do solo. O efeito do gesso em carrear cálcio para camadas mais profundas do solo traz todos os benefícios de melhorar o ambiente em subsuperfície e, com isto, facilitar o crescimento das raízes em profundidade.

### **3.3. Adubação de áreas de viveiro e de canavial**

Nas atividades que antecedem a adubação, alguns fatores podem ser facilmente manejados, praticamente com nenhum ou com baixíssimos investimentos e mesmo assim ter canaviais produtivos. Muito importante é conhecer bem o ambiente de produção e associar uma boa variedade indicada para a região. Ambientes de produção favoráveis apresentam melhores condições ao desenvolvimento das plantas. Nos ambientes de produção existem diferenças quanto à capacidade de armazenamento de água (CAD). Assim, como exemplo o Nitossolo e o Latossolo, armazenam respectivamente de 125-150 mm e 60-80 mm. No estudo desenvolvido por Prado et al. (2011), em cana-planta, em dois solos semelhantes na textura e diferentes na química e morfologia: Latossolo Vermelho Distrófico textura muito argilosa A moderado (LVd) e o Nitossolo Vermelho Eutrófico textura muito argilosa A moderado (NVe) constataram que houve um ganho na produtividade de  $15 \text{ t ha}^{-1}$  para o NVe, ou seja, 11% superior, principalmente pelo maior potencial de água armazenada que esse solo apresenta. Outros fatores como época de plantio, colheita e qualidade da muda não podem ser negligenciados.

Para um bom manejo nutricional do canavial tudo se inicia com a análise de solo, ferramenta de baixo custo, fundamental no diagnóstico das características químicas, fornecendo subsídios para as possíveis correções do solo tanto na superfície quanto em profundidade. Antes do plantio da cana-de-açúcar, retirar amostra composta (15 a 20 pontos por gleba) da área total. Em soqueiras, retirar amostras a cerca de 25 cm da linha de soqueira onde o efeito da adubação se manifesta. Amostrar na camada de 0-25 cm para fins de cálculo de calagem e adubação e 25-50 cm para avaliar a acidez em profundidade, a disponibilidade de S e a necessidade de gessagem.

O solo corrigido e bem adubado propicia o crescimento das raízes e é garantia de boa produtividade e longevidade (Figura 3). Recomenda-se análise de solo principalmente por ocasião da reforma do canavial, e a cada dois anos das soqueiras.



**Figura 3.** Desenvolvimento do sistema radicular sem impedimento químico - CAD elevada (a) e com impedimento químico proporcionando baixo desenvolvimento do sistema radicular - CAD menor (b). (VITTI e ROSSETTO, 2016).

### 3.4. Recomendação de adubação da cana-de-açúcar

A recomendação de adubação pretende fornecer nutrientes para o desenvolvimento da cultura e manter a fertilidade do solo em níveis médios durante todo o ciclo da cultura, visando atenuar a queda de produtividade com o envelhecimento das soqueiras e também, promover o aumento do número de cortes do canavial, evitando que o solo chegue exaurido na época da reforma (Tabela 4).

Reformar canaviais em solos muito empobrecidos implica em maiores investimentos em insumos e concentração de fertilizantes no sulco de plantio ou próximo deste, restringindo o aproveitamento dos nutrientes.

A cana-de-açúcar extrai e exporta grandes quantidades de nutrientes. Para uma produção de colmos de 100 t ha<sup>-1</sup> a planta acumula na parte aérea aproximadamente 150, 46 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente, exportando com os colmos, 90, 35 e 130 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente. Os cálculos das adubações consideram a necessidade de pelo menos repor os nutrientes removidos pela colheita em solos com teores baixos dos mesmos.

**Tabela 4.** Recomendação da adubação para cana-planta

Produtividade esperada t ha <sup>-1</sup>	N	P (mg dm <sup>-3</sup> )			
		0-6	7-15	16-40	>40
	N (kg ha <sup>-1</sup> )	----- P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg ha <sup>-1</sup> ) -----			
<100	30	180	140	80	40
100-130	30	180	160	100	60
130-150	30	200	180	120	80
150-170	30	-	180	140	100
>170	30	-	200	140	100
Produtividade esperada t ha <sup>-1</sup>		K (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )			
		0-0,7	0,8-1,5	1,6-3,0	>3,0
		----- K <sub>2</sub> O (kg ha <sup>-1</sup> ) -----			
<100	120	100	80	70	
100-130	140	120	100	90	
130-150	160	140	120	100	
150-170	180	160	140	120	
>170	200	160	140	120	

Fonte: Boletim 100 IAC<sup>(5)</sup>.

<sup>(5)</sup> Boletim Técnico 100 - Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo, 3. ed., a ser editado pelo Instituto Agrônomo, 2020.

Dependendo da meta de produtividade da cultura recomenda-se aplicar de 30 a 60 kg de N além da dosagem indicada na tabela, preferencialmente em cobertura.

As fontes de N apresentam boa eficiência e se equivalem, ficando sua escolha mais em função do custo. As principais fontes são: ureia, sulfato de amônio, nitrato de amônio, MAP, DAP, resíduos vegetais e animais. A ureia deve ser incorporada por se tratar de uma fonte que pode se volatilizar, resultando em perdas do nutriente.

**Fósforo:** A pesquisa científica também determinou que toda a dosagem de fósforo necessária para 5 anos da cultura deve ser aplicada no plantio. Hoje, se verifica que alguns solos muito pobres em fósforo podem responder a doses adicionais nas soqueiras, ou mesmo à uma fosfatagem. As fontes mais utilizadas são: superfosfato simples, superfosfato triplo, MAP, DAP, termofosfatos, multifosfato magnésiano, fosfatos naturais, resíduos. A torta de filtro é um importante resíduo da indústria sucroalcooleira utilizada como fertilizante fosfatado. Praticamente 50% do P da torta pode ser considerado como prontamente disponível.

**Fosfatagem:** A fosfatagem consiste na aplicação de adubos fosfatados incorporados ao solo em área total para elevar a disponibilidade desse nutriente em solos pobres. Essa aplicação de P é em adição às doses recomendadas para a cultura. Vide detalhes na recomendação da adubação mineral de plantio.

**Potássio:** A cana é uma cultura considerada como acumuladora de K. Ela exporta grandes quantidades e, portanto, a resposta à adubação é sempre alta, tanto na cana-planta como na cana-soca. A vinhaça é outro importante resíduo da indústria sucroalcooleira muito utilizado como fertilizante. Neste caso, calcula-se a dosagem de vinhaça com base em seu teor de K, de tal forma que a necessidade da cultura pode ser suprida apenas pela vinhaça. O uso da vinhaça deve levar em conta a legislação ambiental. A vinhaça concentrada é considerada um fertilizante organomineral e, portanto, não segue a legislação de resíduos. Outros fertilizantes

são: o cloreto de potássio ou o sulfato de potássio. O parcelamento da adubação, principalmente do potássio, é prática recomendada tanto no plantio como nas soqueiras, quando as doses recomendadas são elevadas e em solos de baixa CTC (poucos tamponados), associado ao período chuvoso.

A presença da palhada permite que se possa descontar da dose recomendada, 4 kg K<sub>2</sub>O para cada tonelada de palha em base seca. Entretanto recomenda-se acompanhar com análise de solo e verificar se o nível de K do solo não sofreu queda significativa.

**Micronutrientes:** Solos de muito baixa fertilidade podem apresentar deficiência de micronutrientes, principalmente de Cu ou Zn. O Boletim 100 do IAC <sup>(5)</sup> recomenda as doses apontadas na tabela 5, segundo os teores apontados na análise do solo.

**Tabela 5.** Recomendação de micronutrientes

B		Cu		Mn		Zn	
Solo (mg dm <sup>-3</sup> )	Aplicar (kg ha <sup>-1</sup> )	Solo (mg dm <sup>-3</sup> )	Aplicar (kg ha <sup>-1</sup> )	Solo (mg dm <sup>-3</sup> )	Aplicar (kg ha <sup>-1</sup> )	Solo (mg dm <sup>-3</sup> )	Aplicar (kg ha <sup>-1</sup> )
<0,2	2	<0,3	5	<1,2	5	<0,6	10
0,2-0,6	1	0,3-0,8	0	1,2-5,0	0	0,6-1,2	5
>0,6	0	>0,8	0	>5,0	0	>1,2	0

Fonte: Boletim 100 IAC <sup>(5)</sup>.

**Tabela 6.** Recomendação da adubação para cana-soca

Produtividade esperada t ha <sup>-1</sup>	N	P (mg dm <sup>-3</sup> )				K (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )			
		0-6	7-15	16-40	>40	0-0,7	0,8-1,5	1,5-3,0	>3,0
	N (kg ha <sup>-1</sup> )	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg ha <sup>-1</sup> )				K <sub>2</sub> O (kg ha <sup>-1</sup> )			
<80	80	40	20	0	0	100	90	70	50
80-100	100	40	20	0	0	140	120	100	70
100-120	120	60	40	30	0	160	140	120	90
120-140	140	60	40	30	0	180	160	140	100
>140	140	60	40	30	0	200	180	160	100

Fonte: Boletim 100 IAC <sup>(5)</sup>.

<sup>(5)</sup> Boletim Técnico 100 - Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo, 3. ed., a ser editado pelo Instituto Agrônomo, 2020.

### 3.5. Sugestões de formulações organominerais para formação de viveiros e da linha-mãe da MEIOSI

É importante considerar o uso de fontes de matéria orgânica como torta de filtro, cama de frango ou torta de mamona, por exemplo. A vinhaça é recomendada pelo seu alto teor de K disponível. Nesse caso, todo o K pode ser fornecido pela vinhaça e também pode ser debitado da recomendação de adubação 70% do N contido na vinhaça. A torta de filtro é muito rica em P, porém parte desse P é de difícil mineralização. Descontar da dose de adubação 60% do P contido na torta de filtro e também 30% do N. Adubações verdes com leguminosas são indicadas antecipadamente na área de viveiro por adicionar N e ajudar no controle de pragas de solo.

De acordo com Trani e Trani (2011) as seguintes formulações podem ser misturadas na propriedade para uso na cana-de-açúcar.

03-12-06

Ureia .....	60 kg
Torta de filtro de cana-de-açúcar* .....	340 kg
Termofosfato magnésiano (17% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) .....	100 kg
Superfosfato simples .....	100 kg
Fosfato natural (com 27% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) .....	300 kg
Cloreto de potássio .....	100 kg
	1000 kg

\*Torta de filtro (pré-compostada) de cana-de-açúcar com 1,5% N; 1,8% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 0,3% K<sub>2</sub>O

06-03-06

Sulfato de amônio .....	280 kg
Torta de filtro de cana* .....	460 kg
Superfosfato simples** .....	160 kg
Cloreto de potássio .....	100 kg
	1000 kg

\*Torta de filtro (pré-compostada) de cana-de-açúcar com 1,5% N; 1,8% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 0,3% K<sub>2</sub>O

\*\*Superfosfato simples com 16% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 0,2% B; 0,5% Zn

02-08-04

Torta de mamona* .....	150 kg
Cama de frango** .....	300 kg
Superfosfato simples .....	200 kg
Farinha de ossos*** .....	170 kg
Sulfato de potássio e magnésio .....	180 kg
	1000 kg

\*Torta de mamona pré-fermentada com 5,0 % N; 1,6 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 1,3 % K<sub>2</sub>O

\*\*Cama de frango com 2,5% N; 1,5% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 0,5% K<sub>2</sub>O

\*\*\* Farinha de ossos com 3% N; 25% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 3 % K<sub>2</sub>O

### **3.6. Recomendações para adubação de viveiros e da linha-mãe da “MEIOSI”**

- 1) Práticas para o preparo da linha-mãe devem seguir a recomendação da calagem principalmente quando se conta com um equipamento canteirizador.
- 2) Na linha-mãe do campo de MEIOSI podem ser aplicados adubos minerais, organominerais e orgânicos. A torta de filtro é altamente indicada como fonte de fósforo e matéria orgânica para aumentar a CAD e fornecer maior umidade para o pegamento das plantas de cana (MPB). A dose de 30 t ha<sup>-1</sup> em base úmida, é indicada para a formação das linhas-mães.
- 3) É importante garantir N e K para a brotação vigorosa, perfilhamento e a formação de raízes. Seguir o recomendado na tabela do Boletim 100 <sup>(5)</sup>. O N em dose altas, pode aumentar em até 25% a brotação e o vigor das plantas (CASAGRANDE, 1991). É importante planejar parcelamentos dessa adubação, em aplicações via solo ou foliares. Por essa razão é recomendável aplicação de N via foliar, na dose de 10 a 15 kg ha<sup>-1</sup> de N, como ureia, adicionado de 0,12 kg ha<sup>-1</sup> de molibdenio, como molibdato de sódio. A melhor época é a que antecede o verão, de outubro a janeiro.
- 4) Aplicações de inseticidas e nematicidas sempre que necessário.
- 5) Aplicações foliares de micronutrientes aliadas ao N. Doses como 0,6; 0,2 e 0,3 kg ha<sup>-1</sup> de Zn, Cu e B são eficazes.
- 6) Parcelamento da dose de K, em duas ou três vezes.
- 7) Uso de produtos enraizadores e estimuladores de crescimento.

---

<sup>(5)</sup> Boletim Técnico 100 - Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo, 3. ed., a ser editado pelo Instituto Agrônomo, 2020.

## 4. IRRIGAÇÃO: USO RACIONAL DA ÁGUA PARA MUDAS PRÉ-BROTADAS - TRANSPLANTIO

O acesso aos recursos hídricos é variável de acordo com a localização da área de cultivo, bem como a disponibilidade ao longo do ano e qualidade em função da fonte de captação. Embora o Brasil ocupe posição privilegiada em disponibilidade hídrica, é importante considerar que grande concentração se encontra na bacia do rio Amazonas. Assim, da vazão média que passa pelo território nacional de  $260.000 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ , cerca de 80% encontra-se na região amazônica (ANA, 2017b). O restante da vazão é distribuído não uniformemente no restante do território nacional. Além de considerar a distribuição diferenciada nas bacias hidrográficas, há variação sazonal e anual na disponibilidade hídrica, em especial quando se trata de rios.

Estima-se que a disponibilidade hídrica superficial no Brasil seja de  $78.600 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ , o que equivale a 30% da vazão média, e, desta,  $65.617 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  proveniente da bacia amazônica. A disponibilidade hídrica superficial é uma estimativa da vazão que pode ser utilizada pelos diversos setores da sociedade. A disponibilidade nos rios considera a vazão de estiagem ( $Q_{95}$ ), que equivale a vazão que flui pelo rio em 95% do tempo (ANA, 2017b). Os reservatórios de água potencializam a vazão disponível na estiagem e, para isto, se aplicam critérios específicos. Ainda há que se considerar que existem diferenças entre regiões hidrográficas com relação às demandas e usos pelos setores da sociedade.

Dentre as várias demandas e usos da água, a irrigação é considerada como uso consuntivo. Dentre os usos consuntivos, a irrigação é responsável pela retirada, em média, de 46% da vazão e 67% da água consumida (ANA, 2017a). Neste contexto, é fundamental considerar que cerca de 90% da água consumida pelas plantas retorna ao ciclo hidrológico por transpiração. Desta forma, é importante enfatizar que a produção de alimentos envolve volume considerável de água, o qual precisa ser aportado por chuvas ou irrigação para que o processo finalize. Neste

contexto, o uso da irrigação está diretamente associado à garantia de fornecimento de água às plantas para seu desenvolvimento e produção. Considerando-se também a necessidade de aumento na produção de alimentos e bioenergia e que qualquer atividade da sociedade depende de recursos hídricos, há que se promover o uso racional e eficiente da água.

#### **4.1. Uso da água, planejamento e manejo**

As práticas agrícolas necessitam de planejamento e estabelecimento de calendário que proporcione fluxo contínuo das ações. Dentre as práticas culturais, o transplante de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar tem merecido destaque devido aos benefícios que proporcionam. Neste contexto, o uso da irrigação é fundamental e viabiliza a programação de forma contínua da atividade com o devido planejamento.

O simples uso da irrigação não garante a obtenção de bons resultados. Há necessidade de aplicação de água com uniformidade para que este não seja fator de variação no crescimento. Com isto, se fornece condições favoráveis às mudas, independentemente da localização e do método de irrigação. Além do método de irrigação adotado, o manejo das irrigações é fundamental para propiciar boa disponibilidade hídrica da forma mais eficiente possível. Conhecer o rendimento operacional de irrigação dos equipamentos disponíveis é fundamental para dimensionar e planejar a demanda do número de mudas, de água, de mão de obra e da área de plantio.

## 4.2. Irrigação - métodos, manejo da água: possibilidades e usos

A água pode ser aplicada por diferentes métodos de irrigação (Figura 4): irrigação por superfície, sendo a água aplicada em sulcos ou com aplicação localizada com uso de trator ou caminhão com aplicação; irrigação localizada por gotejamento na superfície do solo ou enterrado; e, por aspersão em área total ou com adaptação para aplicação localizada na linha de plantio das mudas.



**Figura 4.** Exemplos de métodos de irrigação adotados após transplante de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar para aplicação de água, visando favorecer o pegamento das mudas e garantir a população de plantas almejada.

Independentemente do método de irrigação adotado há que se avaliar a uniformidade de distribuição de água na área de cultivo para garantir a adequada aplicação de água às mudas. Outro aspecto fundamental é conhecer a taxa de aplicação de água do sistema adotado. Estas avaliações requerem medidas em posições distintas nas linhas de cultivo, bem como em posições diferenciadas na área irrigada para avaliação. Com essa informação, podem se fazer ajustes, se necessário, visando maior eficiência do sistema.

O planejamento do uso da irrigação possibilita dimensionamento e programação para transplântio das mudas com o fornecimento adequado de água. Desta forma, esta prática não dependerá exclusivamente da ocorrência das chuvas e possibilitará o fluxo de produção de mudas sincronizado com o transplântio em campo.

As mudas provêm de cultivo em substratos agrícolas e o sistema radicular encontra-se no volume das células ou tubetes adotados. Desta forma, o transplântio em campo necessita de disponibilidade de água para pegamento das mudas e adequado crescimento inicial. Neste processo, o manejo das irrigações deverá evitar o excesso de água, bem como, o déficit hídrico.

O manejo das irrigações pode ser realizado monitorando-se indicadores. Os indicadores podem ser a planta, a água no solo, a demanda climática e ainda pode-se associar os indicadores na tomada de decisão. A seleção dos indicadores, bem como a adoção adequada pode utilizar caracterização técnica prévia da área onde será realizado o transplântio ou, ainda, adotar e acompanhar a demanda climática e/ou o monitoramento da disponibilidade de água do solo. É importante, no entanto, que a estratégia de manejo esteja adequada ao método de irrigação adotado.

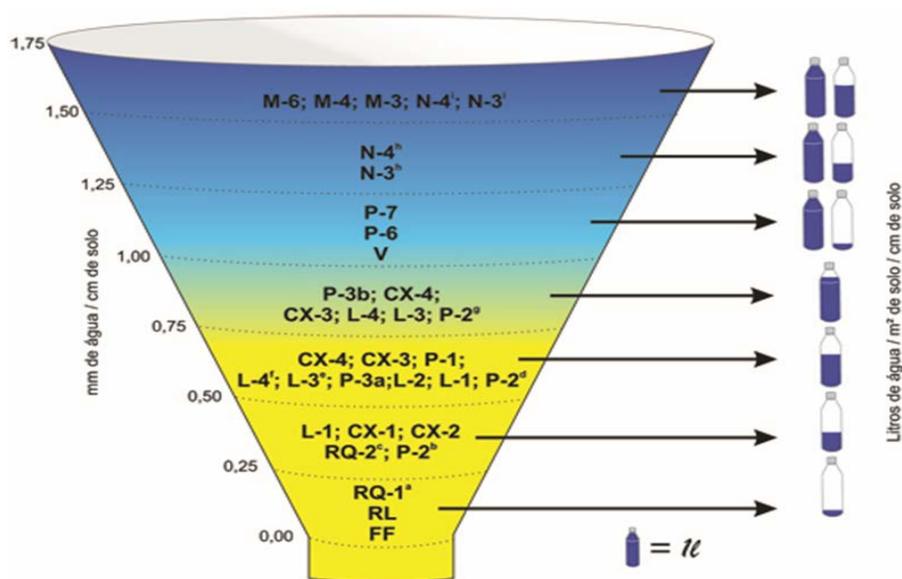
O processo de transferência da água do sistema solo-planta-atmosfera é dinâmico. Por isso, há que se fazer, em alguns casos, opções que auxiliem a tomada de decisão, mesmo quando ainda não se dispõe de informações físico-hídricas do solo prévias ou mesmo equipamentos para monitoramento adequados. De qualquer forma, deve-se lembrar que o movimento de água no solo ocorrerá sempre que houver diferença entre o potencial total de água no solo entre pontos distintos. Assim, aplicando-se água em solo seco, esta não ficará restrita em determinado volume de solo, havendo redistribuição da água.

A determinação da capacidade de retenção de água do solo pode ser obtida por meio de curva característica de retenção de água. Por meio da curva obtêm-se os valores de umidade volumétrica nos limites superior (capacidade de campo) e inferior (ponto de murcha permanente) de retenção de água no solo. São eles os valores de umidade verificados quando o solo foi submetido a tensões entre 10 e

30 kPa para a capacidade de campo e de 1500 kPa para o ponto de murcha. A partir desta diferença há que se multiplicar pelo valor de profundidade efetiva do sistema radicular. Informações adicionais podem ser obtidas em Pires et al. (2008).

Tratando-se de transplante de mudas e considerando que o solo está com baixa disponibilidade de água, deve-se irrigar à profundidade maior que aquela referente à altura do tubete/célula da muda, pois haverá redistribuição de água no solo e, com isto, a água aplicada não ficará restrita a apenas o valor almejado. A figura 5 apresenta a capacidade de retenção de água do solo para diferentes classes de solos brasileiros, conforme Prado (2013).

A capacidade de retenção de água é informação valiosa, pois possibilita estimar quantos milímetros de água o solo pode reter a cada centímetro de profundidade do solo e, conseqüentemente, tem-se uma estimativa da lâmina de água a ser aplicada considerando-se os limites superior e inferior de retenção de água do solo. Ainda é importante lembrar que 1 mm de lâmina de irrigação ou precipitação equivale à aplicação de volume de 1 L em um metro quadrado ( $1 \text{ mm} = 1 \text{ L m}^{-2}$ ). O conhecimento prévio da umidade do solo no momento do transplante possibilita identificar a necessidade real de lâmina de irrigação a ser aplicada para que o limite superior de retenção de água no solo seja atingido.

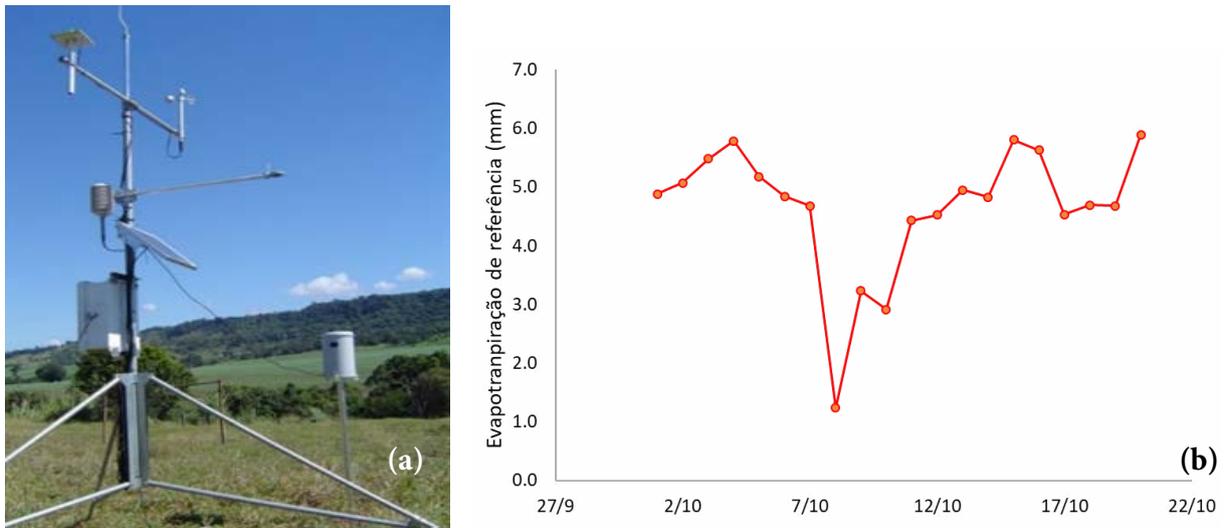


**Figura 5.** Capacidade de retenção de água no solo para diferentes classes de solos brasileiros. Fonte: Prado (2013).

Atividade de caráter prático e valioso é abrir trincheira de dimensão que possibilite a visualização da frente de molhamento atingida pela irrigação após algumas horas de sua aplicação. Embora esta avaliação necessite movimentação do solo e, com isto, se caracteriza como método destrutivo, ela fornece informações relevantes ao usuário para as condições do cultivo.

O monitoramento da demanda climática (evapotranspiração de referência ou potencial) para estimativa do consumo de água das plantas por meio de coeficientes de cultivo, bem como o uso de sensores de monitoramento da água solo, são ferramentas importantes para estimativa do quanto e quando irrigar. O uso da estação meteorológica automática (Figura 6) poderá fornecer a estimativa da demanda climática para a região onde se encontra. Neste contexto de monitoramento, há que se destacar a importância de se medir as precipitações em cada uma das áreas de cultivo de interesse, pois trata-se de entrada no balanço hídrico para as plantas e de um dos elementos do clima que apresentam maior variabilidade.

A evapotranspiração de referência ou evapotranspiração potencial pode ser estimada por diferentes métodos. Dentre estes métodos, o mais preciso e considerado padrão é o método de Penman-Monteith (ALLEN et al., 1998). Os elementos do clima necessários para esta estimativa em escala diária são a temperatura do ar, a umidade relativa, a radiação solar e a velocidade do vento. Na figura 6 é apresentado um exemplo de monitoramento da evapotranspiração de referência em pequeno intervalo de tempo. Pode-se verificar que mesmo em pequeno intervalo de tempo há variação da evapotranspiração, o que destaca a importância do monitoramento deste processo dinâmico.



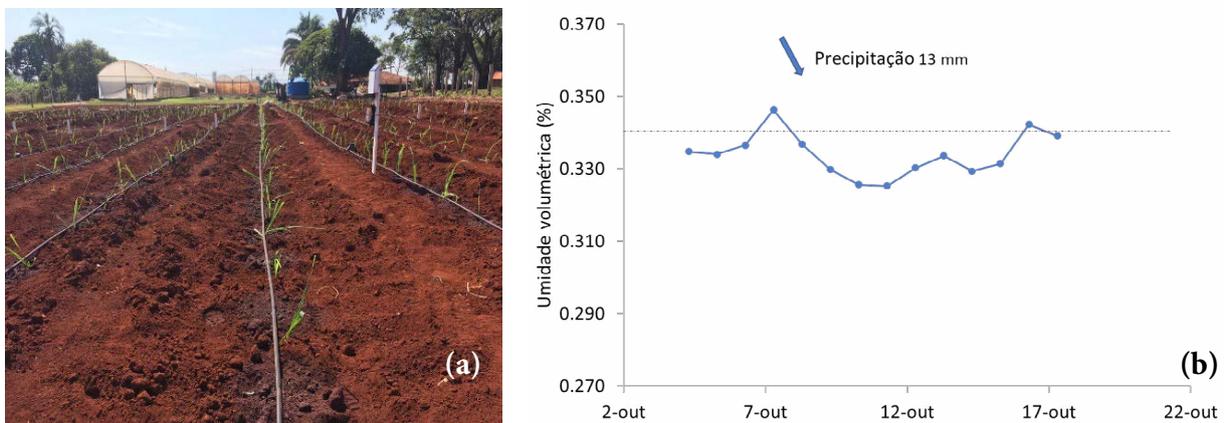
**Figura 6.** Estação meteorológica automática (a) e exemplo da variação diária da evapotranspiração de referência (b).

O monitoramento da água no solo por meio de sensores poderá auxiliar na estimativa da necessidade de água a ser aplicada no manejo das irrigações após o transplante das mudas, bem como na escolha do momento de irrigar. Há disponibilidade de diversos tipos de sensores, com princípio de funcionamento distintos. A seleção dos sensores precisa considerar vários fatores, tais como: objetivo, precisão, custo, instalação, operação, manutenção, demanda por dados em tempo real, dependência de operador para leituras ou não, dentre outros.

No monitoramento da água no solo é possível medir o potencial de água e estimar a umidade do solo. Independentemente do tipo de sensor que se utilize, é importante conhecer os limites ou faixas de água no solo que representem condições adequadas de disponibilidade de água no solo. Dentre os valores importantes destaca-se a umidade ou o potencial de água no solo que equivale à capacidade de campo. A figura 7 apresenta valores de umidade volumétrica do solo medidos por sensor instalado a 10 cm de profundidade, em área de transplante de mudas pré-brotadas de cana irrigada por gotejamento. Observa-se a indicação do valor da umidade do solo na capacidade de campo, em linha vermelha tracejada, que equivale à capacidade de campo, ou limite superior de retenção de água no solo.

Com o manejo da água tem-se como objetivo que, na região formada pelo bulbo úmido da posição do sensor, a umidade do solo não ultrapasse este valor. Ainda na figura 7, pode-se verificar que o valor da umidade na capacidade de campo foi ultrapassado com a ocorrência de chuva.

O uso de sensores, número de repetições necessárias e profundidades de monitoramento devem ter avaliação criteriosa, lembrando que se trata de medida pontual para representar a área. Com isto, os sensores precisam ser instalados em local representativo, considerando-se o tipo de solo, planta e uniformidade de aplicação de irrigação. Em relação à profundidade, há que se representar a profundidade efetiva do sistema radicular. Esta profundidade representa a camada de solo desde a superfície do solo até onde se concentram cerca de 75% a 80% das raízes finas, responsáveis pela absorção de água e nutrientes. A instalação na metade da profundidade efetiva e no limite desta, configura caracterização interessante, pois possibilita o acompanhamento da frente de molhamento. Ainda pode-se pensar em mais profundidades como a  $1/3$ , a  $2/3$  e no limite desta profundidade. De qualquer forma, após o transplante das mudas esta profundidade está limitada à altura do tubete/célula no qual foi produzida a muda, mas no campo se almeja o rápido crescimento radicular.



**Figura 7.** Monitoramento da umidade volumétrica do solo (%) a 10 cm de profundidade, de sensor instalado próximo à muda pré-brotada de cana, irrigada por gotejamento (a) e valores de umidade volumétrica do solo (b).

Na estimativa da demanda das irrigações iniciais, o monitoramento da água no solo por meio de sensores e/ou de estação meteorológica automática com estimativa da evapotranspiração de referência e posteriormente da evapotranspiração da cultura, consistem em ferramentas importantes para auxílio na tomada de decisão. O uso de monitoramento auxilia na adequação da disponibilidade de água para as mudas, evitando períodos de excesso e/ou deficiência hídrica.

### **4.3. Irrigação, métodos, manejo, crescimento radicular: usos, aplicações e resultados**

A irrigação por aspersão com molhamento de 100% da área pode ser realizada considerando-se a capacidade de retenção de água no solo (Figura 5) e também a profundidade em que se deseja que a frente de molhamento atinja. É importante proporcionar irrigação para que a frente de molhamento atinja profundidade maior do que a altura da célula/tubete na qual a muda foi cultivada. Assim, mesmo que o transplântio seja feito em solo seco, a irrigação viabiliza adequada disponibilidade de água para a muda transplantada.

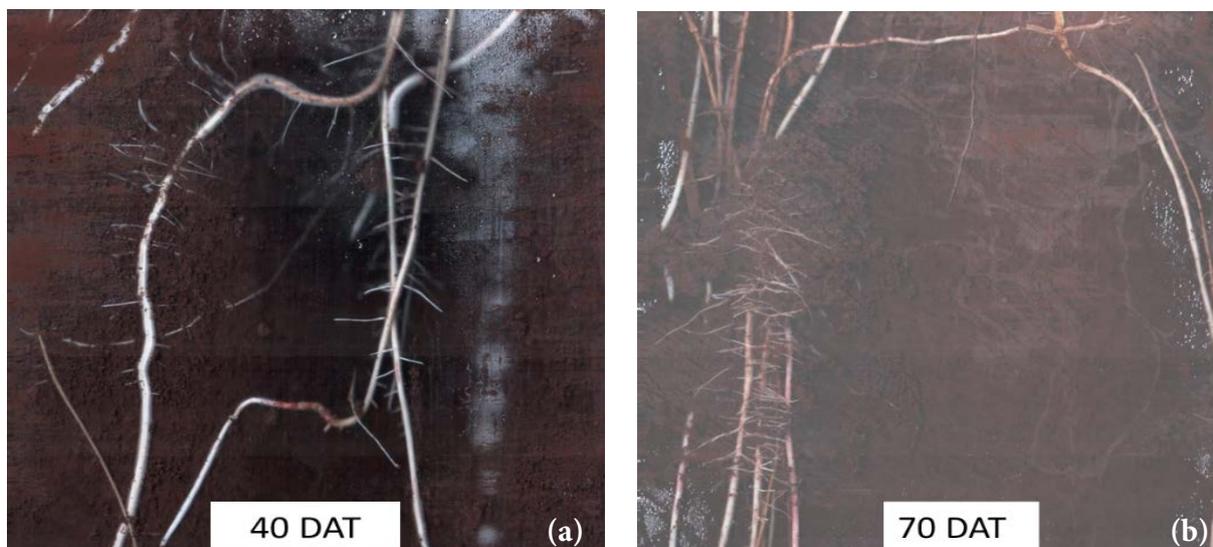
Ohashi et al. (2019) verificaram que irrigações por aspersão com uso de barra irrigadora (Figura 4) com aplicação de lâmina de 20 mm logo após o transplântio das mudas, acrescida de 10 mm, na semana seguinte, foi adequado para o pegamento das mudas no campo das cultivares IAC91-1099, IACSP95-5000 e IACSP97-4039, considerando as condições edafoclimáticas do experimento. Neste experimento, ocorreram 6,2 mm e 15,2 mm de precipitação aos 16 dias após o transplântio (DAT) e aos 26 DAT, respectivamente.

Em transplântio de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar em linhas de MEIOSI, três irrigações realizadas com dispositivo adaptado a tanque de água (Figura 4), totalizando 36,5 mm, com chuvas que totalizaram 50 mm nos dez dias seguintes proporcionaram adequado pegamento das mudas de MPB de cana.

Com a adoção de irrigação por gotejamento instalado na superfície do solo (Figura 7) para garantia de pegamento de mudas de MPB produzidas conforme Landell et al. (2012) e, também para gemas brotadas, foram adotadas duas irrigações nos dois primeiros dias, totalizando 20 mm. Essas irrigações foram realizadas para formação do bulbo molhado no solo. Após os dois primeiros dias, as irrigações foram diárias e suspensas com a ocorrência de precipitação, com monitoramento da água no solo (Figura 7) e da demanda climática (Figura 6). O pegamento e estabelecimento das mudas foi muito bom. A figura 7 mostra o aumento da umidade do solo em dia com precipitação e, que levou à suspensão das irrigações. No manejo da água com a adoção do gotejamento, a formação da faixa molhada ao longo da linha de plantio, ao invés da formação de bulbos úmidos isolados, proporciona melhor distribuição da umidade no solo e, com isto não há dependência ou mesmo cuidados especiais que precisam ser adotados em relação ao espaçamento do gotejador e espaçamento entre as mudas transplantadas.

#### **4.4. Crescimento radicular após transplântio**

O crescimento radicular após o transplântio das mudas tem importância fundamental para o pegamento, estabelecimento e crescimento das plantas. Alguns experimentos realizados como monitoramento do sistema radicular de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar com uso de minirhizotron mostram crescimento das raízes, em curto período após o transplântio, mesmo em camadas do perfil do solo mais profundas, conforme figuras 8 e 9. As imagens apresentadas nas figuras 8 e 9 são provenientes de área que recebeu a irrigação por aspersão com barra móvel (OHASHI, 2019).

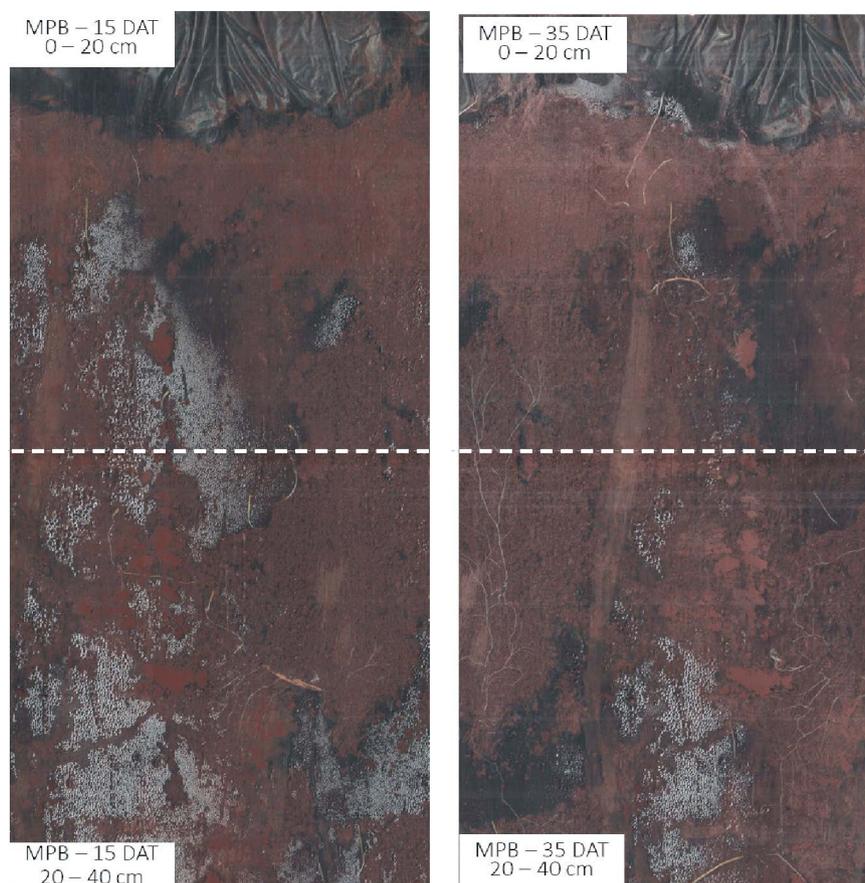


**Figura 8.** Imagens de sistema radicular da cultivar IAC91-1099 capturadas aos 40 (a) e aos 70 (b) dias após o transplântio (DAT) de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar, na camada de 40 a 60 cm de profundidade no perfil do solo.

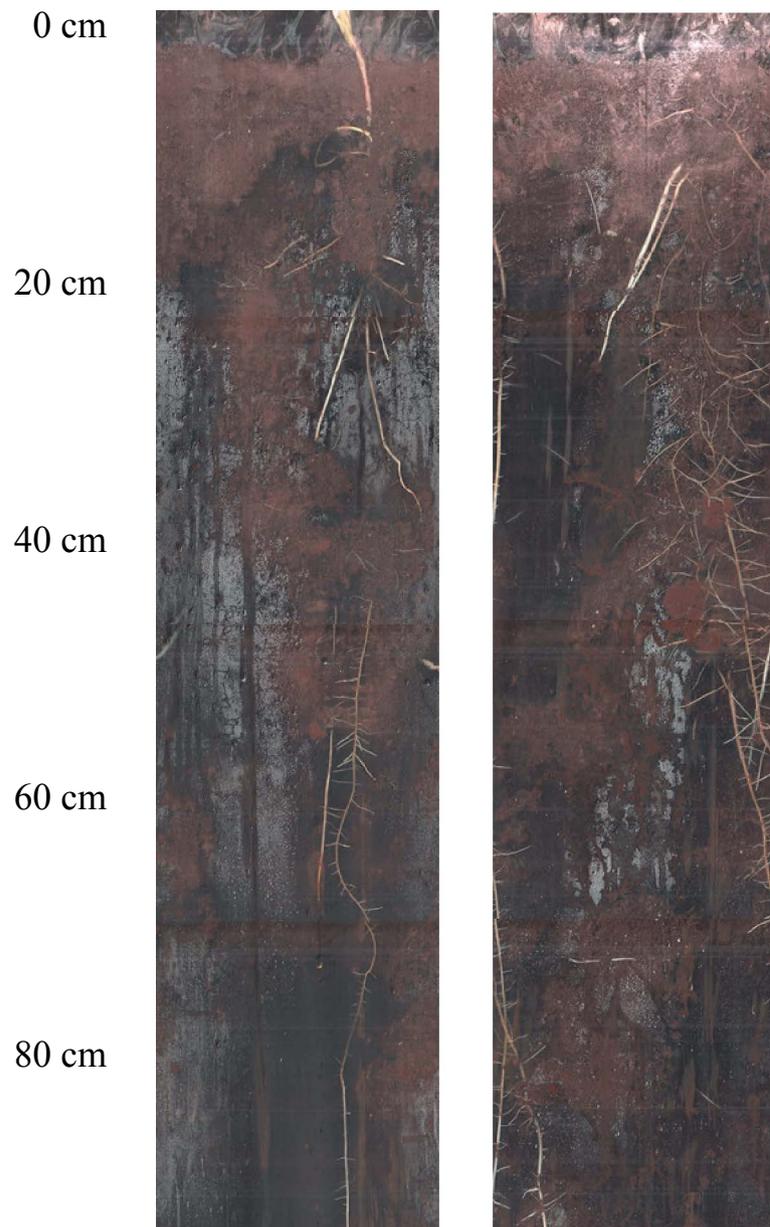


**Figura 9.** Imagens de sistema radicular da cultivar IACSP95-5000 capturadas aos 70 dias após o transplântio (DAT) de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar, nas camadas de 0 a 20 cm (a) e de 60 a 80 cm (b) de profundidade no perfil do solo.

Em área com transplântio de mudas de cana-de-açúcar irrigada por gotejamento foram capturadas imagens de sistema radicular de MPB de cana com minirhizotron, aos 15 e aos 35 dias após o transplântio, nas camadas de 0 a 20 e 20 a 40 cm de profundidade (Figura 10). Há presença de raízes na camada de 40 a 60 cm de profundidade aos 35 DAT. Ainda na mesma área, a figura 11 apresenta imagens de raízes de gemas brotadas. Interessante verificar que, mesmo em mudas, gemas brotadas, as plantas se estabelecem em campo com bom desenvolvimento radicular. Trata-se de área com solo sem impedimentos físicos ou químicos para o bom desenvolvimento radicular. Considerando-se o estabelecimento das mudas em campo após o transplântio, aos 35 DAT (Figuras 10 e 11) verifica-se o crescimento radicular que favorece o aumento da profundidade de exploração do sistema radicular e melhora o aproveitamento das chuvas e das irrigações.



**Figura 10.** Imagens de sistema radicular de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar capturadas com minirhizotron, aos 15 e aos 35 dias após o transplântio (DAT), nas camadas de 0 a 20 e 20 a 40 cm de profundidade.



**Figura 11.** Imagens de sistema radicular de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar, gemas brotadas, capturadas com minirhizotron desde a superfície do solo até 80 cm de profundidade, aos 35 dias após o transplante (DAT).

## 5. PROTEÇÃO E CONTROLE DE PRAGAS

O uso de mudas saudáveis, livres de pragas e doenças, é de fundamental importância para o estabelecimento de qualquer cultura. Em cana-de-açúcar esse aspecto deve ser cuidadosamente considerado, porque a cultura permanece em campo por cinco ou mais anos após o plantio.

As pragas têm grande importância econômica, por reduzirem a produtividade das lavouras e, conseqüentemente, por aumentarem os custos de produção do produtor. Um aspecto muitas vezes pouco considerado, mas de suma importância, é o efeito que certas pragas têm sobre o material utilizado como muda. Algumas pragas, ao atacarem o canavial, reduzem a qualidade dos colmos, prejudicando a brotação das gemas, com isso, aumentam as falhas de plantio e para compensar tal fato, o produtor aumenta a quantidade de mudas colocadas nos sulcos, elevando o consumo e aumentando o custo de plantio.

Isso é muito comum, principalmente em canaviais atacados pela broca-da-cana, *Diatraea saccharalis*, pelas cigarrinhas-das-raízes, *Mahanarva* spp., ou por cupins (DINARDO-MIRANDA, 2018). A broca comum e os cupins podem destruir as gemas, além de reduzirem as reservas nos toletes (Figuras 12 e 13). Da mesma forma, colmos atacados por cigarrinha-das-raízes ficam desidratados, pobres em açúcar (portanto, com menos reservas), o que também prejudica a brotação das gemas. Em razão disso, é importante proceder a rigoroso controle de pragas em viveiros, a fim de que a qualidade da muda não fique prejudicada.

Outra preocupação em relação à qualidade da muda se concentra no besouro *Sphenophorus levis*. Até meados da década de 1980, essa praga estava restrita à região de Piracicaba, mas atualmente é encontrada em todo Centro-Sul do Brasil, para onde foi levada por meio de mudas retiradas de local infestado, já que o inseto voa muito pouco (DINARDO-MIRANDA, 2018).

Embora esta espécie não afete diretamente a brotação das gemas, mudas isentas da praga são fundamentais para evitar a disseminação do inseto e, em razão disso, a condução de mudas com boas condições sanitárias é uma excelente ferramenta para evitar a entrada do inseto em novas áreas.

Dessa forma, o uso de mudas sadias tem efeito direto na produtividade da lavoura e no custo de sua implantação, pois um viveiro bem conduzido, com mudas sadias, fornece maior quantidade de mudas por hectare (maior produtividade) e mudas de melhor qualidade (com melhor brotação, isentas de *S. levis*).

Nos anos recentes, cresceu a adoção de MEIOSI (Método Interrotacional Ocorrendo Simultaneamente) em áreas de reforma ou expansão. Essa técnica consiste no plantio de linhas de cana-de-açúcar, geralmente entre agosto e outubro, após a destruição da soqueira velha, na proporção de 1 linha plantada (linha-mãe) para cada 8, 10, 12 ou até 1 linhas, que serão plantadas entre fevereiro a abril do ano seguinte, numa operação conhecida como desdobra, quando são utilizados como muda para plantio os colmos obtidos na linha-mãe.

Na área representada por 8 a 14 sulcos, chamada de “pista”, geralmente é conduzida uma cultura intercalar, principalmente soja e amendoim, que fornecerá uma renda extra ao produtor, ou mesmo crotalárias, que promoverão uma série de melhorias no solo.

Outro método cuja adoção tem crescido é a cantosi, quando o plantio do material a ser utilizado como muda é feito somente em uma parte (canto) do talhão.

Tanto na MEIOSI como na cantosi, as linhas-mães são “viveiros” que fornecerão muda para o plantio da área (pista) e devem ser conduzidas adotando-se uma série de cuidados sanitários, que resultem em alta produtividade e boa sanidade (qualidade). Vale ressaltar que, nesse caso, o controle de pragas deverá ser mais rigoroso do que o adotado em áreas comerciais.

Os cuidados devem começar no preparo da área para implantação da MEIOSI e cantosi: é importante proceder à destruição mecânica da soqueira velha, logo após a última colheita, preferencialmente na época seca do ano. Essa operação visa eliminar eventuais formas biológicas de pragas de solo, tais como cupins, pão-de-galinha e *Hyponeuma taltula* (broca-peluda).

Embora a destruição mecânica da soqueira seja indicada também para áreas de ocorrência de *Migdolus fryanus* e de *S. levis*, no plantio de áreas infestadas por essas pragas é necessário sempre associar a destruição de soqueira a outras medidas de controle (como por exemplo, aplicação de inseticida em profundidade, no caso de *M. fryanus* e vazios sanitários longos, no caso de *S. levis*). Por essa razão, não é recomendável implantar MEIOSI em áreas infestadas por elas. Caso não seja possível evitar implantar viveiros (material usado como muda) nessas áreas, seria melhor optar pela cantosi, pois dessa forma poder-se-ia adotar as demais medidas de controle no restante da área.

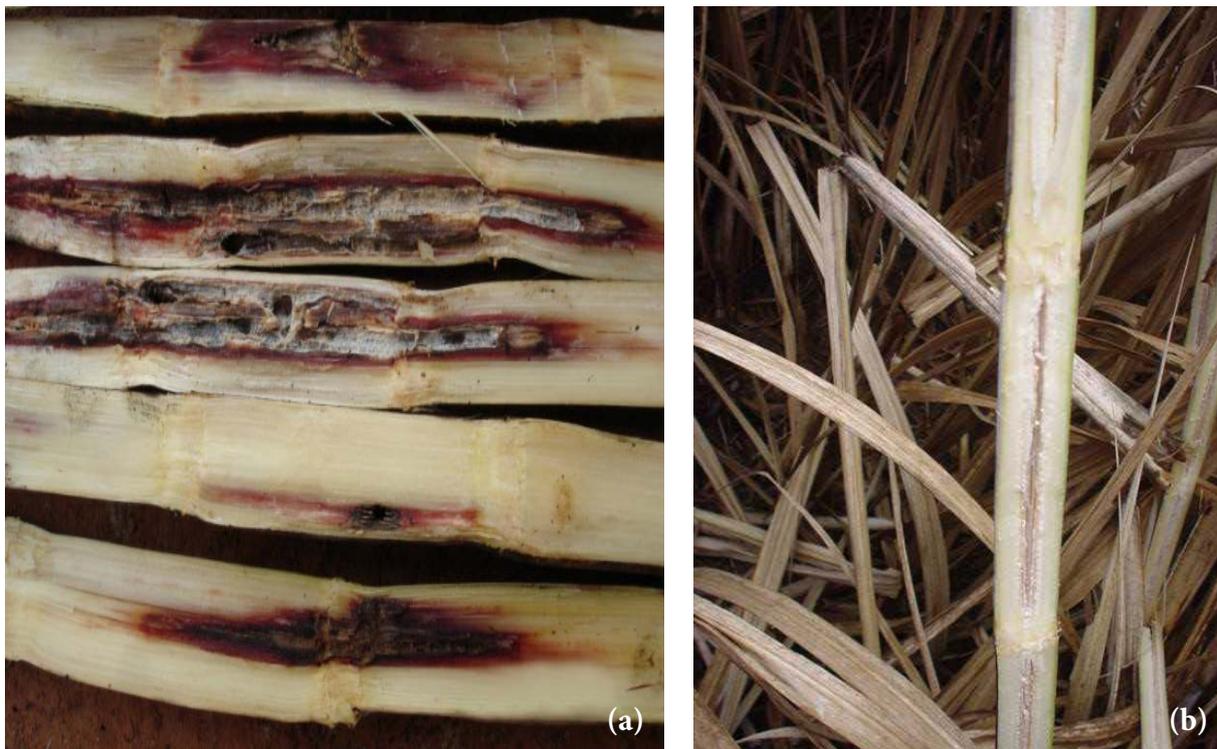
Além da destruição mecânica da soqueira, feita na época seca do ano, as linhas-mães devem receber inseticidas de solo no sulco de plantio, pois a destruição mecânica de soqueira reduz as populações das pragas de solo, mas não as elimina totalmente. Um dos produtos indicados é o Fipronil.

Se a área for sujeita a altas populações de broca comum é interessante aplicar Clorantraniliprole no sulco de plantio, pois esse inseticida é sistêmico e reduz as populações de broca por vários meses após o plantio, principalmente se não faltar água no solo. Essa operação é especialmente indicada na MEIOSI, pois as linhas-mães de cana são intercaladas com outras culturas, o que dificulta as aplicações foliares de inseticidas. Essa distribuição peculiar das linhas-mães no campo também torna o ambiente menos favorável às vespinhas, *Cotesia flavipes*, prejudicando sua sobrevivência na área e diminuindo a eficiência do controle biológico.

Na época chuvosa do ano, a alta umidade no solo também será propícia ao desenvolvimento das cigarrinhas-das-raízes. É preciso atenção quanto a essa praga e, se necessário, o controle deverá ser feito com inseticidas químicos ou biológicos (fungo *Metarhizium anisopliae*). A opção pelo fungo, entretanto, só deverá ser feita se o produtor estiver habituado a utilizar esse produto e se o seu desempenho nas áreas comerciais for satisfatório, caso contrário, ele deverá dar preferência para os inseticidas químicos, tais como os neonicotinoides (tiametoxam e imidaclopride) e fenilpirazois (etiprole).



**Figura 12.** Gema destruída devido ao ataque de broca comum.



**Figura 13.** Colmos com poucas reservas devido ao ataque de broca comum (a) e de cigarrinha-das-raízes (b).

## **6. NÚCLEO DE PRODUÇÃO DE GEMAS BROTADAS E UTILIZAÇÃO**

A qualidade da muda pré-brotada de cana-de-açúcar inicia-se pelo cuidado no manejo e condução das áreas chamadas de Jardim Clonal e/ou diversas categorias de viveiros a campo. Para a produção de mudas no Brasil existe um conjunto de normas e legislações, cuja competência é atribuída ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

A forma de multiplicação tradicional da cana-de-açúcar, utiliza os chamados colmos-sementes, o que ocorre desde os primeiros relatos de cultivo no Brasil e demais países produtores. Portanto, a mesma estrutura de

armazenamento dos açúcares, os colmos, contém as gemas que representam o potencial de brotação e formação de um novo canavial. Essas estruturas botânicas diretamente utilizadas nas linhas de plantio caracterizam o sistema de propagação vegetativa da cana-de-açúcar. Nesse sentido, está implícito no colmo da cana a falta de uniformidade, por exemplo, em relação à idade fisiológica do conjunto de gemas de um colmo e, por consequência, de sua unidade biológica, a touceira. O sistema de multiplicação desenvolvido pelo Programa Cana IAC, de mudas pré-brotadas (MPB) e outros modelos similares que apresentam os mesmos princípios significaram em 2012 oportunidade de estabelecer um novo conceito, ou seja, realizar o plantio para formação de viveiros a partir, verdadeiramente, de uma plântula desenvolvida em condições de controle, à semelhança do que ocorre com outras culturas de amplo cultivo comercial.

Para a produção integral das MPBs são necessárias seis etapas: corte do minirrebolo, tratamento químico, brotação, individualização ou repicagem, aclimação fase 1 e aclimação fase 2. Essas etapas são realizadas em um período estimado de 60 dias (LANDELL et al., 2012) e podem ser estratificadas em dois subgrupos de atividades: brotação e aclimação. O primeiro subgrupo constitui-se na fase mais crítica do processo, no qual devem ser investidos os maiores detalhamentos e níveis de controle. Essa etapa demanda a utilização de um conjunto de equipamentos e métodos de controles, a saber: extração do minirrebolo ou chip, recipiente para tratamento químico e, principalmente, um ambiente controlado para a brotação das gemas da cana-de-açúcar.

**Sala de brotação:** Para a rápida e eficiente brotação são necessárias condições de controle de temperatura, entre 32 °C a 36 °C e umidade próxima a 85%. (Figuras 14 e 15).



**Figura 14.** Parte externa da sala de brotação do Núcleo de Produção de MPB - IAC.



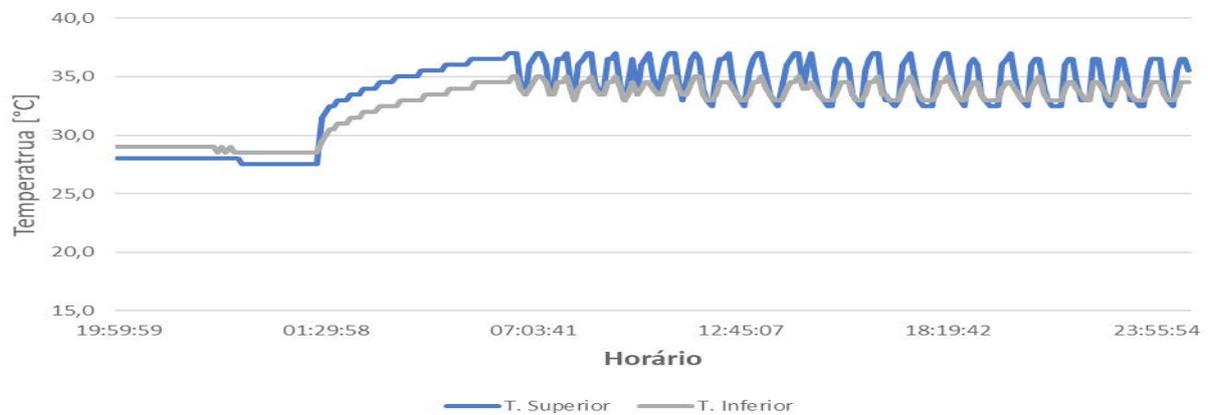
**Figura 15.** Parte interna da sala de brotação do Núcleo de Produção de MPB - IAC.

Para a execução dessa etapa, o Centro de Cana do Instituto Agrônômico procurou inovar, desenvolvendo uma sala de brotação específica para a etapa, utilizando como fonte de aquecimento a associação de energia solar, térmica e biomassa (Figura 16).



**Figura 16.** Painel solar.

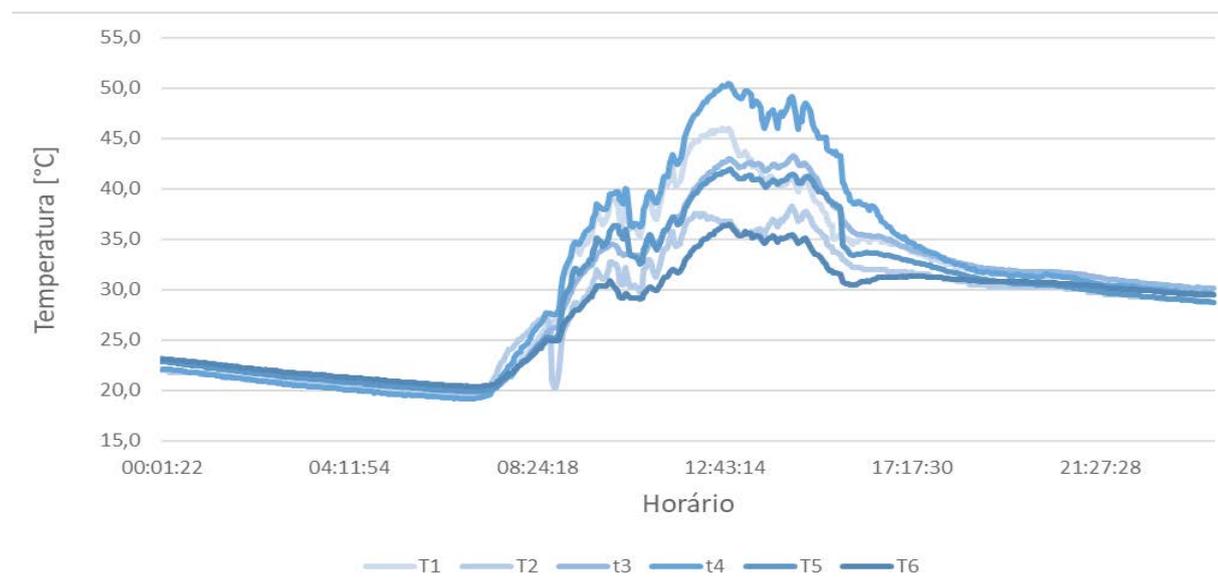
Com a utilização da nova estrutura e a introdução dos conceitos de sustentabilidade, o processo de brotação ganhou eficiência. O perfil de oscilações das temperaturas na sala de brotação foi inferior a 4 °C (Figura 17).



**Figura 17.** Gráfico de temperatura da sala de brotação.

Esse indicador representa incremento de qualidade ao processo quando comparado à estrutura de brotação tradicional, acima de 15 °C de oscilação (Figura 18). A simples mudança da estrutura de brotação, associada à fonte de

energia possibilitou incrementos de 15% no índice de brotação e redução de até 4 dias no tempo da produção das gemas brotadas, trazendo, portanto, eficácia ao processo parcial ou final para a produção de uma MPB.



**Figura 18.** Gráfico de temperatura da estrutura tradicional.

Concomitantemente ao desenvolvimento dessa estrutura de produção, a equipe do Programa Cana IAC está avaliando em fase experimental a utilização de material de propagação na forma direta de **GEMAS BROTADAS** (Figura 19) e sua utilização na linha de plantio para formação de áreas de multiplicação de cana-de-açúcar.



**Figura 19.** Gema brotada.

Esse estudo procura preservar integralmente a origem, qualidade e autenticidade do material de propagação. Somado a esses fatores têm as possibilidades de simplificar a produção, reduzir custos operacionais, aproximar o sistema de multiplicação de cana-de-açúcar ao modelo de hortaliças e, sobretudo, estabelecer um modelo sustentável de produção e utilização em escalas crescentes. Nesse sentido, estabeleceu-se a área experimental no Centro de Cana, em Ribeirão Preto (SP), associando tratamentos com corretivo de acidez, nutrição, irrigação e gema brotada (Figura 20).



**Figura 20.** Área experimental no Centro de Cana, Ribeirão Preto (SP).

O objetivo é utilizar essa área como um “screening test” e despertar a atenção do setor de produção para a possibilidade de inovações com base em rede de experimentação que faça a validação dessa forma reduzida de produção de MPB, gema brotada. Esse sistema de multiplicação terá como referência a adoção de pacotes tecnológicos, caracterizados por princípios básicos da produção de cana-de-açúcar: **Cultivares, Corretivos e Nutrição, Irrigação e Proteção.**

## REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Águas (Brasil). **Atlas irrigação:** uso da água na agricultura irrigada. Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA, 2017a. 86 p.

Agência Nacional de Águas (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017:** relatório pleno/ Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA, 2017b. 169 p.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration**: guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO. 1998. 300 p. (Irrigation and Drainage, 56)

ALCARDE, J. C. **Corretivos da acidez dos solos: características e interpretações técnicas**. São Paulo, ANDA, 1992. (Boletim Técnico, 3)

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

DINARDO-MIRANDA, L. L. **Nematoides e pragas da cana-de-açúcar**. 2. ed. Campinas: Instituto Agronômico, 2018. 440 p.

LANDELL, M. G. A.; PRADO, H.; VASCONCELOS, A. C. M.; PERECIN, D.; ROSSETTO, R.; BIDÓIA, M. A. P.; SILVA, M. A.; XAVIER, M. A. Oxisol subsurface chemical related to sugarcane productivity. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 60, n. 4, p. 741-745, 2003.

LANDELL, M. G. A.; BRESSIANI, J. A. Melhoramento genético, caracterização e manejo varietal. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. A. (Eds.). **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agronômico. 2008. p. 101-155.

LANDELL, M. G.; MACHADO, R. S.; SILVA, D. N.; SCARPARI, M. S.; XAVIER, M. A.; CRESTE, S.; ANJOS, I. A.; PRADO, H.; PINTO, L. R.; BIDÓIA, M. A. P. A interação entre a cana-de-açúcar e ambientes de produção estressantes. In: CRUSCIOL, C. A. C.; SILVA, M. A.; ROSSETTO, R.; SORATTO, R. P. (Eds.). **Tópicos em ecofisiologia da cana-de-açúcar**. Botucatu: FEPAF, 2010. p. 34-66.

LANDELL, M. G. A.; CAMPANA, M. P.; FIGUEIREDO, P.; XAVIER, M. A.; ANJOS, I. A.; DINARDO-MIRANDA, L. L.; SCARPARI, M. S.; GARCIA, J. C.; BIDÓIA, M. A. P.; SILVA, D. N.; MENDONÇA, J. R.; KANTACK, R. A. D.; CAMPOS, M. F.; BRANCALIÃO, S. R.; PETRI, R. H.; MIGUEL, P. E. M. **Sistema de Multiplicação de cana-de-açúcar com uso de mudas pré-brotadas (MPB), oriundas de gemas individualizadas.** Campinas: Instituto Agronômico, 2012. 16 p. (Documentos IAC, 109)

OHASHI, A. Y. P. **Manejo de irrigação para mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar:** produção, aclimatação e transplântio. 2019. 94 f. Tese (Doutorado em Agricultura Tropical e Subtropical). Instituto Agronômico. Campinas, 2019.

PIRES, R. C. M.; ARRUDA, F. B.; SAKAI, E. Irrigação e drenagem. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. A. (Eds.). **Cana-de-açúcar.** Campinas: Instituto Agronômico. 2008. p. 631-670.

PRADO, H. **Pedologia fácil:** aplicações na agricultura. 3. ed. revisada e ampliada. Piracicaba. 2011. 32 p.

PRADO, H. **Pedologia fácil:** aplicação em solos tropicais. 4. ed. Piracicaba. 2013. 284 p.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** 2. ed. rev. atual. Campinas: Instituto Agronômico, 1997. 285 p. (Boletim Técnico, 100)

TRANI, P. E.; TRANI, A. L. **Fertilizantes: cálculo de fórmulas comerciais.** Campinas: Instituto Agronômico, 2011. 29 p. (Boletim Técnico IAC, 208)

VITTI, A. C. e ROSSETTO, R. Práticas de baixo custo para aumentar a produtividade. **Revista Opiniões,** Ribeirão Preto, n. 48, p. 44-46, abr./jun., 2016.



**Programa**  
**CANA**



Instituto Agronômico  
Av. Barão de Itapura, 1.481  
13020-902 - Campinas (SP) BRASIL  
Fone: (19) 2137-0600

[www.iac.agricultura.sp.gov.br](http://www.iac.agricultura.sp.gov.br)