

FORMAS DE PLANTIO DE MUDAS DE CANA-DE-AÇÚCAR NO
SISTEMA MEIOSI

PEDRO GONÇALVES FERNANDES

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY
RIBEIRO – UENF

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
FEVEREIRO - 2009

FORMAS DE PLANTIO DE MUDAS DE CANA-DE-AÇÚCAR NO
SISTEMA MEIOSI

PEDRO GONÇALVES FERNANDES

Tese apresentada ao Centro de Ciências e
Tecnologias Agropecuárias da Universidade
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,
como parte das exigências para obtenção do
título de Mestre em Produção Vegetal

Orientador: Prof. Fábio Cunha Coelho

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
FEVEREIRO – 2009

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do **CCTA / UENF** 065/2009

Fernandes, Pedro Gonçalves

Formas de plantio de mudas de cana-de-açúcar no sistema MEIOSI / Pedro Gonçalves Fernandes. – 2009.
48 f. : il.

Orientador: Fábio Cunha Coelho
Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes, RJ, 2009.
Bibliografia: f. 49 – 53.

1. *Saccharum* 2. Sistema MEIOSI 3. Reforma de canavial 4. Muda 5. Cana-de-açúcar I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. II. Título.

CDD – 633.6135

FORMAS DE PLANTIO DE MUDAS DE CANA-DE-AÇÚCAR NO
SISTEMA MEIOSI

PEDRO GONÇALVES FERNANDES

Tese apresentada ao Centro de Ciências e
Tecnologias Agropecuárias da Universidade
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,
como parte das exigências para obtenção do
título de Mestre em Produção Vegetal

Aprovada em 13 de fevereiro de 2009

Comissão Examinadora:

Carlos Frederico de Menezes Veiga (D. Sc., Produção Vegetal) – UFRRJ

Prof. Henrique Duarte Vieira (D. Sc., Produção Vegetal) – UENF

Prof. Geraldo de Amaral Gravina (D. Sc., Fitotecnia) – UENF

Prof. Fábio Cunha Coelho (D. Sc., Fitotecnia) – UENF
Orientador

Aos meus pais Octávio e Lúcia
Aos meus irmãos Davi e Sara
Dedico.

AGRADECIMENTOS

A DEUS.

Aos meus pais Octávio Costa Fernandes e Lúcia Helena M. G. Fernandes, pelo incentivo, pela educação e amor.

A minha namorada Annamanuella Gomes Cardoso, pelo amor, apoio, compreensão e companheirismo.

À Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, pela oportunidade de realizar o curso.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudo e a oportunidade de desenvolver este trabalho.

Ao Professor Orientador Fábio Cunha Coelho, pela amizade e paciência para passar conselhos e experiências ao longo do curso, a fim do melhor resultado para este trabalho.

Ao Luis Eduardo Crespo, pela amizade, confiança, apoio e conselhos valiosos para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao professor Geraldo Gravina pela grande contribuição nos procedimentos estatísticos.

Ao professor Henrique Duarte Vieira pelo aconselhamento, pelas críticas e valiosas sugestões na defesa de projeto de tese.

Ao professor Ricardo Garcia pela amizade e sugestões.

Ao pesquisador da UFRRJ – Campus Dr. Leonel Miranda, Carlos Frederico Menezes Veiga, pela amizade e experiência passada no período do curso.

Aos professores das disciplinas cursadas, pela dedicação no ensino das matérias.
Ao Engenheiro Agrônomo Willy Pedro Vasconcellos Prellwitz, gerente da Fazenda Abadia – Grupo Queiroz Galvão –, pela amizade e companheirismo, pelo empréstimo da área na fazenda, tratores e implementos agrícolas e por todo apoio e confiança dados desde o início do experimento, ajudando financeiramente e sempre dando grande importância ao desenvolvimento deste trabalho.

Aos funcionários da Fazenda Abadia João Batista, Amaro Viana, Marcelo e Salvador (Dodô), pela importante contribuição nas operações de instalação e condução do experimento.

À Associação Fluminense dos Plantadores de Cana (Asflucan) e a Cooperativa Mista dos Produtores Rurais Fluminense (Cooplanta), pelo suporte financeiro dado a este trabalho.

Aos funcionários da Asflucan e amigos Luis Marcos, Geraldinho, Herval, Elias, Mizael e Maneco, pela contribuição em muitas das etapas para que este trabalho fosse concretizado.

À Usina COAGRO, pelo auxílio dado durante as realizações da análise tecnológica da cana-de-açúcar.

A todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram na ajuda e apoio ao longo da elaboração deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO	VII
ABSTRACT	IX
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Aspectos gerais e perspectivas da cultura da cana-de-açúcar	4
2.2. O Sistema MEIOSI de produção de cana-de-açúcar	8
2.3. Plantio.....	10
2.3.1. Plantio com cana picada x cana inteira	11
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1. Características da área experimental.....	18
3.2. Tratamentos e delineamento experimental	20
3.3. Instalação e condução do experimento.....	21
3.4. Característica da variedade utilizada	23
3.5. Características avaliadas	23
3.5.1. Porcentagem de brotação.....	23
3.5.2. Arqueamento de mudas.....	23
3.5.3. Porcentagem e tamanho médio de falhas	23
3.5.4. Número de perfilhos.....	24
3.5.5. Comprimento de colmos.....	24
3.5.6. Diâmetro de colmos	24
3.5.7. Produtividade de colmos (Mg ha^{-1})	25
3.5.8. Peso médio de colmo.....	25
3.5.9. Características químico-tecnológicas da cana-de-açúcar	25
3.5.10. Açúcar teórico recuperável (kg Mg^{-1}).....	25
3.5.11. Álcool anidro e hidratado teórico (L Mg^{-1}).....	26
3.6. Análise Estatística.....	26
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
4.1. Porcentagem de brotação.....	28

4.2.	Arqueamento de mudas	31
4.3.	Porcentagem e tamanho médio de falhas	32
4.4.	Número de perfilhos	33
4.5.	Peso, diâmetro e comprimento de colmos	38
4.6.	Brix, fibra da cana e pureza do caldo.....	39
4.7.	Produtividade de colmos (Mg ha^{-1}), pol da cana (PC) e tonelada de pol por hectare (TPH)	41
4.8.	Açúcar total recuperável (ATR), tonelada de açúcar por hectare (TAH), açúcar redutor (AR), álcool hidratado e álcool anidro	43
5.	RESUMO E CONCLUSÕES.....	46
6.	RECOMENDAÇÕES	48
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
	APÊNDICE.....	55

RESUMO

FERNANDES, Pedro Gonçalves, Engenheiro Agrônomo, M. Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, fevereiro de 2009. Formas de plantio de mudas de cana-de-açúcar no sistema MEIOSI. Professor Orientador: Fábio Cunha Coelho.

Com o objetivo de avaliar a melhor forma de plantio e densidade de gemas, utilizando mudas com seis meses de idade proveniente do sistema MEIOSI, foi conduzido um experimento a campo na Fazenda Abadia em Campos dos Goytacazes - RJ. Utilizou-se o arranjo fatorial 4x2 (formas de plantio x número de gemas por metro de sulco) em delineamento em blocos ao acaso com quatro repetições. As formas de plantio foram: (I) – colmo inteiro com palha e com ponta; (II) – colmo inteiro com palha e sem ponta; (III) – colmo inteiro sem palha e sem ponta; (IV) – colmo picado sem palha e sem ponta (convencional), utilizando 15 e 20 gemas por metro de sulco. A forma de plantio convencional (IV) apresentou maior porcentagem de brotação seguido da forma de plantio (III) – colmo inteiro sem palha e sem ponta. A palha foi definitiva para a baixa porcentagem de brotação nas formas de plantio I e II. O arqueamento de mudas de modo geral foi baixo, com destaque para a forma de plantio I onde não ocorreu o fenômeno. A menor porcentagem de falhas obtida foi para o plantio convencional (IV) seguida da forma de plantio III – colmo inteiro sem palha e sem ponta. O peso e comprimento de colmos não apresentaram diferenças significativas para as formas de plantio estudadas. Os tratamentos utilizados não interferiram nas variáveis tecnológicas. A forma de plantio (I) – colmo inteiro com

palha e com ponta proporciona maior economia de mão-de-obra no plantio e não diferiu das outras em relação às variáveis produtivas, assim é a forma recomendada entre as quatro estudadas. A densidade de 15 gemas m^{-1} utilizando a forma de plantio recomendada foi suficiente para excelente formação de canaviais.

ABSTRACT

FERNANDES, Pedro Gonçalves, Agronomist Engineer, M. Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Fevereiro 2009. Forms of plantation of sugarcane seed in the system MEIOSI. Adviser: Fábio Cunha Coelho.

With the objective of evaluate to better form of plantation and density of buds, utilizing sugarcane seeds with six months of age originating from the system MEIOSI, was driven an experiment to field in the Fazenda Abadia in Campos dos Goytacazes - RJ. It utilized itself the arrangement fatorial 4x2 (forms of plantation x number of buds by meter of furrow). The forms of plantation were: (I) – stalk entire with straw and with tip; (II) – stalk entire with straw and without tip; (III) – stalk entire without straw and without tip; (IV) – stalk stung without straw and without tip (conventional plantation), utilizing itself 15 and 20 buds by meter of furrow. The form of conventional plantation (IV) presented bigger percentage of sprout followed by the form of plantation (III) – stalk entire without straw and without tip. The straw was definite for the decrease percentage of sprout in the forms of I plantation and II. The hoist of sugarcane seeds in general was very low, with highlight for the form of conventional plantation (IV) where did not occur the phenomenon. The smaller percentage of fails obtained was for the conventional plantation (IV) followed by the form of plantation III – stalk entire without straw and without tip. The weight and length of stalks did not present significant differences for the forms of plantation studied. The treatments utilized did not interfere in the technological variables. The forms of plantation (I) – stalk entire with straw and

with tip provides bigger economy of labor in the plantation and did not differ of the other regarding the productive variables, like this is the form recommended between the four studied. The density of 15 buds m^{-1} utilizing the forms of plantation recommended is sufficient for excellent formation of cane fields.

1. INTRODUÇÃO

A estimativa da produção brasileira de cana-de-açúcar na safra de 2008/2009 destinada ao setor sucroalcooleiro e a outros fins será de 710,28 milhões de toneladas, superior à safra passada em 27% (ou seja, mais 150,85 milhões de toneladas). Desse total, a indústria sucroalcooleira esmagará 78,66 % (558,70 milhões de toneladas) e o restante – 21,34% (151,56 milhões de toneladas) – será destinado à fabricação de cachaça, à alimentação animal, à sementes (cana-planta) e a outros fins (Conab, 2008a).

A área ocupada atualmente no Brasil com essa cultura é de 8,98 milhões de hectares, superior em 26,9% (1,90 milhões de hectares) à da safra anterior (Conab, 2008a). A cana-de-açúcar vem crescendo, basicamente, nas áreas antes ocupadas com pastagem. No Estado do Rio de Janeiro, essa cultura ocupa uma área de aproximadamente 140 mil ha, sendo que, 119 mil ha pertencem à Região Norte Fluminense, onde se concentra o maior número de indústrias. Apesar da extensa área cultivada, a produtividade média da região é uma das mais baixas do Brasil com 57 Mg ha⁻¹, sendo esta, inferior em 30% sobre a média nacional estimada para safra 2008/2009 em 81 Mg ha⁻¹ de cana-de-açúcar (Conab, 2008a; Veiga et. al., 2006).

Essa produtividade muito abaixo da média pode ser atribuída à carência de recursos materiais, principalmente máquinas e implementos agrícolas, tanto por parte da maioria dos fornecedores como em algumas usinas, e também aos recursos humanos e financeiros limitados, o que constitui séria restrição à adoção

de tecnologia. O Estado de São Paulo, por exemplo, produz 58,3% da produção destinada a indústria, com produtividade média de 84 Mg ha⁻¹, ou seja, 47% superior à média do Rio de Janeiro (Conab, 2008a). Esses resultados estão ligados diretamente aos fortes investimentos em pesquisa e tecnologia, melhores solos, áreas mecanizáveis e precipitações regulares.

O manejo do solo visando sua reestruturação em detrimento de métodos convencionais direciona boa parte das pesquisas atuais com a cultura da cana-de-açúcar. Buscam-se alternativas que reduzam os custos de produção focada na agricultura sustentável, onde o plantio direto é o grande suporte para que esses resultados aconteçam. Com o plantio direto, maximiza-se a eficiência na utilização de insumos (fertilizantes e combustíveis), pois a palhada formada na superfície do solo aumenta o teor de matéria orgânica que confere maior atividade microbiana, a retenção de umidade, a agregação do solo, a CTC, o potencial produtivo e, conseqüentemente, alcançando-se a sustentabilidade da área agrícola (Peixoto et al., 1997).

Na cultura da cana-de-açúcar a área deve ser renovada em média a cada cinco anos, envolvendo alto custo para sua implantação. O sistema MEIOSI (Método Interrotacional Ocorrendo Simultaneamente) de produção é uma tecnologia que facilita a adoção do plantio direto, pela opção de introduzir uma cultura em rotação nas áreas de reforma, com a finalidade de reduzir custos de produção. Esse sistema consiste no plantio de cana de ano e meio, com o início de uma parte do plantio em setembro/outubro, na proporção de 3:10 (plantio de três linhas e espaço sem cana equivalente a dez linhas – opção para cultura em rotação), com o objetivo de produzir muda suficiente na própria área em reforma para o plantio da área total em março/abril.

No ano agrícola de 2006/2007, alguns fornecedores de cana-de-açúcar do município de Campos dos Goytacazes, em parceria com a ASFLUCAN (Associação Fluminense dos Plantadores de Cana) e a UENF (Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro), utilizaram o sistema MEIOSI de produção utilizando o adubo verde *Crotalaria juncea* em rotação.

De acordo com Landell (1998), por essa muda produzida no sistema ser bem jovem, em torno de seis meses, portanto com baixa influência da dominância apical, não é necessário realizar o desponte e a picação. Porém, houve grande

resistência por parte dos fornecedores em realizar o plantio direto sobre a *C. juncea* sem o desponte e sem a picação.

Pelo exposto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar diferentes métodos de plantio da cana-de-açúcar, utilizando mudas de seis meses de idade provenientes do sistema MEIOSI.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Aspectos gerais e perspectivas da cultura da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar (*Saccharum sp.*) é uma gramínea, e como a maioria delas, é uma planta C4. É adaptada às condições de alta intensidade luminosa, dessa forma responsável por alta taxa fotossintética e de eficiência na utilização e resgate de CO₂ (gás carbônico) da atmosfera, apresentando maior desenvolvimento em regiões tropicais.

No mundo, a cana-de-açúcar é cultivada predominantemente em áreas subtropicais entre 15° e 30° de latitude, mas podendo se estender até 35° de latitude, tanto norte quanto sul, sendo produzida comercialmente em mais de 70 países. No território brasileiro a importância sócio-econômica da exploração da cultura canavieira é reconhecida desde os tempos do Brasil colônia (Castro e Kluge, 2001).

No início da década de 30, mais precisamente em 1933, foi criado, no Brasil, o Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA), cuja função era controlar a produção para manter os preços em um nível adequado, protegendo o produto brasileiro no mercado internacional. Foi estabelecido um sistema rígido de cotas, que eram distribuídas entre as diferentes unidades produtoras, ou seja, cada usina ou engenho só poderia produzir uma determinada quantidade de açúcar. Havia um controle do preço e da produção. Assim, o lucro dependeria de custo reduzido e aumento da produtividade, o que contribuiu para que a produção se

concentrasse em grandes usinas, com grande capacidade de produção (Brandão, 1984; Copersucar, 1989; Toledo e Gancho, 1996; Ferlini, 1998; Prado Jr., 1998).

Com a crise energética no início da década de 70, decorrente de conflitos no oriente médio, o preço do barril de petróleo no mercado internacional disparou, saindo de um patamar de US\$ 2,00, atingindo o teto de US\$ 12,00, com isso houve uma grande mobilização com objetivo de substituir a matriz energética brasileira essencialmente, até aqui, calcada em combustíveis fósseis não renováveis. Apesar dessas dificuldades, em 14 de novembro de 1975, o governo federal, representado nessa fase por Ernesto Geisel, cria o Programa Nacional do Açúcar e do Álcool (PROÁLCOOL). Esse programa lança linhas de crédito subsidiado ao setor canavieiro. Assim, a cana-de-açúcar assume um lugar de destaque na economia nacional com a produção de álcool etílico, sendo expandida por todos os estados brasileiros, principalmente em São Paulo, Pernambuco e Alagoas (Castilho, 2000).

Atualmente, passados mais de trinta anos depois do início do PROÁLCOOL, o Brasil vive uma nova expansão dos canaviais com o objetivo de oferecer, em grande escala, o combustível alternativo. O plantio avança além das áreas tradicionais, do interior paulista e do Nordeste, e espalha-se pelos cerrados. A nova escalada não é um movimento comandado pelo governo, como a ocorrida no final da década de 70, quando o Brasil encontrou no álcool a solução para enfrentar o aumento abrupto dos preços do petróleo que importava. A corrida para ampliar unidades e construir novas usinas é movida por decisões da iniciativa privada, convicta pela perspectiva positiva na crescente preocupação da sociedade mundial com o ambiente, em busca de alternativas para a substituição do uso de combustíveis fósseis não renováveis. Dessa forma, o etanol coloca-se numa opção cada vez mais importante como combustível, no Brasil e no mundo.

Em 2007, o Brasil alcançou a marca de 4 milhões de veículos equipados com motores *flex fuel*, (movidos a álcool, gasolina ou a mistura de ambos) vendidos desde 2003, quando o mercado começou a disponibilizar essa tecnologia. As vendas desses veículos já superaram as dos automóveis movidos à gasolina, e do total dos vendidos no mercado interno em julho de 2007, 88% eram bicombustível (Anfavea, 2007).

A velocidade de aceitação pelos consumidores dos carros bicompostível foi muito mais rápida do que a indústria automobilística esperava. Hoje a opção já é oferecida para quase todos os modelos das indústrias.

O atual crescimento e a importância da cultura, tanto em nível nacional quanto em internacional são evidentes. Atualmente no Brasil, a cana-de-açúcar ocupa uma área de aproximadamente 8,98 milhões de hectares (Conab, 2008a). De acordo com a segunda estimativa realizada pela Conab (2008a), a indústria sucroalcooleira esmagou 558,72 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, transformando em 32,78 milhões de toneladas de açúcar e 27,09 bilhões de litros de álcool.

O setor sucroalcooleiro nacional também se destaca quando o assunto é o custo de produção e a eficiência energética do etanol produzido. A produtividade é a maior do mundo. De cada hectare de cana plantada no país, produzem-se em média 6.800 litros de álcool. Nos Estados Unidos, hoje o maior produtor mundial de etanol, o álcool é feito de milho, e cada hectare da cultura gera 3.200 litros de álcool em média, abaixo da metade do rendimento brasileiro. O preço da produção nacional é igualmente imbatível, o litro custa cerca de 20 centavos de dólar, ante 47 centavos do álcool de milho americano e 32 centavos do álcool de cana produzido na Austrália (Datagro, 2007). No Brasil, as indústrias que fabricam o álcool são movidas pela energia elétrica gerada através da queima do bagaço de cana, um processo duas vezes mais barato do que o americano, que depende da energia gerada do carvão, do óleo combustível ou do gás natural, encarecendo o produto final.

No início de 2007, o presidente dos EUA George W. Bush, em visita ao Brasil, afirmou que, em dez anos, pretende reverter cerca de 20% da matriz energética do país, baseada principalmente na gasolina, para o etanol. Mas, como já se falou anteriormente, a técnica norte americana de produção de álcool – muito defasada em relação à nossa e usando o milho como matéria-prima – não parece ser a mais adequada para atender a demanda em mais de sete vezes de sua produção atual, até 2017 (Barros, 2007).

Esse maior consumo geraria uma demanda de 132 bilhões de litros de etanol por ano, que chega a ser pouco menos que o triplo de toda a produção mundial. Isso abriria espaço para uma importação em massa do etanol produzido no Brasil, assim como de nossa tecnologia da extração de álcool a partir de cana-

de-açúcar, a pioneira e mais avançada do mundo. O maior entrave à exportação do etanol brasileiro, além dos altos índices de consumo no próprio país, é a proteção dos países aos seus agricultores, que são incentivados pelos programas de energia renovável (Barros, 2007).

A supremacia brasileira no mercado de álcool, no entanto, está correndo sério risco e não deve ser encarada como definitiva. O país tem problemas que tendem a agravar-se com o tempo. A mais perigosa é a falta de investimentos em ciência e tecnologia. Assim como o desenvolvimento de novos cultivares de soja levou a produção de grãos para o cerrado, o desenvolvimento de híbridos melhorados de cana-de-açúcar, adaptados a regiões mais áridas e, principalmente, a injeção de investimentos em pesquisas na obtenção do etanol de celulose, serão fundamentais para abrir novos pólos de produção e elevar a produtividade. Por outro lado, o etanol de segunda geração - etanol de celulose - inclui como matéria-prima diferentes tipos de biomassa, como o bagaço de cana-de-açúcar, palha de milho, resíduos de madeira, trigo, capim, sorgo ou qualquer vegetal rico em celulose (Melo, 2007).

Ainda que o Brasil tenha acumulado três décadas de experiências e conte com vantagens – a produtividade da cana brasileira (79 Mg ha^{-1}) é superior à média mundial (69 Mg ha^{-1}) –, ganha a corrida do etanol de segunda geração quem primeiro descobrir a melhor rota tecnológica para transformar resíduos em álcool. Nesse sentido os EUA estão em grande vantagem. Em 2008, o governo americano investiu US\$ 1,5 bilhão em pesquisas energéticas, e o etanol de celulose recebeu US\$ 200 milhões. Já no Brasil, a corrida tecnológica está mais lenta e menos organizada. O Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) ainda está concluindo o primeiro edital para induzir pesquisas com etanol de celulose, com orçamento de R\$ 22 milhões de reais. Nos Estados Unidos, seis plantas-piloto já saíram do papel. O orçamento é de US\$ 385 milhões, e a previsão é produzir 863,7 milhões de litros de etanol da celulose. No Brasil, o Centro de Pesquisa e Desenvolvimento (Cenpes) é o primeiro projeto oficial. A Petrobras investiu R\$ 3 milhões para produzir 102 mil litros de etanol por ano, feitos a partir do bagaço de cana, com previsão de produção em escala industrial a partir de 2010 (Melo, 2007).

A falta de infra-estrutura é outra falha importante a ser considerada. A maior parte do álcool produzido no país deixa a usina em caminhões, um meio de

transporte caro que compromete a rentabilidade de áreas no interior do país. Também falta estrutura nos portos. Parte da solução do problema estaria na construção de alcooldutos cortando o país. Um projeto da Petrobras prevê a abertura de um duto que ligaria Goiás à refinaria de Paulínia, em São Paulo, passando pelas principais regiões produtoras (Petrobrás, 2007).

Além desses dois pontos citados anteriormente, outro ponto que pode levar ao fracasso, está nas mãos dos usineiros – a garantia da produção do álcool. Pode parecer um item primário na sofisticada agenda do setor de energia, mas historicamente os usineiros locais reduzem a produção de álcool toda vez que o preço do açúcar sobe. Caso esse que ocorreu em 2006 quando a saca de 50 kg de açúcar chegou a ser cotada a R\$ 59,80. Essa velha artimanha para aumentar o faturamento da usina no curto prazo tende a minar a confiança dos consumidores de outros países. O mercado de combustíveis trabalha com contratos de longo prazo que precisam ser respeitados, não respeitá-los pode ser fatal para as empresas e para o país (Convênio UFRRJ-FAPUR/Associações dos Plantadores/Unidades Industriais do Estado do Rio de Janeiro , 2007).

2.2. O Sistema MEIOSI de produção de cana-de-açúcar

O sistema conhecido como MEIOSI (Método Interrotacional Ocorrendo Simultaneamente) foi desenvolvido pelo Eng. Agr. José Telles de Barcelos, no início da década de oitenta, na estação experimental do Planalsucar, em Uberlândia, MG, tendo como objetivo viabilizar a consorciação racional da cana-de-açúcar com culturas anuais e/ou adubos verdes em área de reforma, buscando minimizar os custos de produção (Landell, 1998).

O sistema proposto pelo Eng. Agr. José Telles de Barcelos é o plantio de cana de ano e meio, com o início de uma parte do plantio em setembro/outubro, numa proporção de 2:8, ou seja, o plantio de duas linhas de cana e um espaço intercalar equivalente a oito, com o objetivo de produzir, nessas duas linhas, mudas suficientes na própria área de renovação para o plantio do restante da área em março/abril. Nesse espaço intercalar, cria-se a possibilidade da instalação de culturas que tenham ciclo compatível ao do sistema MEIOSI, ou seja, culturas que possam ser plantadas e colhidas durante o período do desenvolvimento da muda de cana-de-açúcar. Entretanto, o ideal é que a cultura a ser escolhida seja uma leguminosa, para dessa forma ser aproveitado todos os

benefícios que uma rotação cultural proporciona ao solo. As leguminosas anuais mais utilizadas são: soja, amendoim e feijão, com destaque para o adubo verde *Crotalaria juncea* pela capacidade de produção de grande quantidade de massa verde em um curto período de tempo. O plantio da área total com cana-de-açúcar é realizado tomando como referência as duas linhas-base, que serão “quebradas” ou cortadas e espalhadas nos sulcos vizinhos (Landell, 1998).

Entretanto, na Região Norte Fluminense durante o mês de janeiro ou fevereiro, normalmente ocorre o chamado veranico, que é um período de aproximadamente um mês que as precipitações são insignificantes e a evapotranspiração alta, prejudicando bastante o desenvolvimento da cana-de-açúcar. Pensando nesse problema que normalmente ocorre todos os anos, com raras exceções, o esquema do sistema foi adaptado para a região de maneira que a proporção de linhas para a produção de mudas, ao invés de duas, são três e o espaço intercalar, ao invés de oito, utiliza-se dez linhas. Dessa forma a relação deixou de ser 1:4 para ser de 1:3,33. Portanto, na prática, uma distribuição racional e eficiente é a utilização das linhas laterais para plantar cinco em cada lado, com a segurança de ter a do meio para utilização de um eventual repasse (Figura 1).

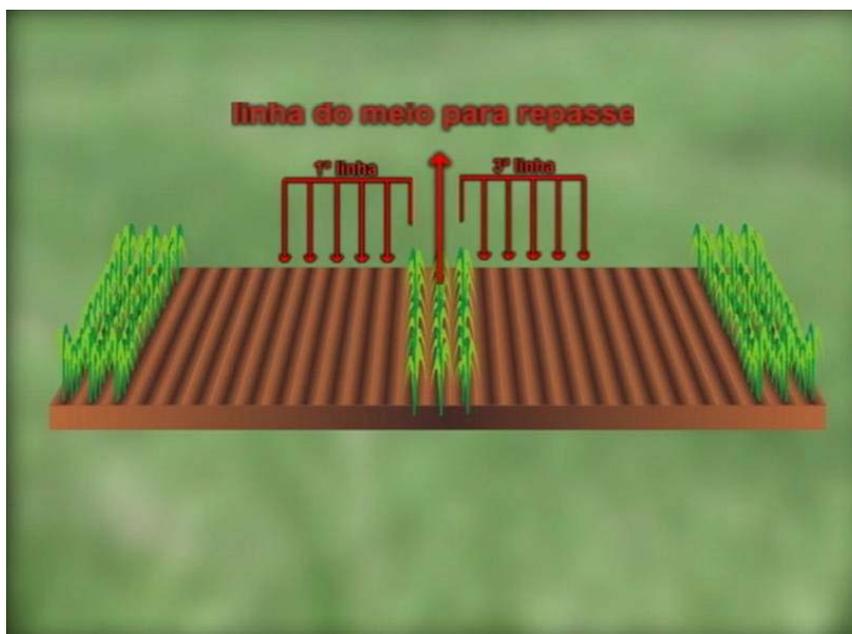


Figura 1. Esquema de distribuição espacial do sistema MEIOSI (3 linhas x 10 linhas).

A vantagem quantitativa e econômica na adoção dessa técnica está relacionada à idade das mudas (seis meses), significando maior vigor, justificando menor consumo de gemas para implantar um hectare, melhor sanidade e maior rendimento de corte. O plantio realizado nesse sistema elimina a necessidade do carregamento e do transporte de mudas, minimizando custos e melhorando a logística das operações. Assim, a muda é cortada e plantada ao lado, podendo esta operação ser interrompida a qualquer momento, de modo que a muda para o restante da área permanecerá em pé. Dessa forma, imprevistos durante o plantio não comprometerão a integridade da muda durante a renovação e, conseqüentemente, ganha-se tempo e qualidade no plantio.

O sistema é utilizado principalmente no Estado de São Paulo. A Usina São José da Estiva, localizada no município de Novo Horizonte – SP, utiliza o sistema MEIOSI em 35% do seu plantio, principalmente devido à redução de custos. Segundo o Gerente agrícola da Usina, na safra 2006/2007 o custo por hectare de reforma utilizando o sistema ficou em torno de R\$ 1.534,48 e o convencional, de R\$ 2.692,45, ou seja, uma redução de 43% na implantação de um novo canavial (Pinto, 2007).

De acordo com Landell (1998), por essa muda ser bem jovem, em torno de seis meses, portanto com baixa influência da dominância apical, não é necessário realizar o desponte e a picação.

2.3. Plantio

A cana-de-açúcar é uma cultura semiperene. Sua implantação e condução revestem-se de grande importância, pois constituem fatores que podem elevar a vida útil do canavial pelo aumento do número de cortes econômicos.

Um plantio realizado sem planejamento, com preparo de solo inadequado e muda de qualidade ruim, acarretará em alto índice de falhas e elevada infestação de ervas daninhas, tendo como consequência a necessidade de renovação precoce da área.

De modo geral, fica claro que o sistema de plantio da cana-de-açúcar influenciará no período em que a cultura permanecerá no campo, ou seja, na longevidade do canavial. Quando se utiliza formas não convencionais de plantio, com marcações e esquemas diferentes dos tradicionais, como o sistema MEIOSI, a atenção para as recomendações técnicas deve ser redobrada, desde o

momento da instalação do sistema até a forma de plantio final da muda de cana-de-açúcar, seja utilizando o plantio direto ou não.

2.3.1. Plantio com cana picada x cana inteira

A prática utilizada no plantio convencional da cana-de-açúcar é a propagação vegetativa de estacas ou toletes, que são pedaços de colmos contendo duas ou três gemas (Figura 2). A partir dessas gemas, desenvolvem-se os colmos primários, e os mesmos dão origem a colmos secundários de onde saem os terciários, e assim sucessivamente formando touceiras.

Segundo Plana et al. (1987), a brotação das gemas na cana-de-açúcar é um dos processos que requer maior atenção, pois dele dependerá, em grande medida, a futura população de plantas no campo. Essa conclusão é confirmada indiretamente por vários autores, afirmando que o parâmetro que apresenta maior correlação com a produção é o número de colmos, seguido pela altura, diâmetro de colmos e densidade (Mariotti, 1971; Cesnik e Vencovsky, 1974; Miller e James, 1974).

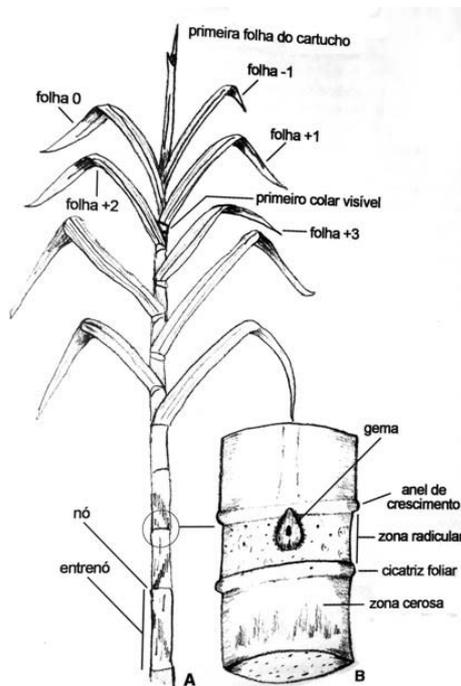


Figura 2. Planta de cana-de-açúcar. A. numeração das folhas pelo sistema Kuijper; B. região nodal (nó) do colmo (Ilustração: Alexandre de S. Pinto) (Segato et al., 2006).

De acordo com estudos realizados por Dillewijn (1952) e Malavolta e Haag (1964), a secção do colmo é realizada visando garantir boa porcentagem de brotação, uma vez que toletes com maior número de gemas têm porcentagem de brotação diminuída em decorrência da dominância apical. Os referidos autores enfatizaram que assim que ocorre a brotação, esta induz a formação de auxina, fazendo com que as demais gemas não brotem ou o façam com atraso, o que resulta numa menor porcentagem de brotação, quando comparada com o uso de toletes com menor número de gemas.

Arcenaux (1948) na Louisiana, EUA, foi um dos primeiros a testar a possibilidade de se plantar cana inteira. Lonsdale (1978), na Rodésia, África Central, juntamente com agricultores locais, testaram o plantio de cana inteira num esforço de economizar mão-de-obra, obtendo boa brotação inicial. Esse mesmo autor, comparando plantio de cana inteira com a cana picada, utilizando uma, três, cinco e sete gemas, concluiu que o plantio da cana inteira obteve rendimentos semelhantes aos demais tratamentos, embora apresentasse germinação mais lenta.

Ma (1980), em seu trabalho, enumerou algumas vantagens no uso de colmos inteiros ao invés de toletes com duas gemas: economia de mão-de-obra; redução da deficiente “germinação” induzida por alta precipitação e alto nível de umidade no solo; perfilhamento precoce com benefício para o crescimento da planta em estágio posterior; aumento no número de colmos industrializáveis; redução dos custos de plantio.

Em Taiwan, Yang et al. (1981), comparando o plantio de cana inteira com o tradicional tolete de duas gemas, observaram que não houve diferença significativa no número de perfilhos, na altura do colmo e na produção de açúcar por hectare, entre os dois métodos de plantio.

No Brasil os primeiros estudos com plantio de cana inteira começaram a surgir no ano de 1982, no Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA) juntamente com usinas.

Lee (1984) conduziu experimento em que avaliou a viabilidade do plantio de cana inteira da variedade NA5679, plantio de cana de ano. Avaliou comparativamente a brotação, o crescimento e o rendimento de colmos provenientes de plantio convencional de toletes com três gemas, picadas no sulco de plantio, com o plantio de cana inteira com e sem pontas e com e sem cartucho

foliar, realizado no mês de setembro. Nesse estudo, foram realizadas observações importantes no que se trata dos aspectos fisiológicos da cana-de-açúcar.

O autor inicia a discussão correlacionando a influência inibidora que o ponto de crescimento do colmo exerce sobre as gemas laterais, de forma que, mantendo-as em estado de dormência (dominância apical), uma gema não se desenvolverá, sob condições normais, enquanto a gema apical estiver ativa. Porém, quando a ponta é removida, ou cessa sua atividade normal devido a dano ou florescimento, as gemas laterais superiores se desenvolvem em brotos, que por sua vez inibem a germinação das gemas laterais inferiores. De modo que essas só se desenvolverão caso as superiores sejam removidas.

Esse mesmo fenômeno se verifica em plantio de cana picada em toletes com duas ou mais gemas, quando plantados horizontalmente, com as gemas colocadas lateralmente. Nesse caso, as gemas mais jovens da ponta germinam primeiro, exercendo um efeito inibidor sobre as inferiores, portanto, retardando ou mesmo impedindo seu desenvolvimento. Isso se deve à maior quantidade de água contida nas partes mais jovens do colmo, bem como de açúcares redutores (glicose e frutose), o que afeta de modo decisivo a velocidade de germinação.

Como a idade das gemas aumenta da ponta para base, o plantio de cana inteira resultará em diferença de idade entre elas, tanto maior quanto mais velha for a muda da cana. Assim, é comum se observar, quando se planta cana inteira de maior idade, um número relativamente pequeno de brotos provenientes da ponta da cana, enquanto que praticamente nenhuma das gemas mais velhas desenvolvem brotos, o que resulta, no campo, em touceiras entremeadas por falhas.

Quando uma cana inteira mais jovem é utilizada como muda, a diferença de idade entre as gemas da ponta e da base é pequena, sendo todas elas relativamente ricas em água e açúcares redutores. Portanto, todas as gemas dos colmos podem germinar num curto período, e antes que as gemas mais jovens já germinadas exerçam seu efeito inibidor, as partes inferiores do colmo podem germinar também (Lee, 1984).

Dessa forma, os resultados obtidos por Lee (1984) demonstraram que a brotação e o desenvolvimento da cana de açúcar a partir de mudas de cana inteira, de sete a oito meses de idade, foram iguais ou melhores do que as mudas

com três gemas picadas no sulco, e que os rendimentos de cana-de-açúcar também foram semelhantes nos dois métodos. A porcentagem de falhas foi maior nas parcelas de cana inteira (plantadas na razão de 12 gemas por metro linear), porém sem afetar o rendimento final observado, situando-se as falhas de acordo com a metodologia proposta por Stolf et al. (1986), entre 8 a 9,6% para canas inteiras contra 3,4% para o tratamento convencional de três gemas, entretanto, segundo o autor, esse problema pode ser amenizado aumentando o número de gemas para 15 ou 20 por metro linear no sulco de plantio. Observou ainda, que o arqueamento de mudas foi mais numeroso quando se utilizou mudas de cana inteira, recomendando, entretanto, o plantio de cana inteira com o cartucho foliar, visando diminuir esse problema. Também verificou que o arqueamento de mudas não oferece impedimento quando da realização dos posteriores tratamentos culturais.

Em outros experimentos conduzidos em diversas localidades do Estado de São Paulo, Lee et al. (1986) confrontaram o plantio convencional de cana picada com o plantio de cana inteira e recomendaram o seguinte procedimento para a utilização da cana inteira no plantio: utilizar mudas com 8-10 meses de idade para cana-planta, e no máximo nove meses caso utilizar-se de cana soca; não descartar o palmito da muda, mantendo-se todas as bainhas das folhas do palmito, para evitar-se o levantamento de pontas; plantar as canas com pé e ponta bem cruzados; evitar a cobertura da cana com muita terra, sendo 5 cm a quantidade ideal; utilizar variedades que se apresentem eretas quando da coleta de mudas.

Lee & Silva (1987) conduziram experimento com o objetivo de verificar se o pré-tratamento de mudas para plantio de cana inteira aumentaria a taxa de brotação de cana com mais de 11 meses de idade. Foram utilizadas mudas da variedade NA5679, com 11,5 meses de idade, os colmos foram cortados, despilhados e despontados e deixados no campo em montes por um período de um a nove dias. Depois desse período, essas canas e outras recém-cortadas foram plantadas na densidade de 15 gemas por metro de sulco, utilizando-se tanto o sistema de plantio de cana inteira como o de toletes com três gemas. Concluíram os referidos autores que, utilizando-se mudas com mais de 11 meses de idade para o plantio de cana inteira, em pré-tratamento constituído pelo repouso das canas no campo, por um período de quatro a seis dias, houve um aumento na brotação na ordem de 30 a 35%. Entretanto, o repouso muito longo

pode resultar em efeito negativo, devido à constante perda de água sofrida pela cana e a ocorrência de brotação lateral acentuada durante o pré-tratamento.

Brito (1988), estudando o plantio convencional (3-4 gemas/tolete) com sistemas de meia cana com e sem desponte e cana inteira com e sem desponte, nas variedades NA5679 e CB453, em plantio feito em março, concluiu que não foram afetados o rendimento agrícola e as características tecnológicas da cana-de-açúcar, nos sistemas analisados. Também, observou que houve diferenças significativas para os parâmetros número de colmos colhidos por hectare, peso médio dos colmos, diâmetro médio dos colmos, arqueamento das mudas e % de área falhada nos diferentes sistemas de plantio que, entretanto, não influenciaram a produção de cana por área (Mg ha^{-1}) e açúcar por área (Mg açúcar ha^{-1}). Informou com tais observações, ser possível sugerir-se a utilização de colmos inteiros no plantio da cana-de-açúcar. No mesmo trabalho, o autor observou que a qualidade de plantio foi considerada excelente, para o sistema convencional, e média, para os sistemas com meia cana e canas inteiras despontadas ou não. Para a análise de porcentagem de falhas, observou-se, pela metodologia proposta por Stolf et al. (1986), que houve falhas ao redor de 2,6% para o sistema convencional, contra 20 a 31% para os demais sistemas de plantio estudados. Deve-se considerar que em ambos os trabalhos, utilizaram-se números de gemas plantadas por metro linear de sulco, inferiores aos plantios comerciais (20 a 25 gemas m^{-1}), o que ajudaria a minimizar o fato (Marchiori, 2004).

Quintela (1996), avaliando o plantio convencional e de cana inteira, com e sem desponte, e a compactação pós-cobertura, em duas variedades de cana-de-açúcar, concluiu que para as duas variedades estudadas, a porcentagem de brotação e a velocidade de emergência, foram maiores no plantio de toletes com três gemas do que no plantio de cana inteira com ou sem desponte. O plantio de cana inteira, com desponte, proporcionou um maior arqueamento de mudas do que o plantio de cana inteira sem desponte e o plantio de toletes com três gemas. Como as características químico-tecnológicas da cana, assim como os rendimentos de colmos das duas variedades não foram influenciados pelo plantio de cana inteira com ou sem desponte, e nem pela compactação das mudas pós-plantio, foi recomendado, pelo autor, realizar o plantio de cana inteira sem desponte.

Observações de importância também foram encontradas em níveis fitopatológicos em função da prática do seccionamento dos colmos da cana-de-açúcar. Na Índia, Kanwar et al. (1975) conduziram um ensaio por dois anos, no qual estudaram o efeito do tamanho de toletes e do tratamento com fungicida, sobre a germinação e produção de cana-de-açúcar. Os resultados mostraram que toletes com duas, três, quatro ou cinco gemas deram maior porcentagem de brotação e perfilhamento que toletes com seis gemas e colmo inteiro, mas as diferenças na população de colmos e na produção não foram significativas.

Lee et al. (1986), em seu trabalho, concluíram que além de observarem a facilidade da ação dos agentes patogênicos diminuindo a brotação, identificaram também grande quantidade de gemas danificadas em função da picação da muda de cana, sugerindo então aumento de número de gemas por metro para compensar essa perda. Os referidos autores também notaram que, quando ocorre período de déficit hídrico, o plantio de cana inteira, em comparação com toletes de três gemas, apresenta menos falhas e estande final melhor. No caso estudado, ocorreram 30 dias de seca após o plantio, acrescido de altas temperaturas, nestas condições, a perda de umidade em toletes de três gemas é bem maior do que em cana inteira.

Wood (1987), estudando a influência do seccionamento dos colmos, concluiu que a picação dos colmos no sulco de plantio, além de aumentar o custo da mão-de-obra, pode afetar a brotação devido à podridão que se instala a partir das superfícies de corte. Em condições de ambiente quente e úmido, os colmos seccionados deterioram mais rapidamente que os colmos inteiros.

Gheller (1995), estudando técnicas culturais para o controle da podridão-abacaxi em cana-de-açúcar, concluiu que a podridão-abacaxi, em condições climáticas favoráveis à sua ocorrência, infecciona severamente os toletes de cana-de-açúcar plantados, caso tenham sido seccionados à maneira convencional (três gemas), diminuindo sua intensidade (%) de infecção à medida que se aumenta o tamanho do tolete plantado, de valores próximos a 100% (toletes de três gemas) para valores ao redor de 38% (cana plantada inteira). O efeito da doença foi maior na cana planta, e os maiores rendimentos agrícolas ocorreram nos tratamentos com menor número de seccionamentos dos colmos plantados. Assim, procedendo-se a apenas um seccionamento, ou nenhum, em

colmos de no máximo 12 meses de idade, houve, além de ganhos no rendimento agrícola, melhor qualidade de plantio, comparado ao sistema convencional.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Características da área experimental

Foi conduzido um experimento de campo na Fazenda Abadia pertencente ao Grupo Queiroz Galvão, no município de Campos dos Goytacazes, ao Norte do Estado do Rio de Janeiro, durante o período de setembro de 2006 a agosto de 2008.

O município de Campos dos Goytacazes está situado a 21°44' de Latitude S e 41°14' de longitude W, com uma altitude média aproximada de 12 m acima do nível do mar e relevo com declividade suave na maior parte de sua extensão. A região caracteriza-se por apresentar precipitação média anual de 884,8 mm, concentrando-se 71% nos meses de outubro a março. O clima da região, segundo Köppen, é classificado como Aw, do tipo quente úmido. A temperatura média anual está em torno de 23,1°C, média das máximas de 29°C e média das mínimas em torno de 19°C (Azevedo et al., 2000).

Os dados climatológicos referentes ao período da condução do experimento estão na Figura 3.

O experimento foi conduzido em solo classificado como Cambissolo Tm eutrófico argiloso, com moderada drenagem, e textura argilo-siltosa. Foram coletadas amostras compostas de solo nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, efetuando-se a análise química e granulométrica (Tabela 1).

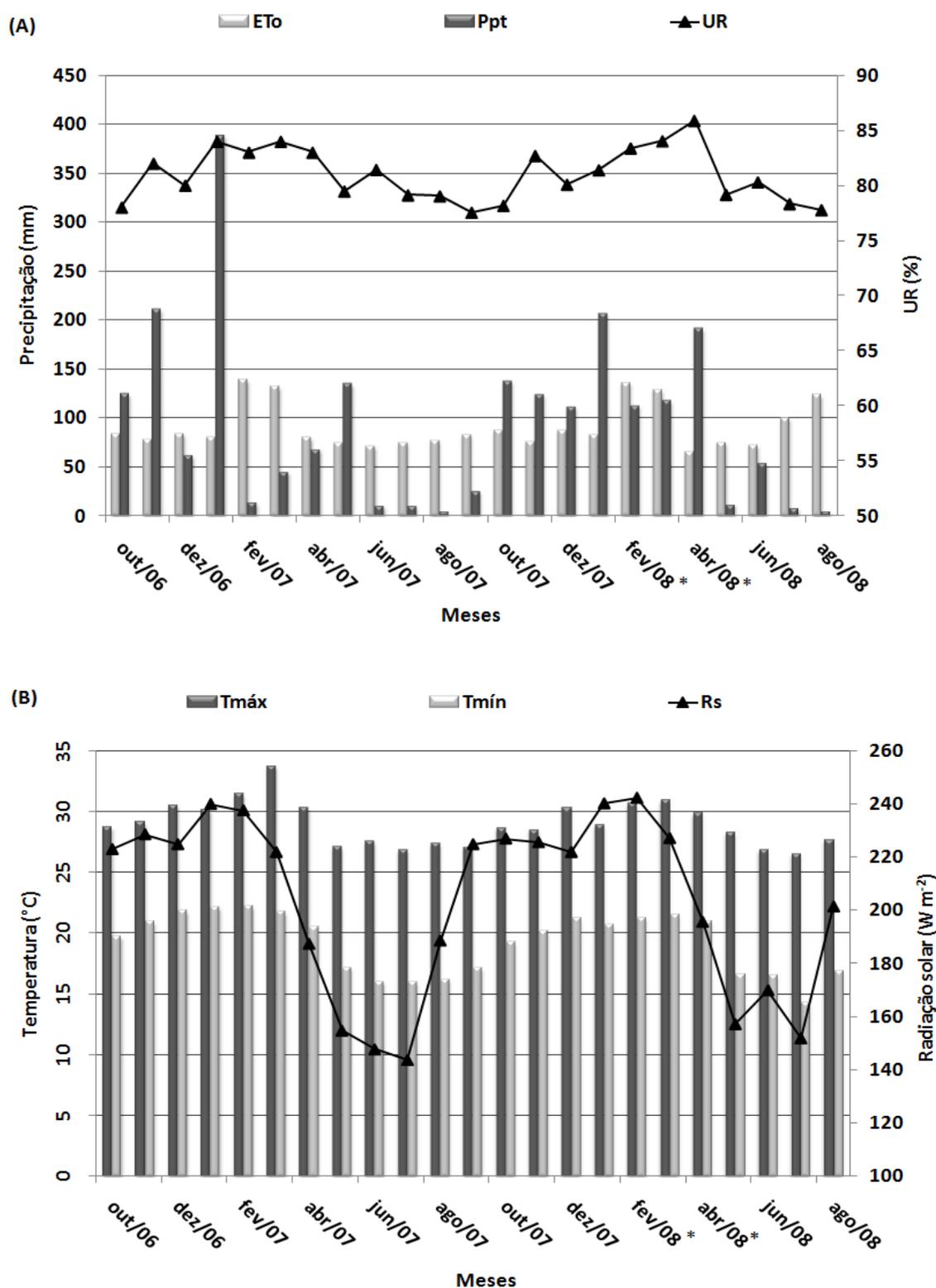


Figura 3. Dados climáticos durante o período de outubro de 2006 a agosto de 2008. A) Evapotranspiração de referência (ETo), precipitação total (Ppt) e médias de umidade relativa (UR) e em B) médias de temperatura máxima (Tmáx), temperatura mínima (Tmín) e radiação solar (Rs). Fonte: Estação climatológica da UENF/PESAGRO-RJ e Posto climatológico da UFRRJ/Campus Dr. Leonel Miranda (*).

Tabela 1. Resultados da análise química e granulométrica de amostras de solo na área experimental da Fazenda Abadia em Campos dos Goytacazes – RJ, ano agrícola 2007/08

Análise Química	Profundidade (cm)	
	0 - 20	20 - 40
pH em H ₂ O	5,4	5,5
P disponível (mg dm ⁻³)	17,0	13,0
K ⁺ trocável (mmol _c dm ⁻³)	2,0	0,4
Ca ⁺² trocável (mmol _c dm ⁻³)	26,3	20,9
Mg ⁺² trocável (mmol _c dm ⁻³)	30,0	22,5
Al ⁺³ trocável (mmol _c dm ⁻³)	3,0	3,0
H+Al ⁺³ (mmol _c dm ⁻³)	45,9	29,5
Na ⁺ trocável (mmol _c dm ⁻³)	2,0	1,3
S-SO ₄ (mg DM ⁻³)	16,0	15,0
B (mg dm ⁻³)	0,47	0,51
Cu (mg dm ⁻³)	1,03	1,16
Fe (mg dm ⁻³)	54,37	76,90
Mn (mg dm ⁻³)	10,22	7,33
Zn (mg dm ⁻³)	1,42	1,00
MO (g dm ⁻³)	26,03	14,48
C (g dm ⁻³)	15,1	8,4
SB (mmol _c dm ⁻³)	60,30	45,10
t (mmol _c dm ⁻³)	63,3	48,1
T (mmol _c dm ⁻³)	106,20	74,60
m (%)	5	6
V (%)	57	60
Argila (g dm ⁻³)	527	468
Silte (g dm ⁻³)	386	417
Areia (g dm ⁻³)	87	115

SB,= Soma de Bases; T = CTC a pH 7,0; t = CTC Efetiva; m = Saturação de Alumínio; V = Saturação de Bases

3.2. Tratamentos e delineamento experimental

O experimento constou de um arranjo fatorial 4x2 (formas de plantio x número de gemas por metro de sulco). Assim, os tratamentos, num total de oito, foram compostos por quatro formas de plantio: (I) – colmo inteiro com palha e com ponta; (II) – colmo inteiro com palha e sem ponta; (III) – colmo inteiro sem palha e sem ponta; (IV) – colmo picado sem palha e sem ponta (plantio convencional), com 15 ou 20 gemas por metro de sulco.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com quatro repetições. Cada unidade experimental foi composta por quatro linhas de 10 metros de comprimento com espaçamento de 1,30 metros nas entrelinhas,

totalizando 52 m². A área útil (20,8 m²) correspondeu às duas linhas centrais, sendo eliminado 1,0 m de cada extremidade da parcela.

Cada bloco foi composto por oito unidades experimentais, ocupando uma área de 416 m² por bloco. Os blocos foram dispostos no sentido do plantio do sistema MEIOSI. No total, a área ocupada pelo experimento foi de 1.664 m².

3.3. Instalação e condução do experimento

A área da Fazenda Abadia em sua maioria é composta pela cultura da cana-de-açúcar. O histórico da área experimental em questão foi o monocultivo da cana-de-açúcar no período de 10 anos, utilizando o sistema de preparo convencional do solo, com aração e gradagem e a colheita manual após a cana ser queimada.

Na reforma da área experimental em setembro de 2006, empregou-se o preparo convencional do solo por meio de duas arações para completa destruição da soqueira da cana, seguida de duas gradagens (uma para quebrar torrões e a outra para nivelamento do terreno). A calagem foi realizada com o objetivo de aumentar a relação Ca/Mg, pois estava muito estreita. Utilizou-se o calcário calcítico com PRNT de 80%, na dose de duas toneladas por hectare.

Após o preparo e correção da área, foi realizada a marcação do sistema MEIOSI, respeitando a sulcação de três linhas e pulando 10 para o cultivo intercalar. A adubação de base para essas três linhas foi de 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 60 kg ha⁻¹ de K₂O, em função dos resultados da análise química do solo, e tendo como fonte o formulado 00-30-15 (Tabela 1). O plantio das três linhas foi realizado em 18/09/2006.

Durante o período de instalação até abril de 2007, para acelerar o desenvolvimento da muda do sistema MEIOSI, as três linhas receberam duas coberturas com nitrogênio. Em cada adubação utilizou-se a dosagem de 150 kg ha⁻¹ de uréia, correspondendo a 67,5 kg ha⁻¹ de N.

No espaço intercalar às três linhas de cana-de-açúcar, foi semeado, em 27/12/2006, o adubo verde *Crotalaria juncea*. Utilizou-se a semeadora-adubadora MAX PCR 2226. Esta máquina comporta seis linhas de semeadura, mas foram utilizadas apenas quatro linhas espaçadas de 0,70 m. Os depósitos de sementes foram mantidos cheios, enquanto que, os de adubo permaneceram vazios.

O experimento foi instalado em 13/04/2007, época em que a muda das três linhas eram suficientes para o fechamento da área intercalar, e esta composta com grande massa do adubo verde.

Foi realizado o sistema de plantio direto da cana sobre a *C. juncea*. A sulcagem foi realizada com auxílio de um trator da marca Ford 6630 equipado com um “parachoque” para a quebra da *C. juncea*, acoplado a um sulcador-adubador de duas linhas (Figura 4).

A adubação de base foi dimensionada em função dos resultados da análise química do solo. Portanto, foram aplicados 120 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 60 kg ha^{-1} de K_2O , tendo como fonte o formulado 00-30-15. A matéria verde da *C. juncea* foi avaliada em 34 Mg ha^{-1} , de modo que a quantidade de nitrogênio fixada foi estimada em 150 kg ha^{-1} de N, tendo-se como base para cálculo a matéria seca depositada, que foi de $11,4 \text{ Mg ha}^{-1}$.

Após a sulcagem e adubação, a área foi estaqueada para a delimitação dos blocos e tratamentos. As mudas foram espalhadas no fundo do sulco, obedecendo às formas de plantio e densidade de gemas para cada tratamento. A cobertura das mudas foi realizada mecanicamente com auxílio de um tapador contendo rolo compactador para acomodar as mudas e evitar bolsões de ar nos sulcos.



Figura 4. A) Detalhe do parachoque; B) Sistema de plantio direto de cana-de-açúcar sobre *C. juncea*.

Para manejo das plantas daninhas na cana-planta, em todos os tratamentos, realizou-se a aplicação de herbicidas pré-emergentes, Gamit ($2,5 \text{ L ha}^{-1}$), Velpar K WG ($1,5 \text{ kg ha}^{-1}$) e 2,4D ($0,75 \text{ L ha}^{-1}$). Utilizou-se o 2,4D para controlar plantas daninhas de folha larga, e também para evitar a brotação da *C. juncea*.

3.4. Característica da variedade utilizada

A variedade utilizada foi a RB867515 (mineirinha). Esta variedade foi desenvolvida pelo programa de melhoramento genético de cana-de-açúcar da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Ela apresenta amadurecimento médio e a colheita é recomendada para ser feita do meio para o fim da safra no centro-sul do Brasil. Apresenta alta produtividade agrícola em cana planta e soca, sendo caracterizada pelo rápido crescimento vegetativo, tolerância a seca, boa brotação da soqueira, alto teor de sacarose, porte alto, hábito de crescimento ereto, ampla adaptabilidade, alta densidade do colmo e boa despalha. Apresenta resistência ao carvão, ferrugem, escaldadura e broca da cana-de-açúcar, tendo reação intermediária em relação a estrias vermelhas e falsas estrias vermelhas (PMGCA, 2009).

3.5. Características avaliadas

3.5.1. Porcentagem de brotação

Foi obtida pela relação percentual entre o número de brotos emergidos aos 53 dias após o plantio e o número de gemas plantadas, por área útil.

3.5.2. Arqueamento de mudas

Foram contadas todas as extremidades (pé e ponta) de mudas que emergiram do sulco aos 53 dias após o plantio, em decorrência do arqueamento dos colmos nos sulcos de plantio, na área útil.

3.5.3. Porcentagem e tamanho médio de falhas

As falhas foram avaliadas aos 276 DAP seguindo a metodologia de Stolf (1986). Foram considerados como falhas, os espaços vazios entre duas plantas consecutivas nas linhas da área útil, maiores que 50 cm. Foi utilizada a equação:

$$F(\%) = \frac{\text{n}^{\circ} \text{ de falhas encontradas}}{\text{comprimento total do trecho de linha analisado}}$$

A avaliação da qualidade dos tratamentos em relação às falhas foi realizada de acordo com a Tabela 2, proposta por Stolf (1986).

Tabela 2. Avaliação da qualidade do plantio da cultura da cana-de-açúcar em relação às falhas no plantio (Stolf, 1986)

% Falha > 0,5 m	Avaliação do plantio
0-10	Excelente
11-20	Bom
21-35	Médio
36-50	Ruim
>50	Péssimo

O tamanho médio de falha foi obtido pela equação:

$$TM = \frac{\text{comprimento total das falhas encontradas}}{\text{n}^{\circ} \text{ de falhas}}$$

O parâmetro básico da metodologia de Stolf (1986) é a porcentagem de falha.

3.5.4. Número de perfilhos

Aos 53 dias após o plantio (DAP), foi feita a contagem do número de perfilhos emergidos na área útil. Após, foram realizadas as contagens aos 117, 176, 314 e 488 DAP. Houve um período maior entre datas, aos 176 e 314 DAP, devido à ocorrência de muita chuva, tornando as avaliações difíceis de serem realizadas.

3.5.5. Comprimento de colmos

Na colheita, foram tomados ao acaso, dez colmos na área útil e, com o auxílio de uma trena, foi feita a medida da planta desde sua base, rente ao solo, até a inserção da folha +1.

3.5.6. Diâmetro de colmos

Os dez colmos, utilizados para medida da estatura da planta na área útil, também foram utilizados para a medida do diâmetro da base do colmo. Com o auxílio de um paquímetro, foi feita a medida na base do colmo, no 3^o nó, sem a presença da bainha da folha.

3.5.7. Produtividade de colmos (Mg ha⁻¹)

A produtividade de colmos foi obtida por meio de pesagens realizadas em balança da marca Caudura, com capacidade para 300 kg, seguindo metodologia de Marioti e Lascano (1969), citado por Garcia (2005). Foi realizada a pesagem total de colmos na área útil e, posteriormente, os dados foram extrapolados para megagramas por hectare.

3.5.8. Peso médio de colmo

Foi obtido pela relação entre o peso e o número de colmos da área útil, representando os resultados em kg colmo⁻¹.

3.5.9. Características químico-tecnológicas da cana-de-açúcar

Após a medida da estatura da planta e diâmetro da base do colmo, os dez colmos, retirados ao acaso na área útil, foram despontados, despalhados, devidamente identificados e encaminhados ao laboratório da Usina COAGRO para determinação dos teores de brix %, pol %, fibra %, pureza %, açúcar redutores (AR) % e peso do bagaço úmido (PBU), utilizando os critérios estipulados pelo Sindicato da Indústria e da Refinação do Açúcar, nos Estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo (1991).

3.5.10. Açúcar teórico recuperável (kg Mg⁻¹)

Conhecidos a pol da cana (PC) e os açúcares redutores da cana (AR), o ATR (açúcar total recuperável) foi calculado seguindo o regulamento do Sindicato da Indústria e da Refinação do Açúcar, nos Estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo (1991), pela equação:

$$\text{ATR} = (10 * \text{PC} * 1,0526 * 0,84) + (10 * \text{AR} * 0,84)$$

Em que:

10 * PC = pol por tonelada de cana;

1,0526 = coeficiente estequiométrico para a conversão de pol em açúcares redutores;

0,84 = coeficiente de recuperação, para uma perda industrial de 16% (dezesseis por cento);

10 * AR = açúcares redutores por tonelada de cana.

O resultado do ATR da fórmula acima foi expresso em kg de açúcar por megagrama de cana, e posteriormente extrapolado para megagrama de açúcar por hectare.

3.5.11. Álcool anidro e hidratado teórico (L Mg⁻¹)

Esses dois componentes foram avaliados segundo Consecana (2004).

- Álcool anidro direto (AAd)

É o produzido quando todo açúcar de cana se destina à fabricação deste tipo de álcool.

Logo, foi calculado utilizando-se a fórmula:

$$AAd = ATR \text{ da cana} \times 0,5504$$

- Álcool hidratado direto (AHd)

Semelhantemente ao álcool anidro direto, o álcool hidratado é produzido utilizando-se todo ATR da cana.

Logo, foi calculado utilizando-se a fórmula:

$$AHd = ATR \text{ da cana} \times 0,5744$$

3.6. Análise Estatística

Os resultados das variáveis fenológicas, produtivas e das características agroindustriais da cana-de-açúcar foram analisados segundo o delineamento em blocos ao acaso, seguindo um esquema fatorial (4 x 2) com quatro formas de plantio e duas densidades de gemas, resultando em oito tratamentos e quatro repetições. Foram feitas a análise de variância preliminar (Teste F), de acordo com o delineamento estatístico D.B.C., e o desdobramento dos graus de liberdade da interação dos fatores (Ferreira, 2000; Ribeiro Júnior, 2001).

Foi utilizado o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijr} = \mu + b_r + A_i + B_j + AB_{ij} + e_{ijr}, \text{ em que:}$$

Y_{ijr} = valor da característica y, na forma de plantio A_i ($i = 1, 2, 3$ e 4), com densidades de 15 e 20 gemas m^{-1} B_j ($j = 1$ e 2), na repetição b_r ($r = 1, 2, 3$ e 4);

μ = média geral da variável;

b_r = efeito do bloco $r = [1, 2, 3 \text{ e } 4]$;

A_i = efeito do fator A na classe $i = [1, 2, 3 \text{ e } 4]$;

B_j = efeito do fator B na classe $j = [1 \text{ e } 2]$;

AB_{ij} = efeito da interação dos fatores A, nas classes i e B nas classes j ;

e_{ijr} = efeito do erro aleatório, normal e independente, com distribuição de média 0 e variância σ^2 .

O teste de média para formas de plantio foi realizado mesmo nos casos em que não houve efeito significativo pelo teste F. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Para o fator densidades de gemas, as médias foram comparadas pela ANOVA pelo teste F ($P < 0,05$). As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do aplicativo computacional SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas), versão 8.0, desenvolvido pela FUNARBE, UFV, de Viçosa-MG.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Porcentagem de brotação

Verificou-se efeito significativo para formas de plantio, densidades de gemas e a interação entre formas de plantio e densidades de gemas ($P < 0,05$).

A forma de plantio IV (convencional) colmo picado sem palha e sem ponta - apresentou em média, porcentagem de brotação 1,95, 1,95 e 1,32 vezes maior que as formas de plantio I, II e III, para densidade de 15 gemas m^{-1} , respectivamente (Tabela 3). Para a densidade de 20 gemas m^{-1} , a superioridade do plantio convencional foi mais expressiva, 2,65, 2,08 e 1,34 vezes maior que as formas de plantio I, II e III, respectivamente. Portanto, a forma de plantio IV se mostrou mais eficiente para essa variável.

Essa diferença considerável da porcentagem de brotação, bem inferior nas formas de plantio I e II em relação à convencional IV, para ambas as densidades de gemas, possivelmente ocorreu devido à presença da palha interferindo negativamente no processo fisiológico inicial de brotação das gemas do colmo.

Vasconcelos (2006) comenta que a gema que fica coberta pela palha, sofre seu efeito como uma barreira mecânica para a emissão dos brotos e raízes e para a condutividade térmica e hídrica do solo para a gema. Entretanto, a umidade e os microrganismos do solo gradativamente causam a decomposição

das cadeias de celulose e lignina da palha, facilitando a emissão dos brotos e das raízes. Porém, há atraso da brotação em relação aos colmos sem palha.

Tabela 3. Porcentagem de brotação da cana-de-açúcar, aos 53 dias após o plantio em Campos dos Goytacazes - RJ, Faz. Abadia, ano agrícola 2007/2008, UENF

Forma de plantio	Densidade de gemas por metro		Média
	15	20	
	----- (%) -----		
(I) – colmo inteiro com palha e com ponta	32,8 Ac ¹	29,2 Ac	30,9
(II) – colmo inteiro com palha e sem ponta	32,7 Ac	37,1 Ac	34,9
(III) – colmo inteiro sem palha e sem ponta	48,2 Bb	57,7 Ab	52,9
(IV) – colmo picado sem palha e sem ponta (convencional)	63,8 Ba	77,3 Aa	70,5
Média	44,3	50,31	
C.V. (%)	12		

⁽¹⁾ Médias na linha, seguidas por letras maiúsculas semelhantes, não diferem pelo teste F em nível de 5% de probabilidade, e na coluna seguidas por letras minúsculas semelhantes, não diferem pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Assim, certamente, ocorreu atraso da brotação nas formas de plantio I e II pelo efeito da palha, pois havia umidade e temperatura adequada para que ocorresse todo o processo fisiológico sem atraso (Figura 3).

A forma de plantio III obteve porcentagem de brotação 1,47 e 1,55 vezes superior ao tratamento II, para 15 e 20 gemas m⁻¹, respectivamente. A diferença entre as formas de plantio II e III foi somente a ausência da palha na III e a presença na II, pois ambos foram plantados com o colmo inteiro. Assim, observa-se claramente o efeito negativo da palha sobre a brotação das gemas. Esses resultados divergem em parte com o encontrado por Lee (1984), em que comparando o plantio de cana inteira e convencional num Latossolo roxo, em Araras, SP, não encontrou diferença significativa para porcentagem de brotação entre os tratamentos de cana inteira com e sem palha e o plantio convencional com três gemas para a variedade NA5679.

A porcentagem de brotação para a forma de plantio com o colmo inteiro com palha e com ponta obtida por Lee (1984) foi 1,98 vezes superior em relação à média do presente trabalho. Para a forma de plantio (II) colmo inteiro com palha e sem ponta - o presente trabalho apresentou porcentagem de brotação 1,41 vezes menor em relação ao trabalho realizado pelo mesmo autor. Essa diferença possivelmente ocorreu devido à maior aderência da palha resultante da menor idade da muda produzida pelo sistema MEIOSI e também pela característica particular da variedade RB867515 comparada a NA5679, onde nesta última a palha destaca-se naturalmente (Planalsucar, 1977).

Além da palha, outro fator importante a ressaltar é a prática da picação da muda da cana-de-açúcar. No presente trabalho, apesar do não impedimento da palha na forma de plantio III, a porcentagem de brotação obtida foi inferior 1,24 e 1,25 vezes em relação à forma de plantio IV (convencional) para a densidade 15 e 20 gemas m^{-1} , respectivamente. A diferença entre essas formas de plantio foi à ausência da picação da muda na III e a presença na IV, evidenciando que a picação acarretou em efeito positivo à brotação.

Além disto, comparando os resultados para as formas de plantio convencional (IV) e a III, em relação aos obtidos por Lee (1984), o presente trabalho resultou em média em porcentagem de brotação 1,24 vezes maior e 1,12 vezes menor, respectivamente. Assim, para o autor a brotação e o desenvolvimento da cana-de-açúcar a partir de mudas de cana inteira e jovem, de sete a oito meses de idade, foram iguais ou melhores em valores absolutos do que as mudas com três gemas picadas no sulco. Esse resultado foi justificado, ao se afirmar que utilizando esse tipo de muda, a diferença de idade entre as gemas da ponta e da base é pequena, onde todas as gemas germinaram num curto período, e antes que as mais jovens já germinadas exercessem seu efeito inibidor pela formação de auxina, as partes inferiores do colmo germinaram também.

Vários são os fatores que estão relacionados com esses resultados divergentes, possivelmente os de maior influência são os ambientais e fitotécnicos, que podem interferir positivamente ou negativamente na porcentagem e na velocidade da brotação (Vasconcelos, 2006). Dentre os fatores ambientais constam a classe, umidade, aeração e temperatura do solo. Em relação aos principais aspectos fitotécnicos, estão o preparo do solo e destorroamento, intervalo de tempo entre o corte da muda e a distribuição no

sulco de plantio, intervalo de tempo entre a distribuição no sulco de plantio e a cobertura com terra, tempo em que os sulcos ficaram abertos, número de gemas, aplicação de fertilizantes na formação da muda, aplicação de torta de filtro, profundidade de plantio, compactação dos toletes e herbicidas.

4.2. Arqueamento de mudas

Para a variável arqueamento de mudas houve efeito significativo somente para as formas de plantio utilizadas.

Não houve diferença significativa de arqueamento de mudas entre as formas de plantio I, II e IV, que resultaram nos menores, portanto melhores índices. As formas I e II resultaram em menor número de pontas levantadas que a forma III, que resultou no maior índice entre as formas estudadas, porém não diferiu da IV (Tabela 4).

Tabela 4. Arqueamento de mudas por metro de cana-de-açúcar em função dos tratamentos de formas de plantio x densidade de gemas em Campos dos Goytacazes - RJ , Faz. Abadia, ano agrícola 2007/2008, UENF

Forma de plantio	Densidade de gemas		Médias
	15	20	
	Arqueamento ----- (pontas levantadas m ⁻¹) -----		
(I) – colmo inteiro com palha e com ponta	0,00	0,00	0,00 a ¹
(II) – colmo inteiro com palha e sem ponta	0,00	0,05	0,02 a
(III) – colmo inteiro sem palha e sem ponta	0,11	0,20	0,16 b
(IV) – colmo picado sem palha e sem ponta (convencional)	0,05	0,11	0,08 ab
Médias	0,04 A	0,09 A	
C.V. (%)	133		

⁽¹⁾ Médias na linha, seguidas por letras maiúsculas semelhantes, não diferem pelo teste F em nível de 5% de probabilidade, e na coluna seguidas por letras minúsculas semelhantes, não diferem pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Lee (1984), avaliando o plantio da cana inteira utilizando mudas de 12 meses de idade, observou que o número de pontas levantadas, pós-cobertura com terra, das formas de plantio com colmo inteiro e sem ponta eram mais numerosas, mas que esse problema pôde ser superado pelo plantio do colmo inteiro com a ponta.

Para as formas de plantio sem ponta, II, III e IV, as médias encontradas por Lee (1984) foram superiores 18, 3,63 e 2,75 vezes, respectivamente. Entretanto, possivelmente pela presença da ponta, a forma de plantio I apresentou arqueamento de mudas nulo, comprovando a relação da permanência da ponta com a diminuição do arqueamento de mudas.

Esses resultados muito inferiores das formas de plantio sem a ponta encontrados no presente trabalho, possivelmente se justifica pela uniformidade e características particulares das mudas jovens produzidas pelo sistema MEIOSI. Elas estão prontas para o plantio com idade aproximada de seis meses, apresentam menor comprimento, menor número de gemas por colmo e curvatura mínima, assim possivelmente justificando o baixo índice de arqueamento, mesmo quando efetuado o desponte dos colmos durante o plantio.

4.3. Porcentagem e tamanho médio de falhas

Para as variáveis correspondentes às falhas, houve efeito significativo somente para as formas de plantio utilizadas.

As formas de plantio III e IV se destacaram com as menores porcentagens de falhas de plantio (Tabela 5). Como a porcentagem de falha para a forma de plantio convencional foi nula, conseqüentemente, o tamanho médio também foi. As formas de plantio I e II obtiveram as maiores porcentagens de falha, apresentando em média 17,05%.

Deve-se ressaltar que, embora tenha ocorrido diferença significativa entre as formas de plantio, de acordo com a metodologia de qualidade de plantio proposta por Stolf (1986), as porcentagens de falhas obtidas são consideradas como excelentes para as formas III e IV, e normal para I e II (Tabela 2).

Para o tamanho médio de falha, não houve diferença significativa entre as formas de plantio com o colmo inteiro I, II e III.

Tabela 5. Porcentagem de falha e tamanho médio de falha em função das formas de plantio em Campos dos Goytacazes - RJ, Faz. Abadia, ano agrícola 2007/2008, UENF

Forma de plantio	Porcentagem de falha	Tamanho médio de falha
	----- (%) -----	----- (m) -----
(I) – colmo inteiro com palha e com ponta	16,8 b ¹	0,8 b
(II) – colmo inteiro com palha e sem ponta	17,3 b	0,7 b
(III) – colmo inteiro sem palha e sem ponta	6,7 ab	0,6 b
(IV) – colmo picado sem palha e sem ponta (convencional)	0,0 a	0,0 a
Média	10	0,5
C.V. (%)	77	37

⁽¹⁾ Médias na coluna seguidas por letras minúsculas semelhantes, não diferem pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

4.4. Número de perfilhos

A interação entre formas de plantio e densidades de gemas somente ocorreu para a contagem aos 53 dias após o plantio. Para o fator densidades de gemas houve efeito significativo na contagem aos 53 e 117 DAP e, para o fator formas de plantio isoladamente, ocorreu efeito nas cinco épocas de contagem.

A forma de plantio (IV) convencional - destacou-se na contagem inicial do número de perfilhos aos 53 DAP para as duas densidades de gemas, seguido da forma de plantio III (Tabela 6). As formas de plantio I e II resultaram em menor número de perfilhos inicialmente. Na contagem realizada durante a colheita aos 488 DAP, para a densidade de 15 gemas m⁻¹, não ocorreu diferença significativa resultando em média sete perfilhos m⁻¹, para as quatro formas de plantio. Para a densidade de 20 gemas m⁻¹, não houve diferença significativa entre as formas de plantio II, III e IV. A forma de plantio III apresentou maior número de perfilhos m⁻¹ do que a forma I, que resultou o menor perfilhamento, e não diferiu das formas II e IV.

Verifica-se que a diferença obtida para variável número de perfilhos na primeira contagem, para densidade de 15 gemas m^{-1} , não é encontrada na contagem realizada na colheita aos 488 DAP. Entretanto, para a densidade de 20 gemas m^{-1} a diferença entre as formas de plantio permaneceu, porém os maiores números de perfilhos foram encontrados no tratamento II, III e IV, de modo que o tratamento II e o III não diferiram do I, que obteve o menor número de perfilhos m^{-1} (Tabela 6).

Tabela 6. Número de perfilhos por metro aos 53, 117, 176, 314, 488 dias após o plantio (DAP), em função dos tratamentos de formas de plantio e densidades de gemas em Campos dos Goytacazes - RJ, Faz. Abadia, ano agrícola 2007/2008, UENF

Forma de plantio	Dias após o plantio (DAP)									
	53		117		176		314		488	
	Densidade de gemas									
	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20
Perfilhos m^{-1}										
(I) – colmo inteiro com palha e com ponta	5 Ac	4 Ac	10 Ab	10 Ab	13 Ab	13 Ac	8 Aa	8 Ab	7 Aa	6 Ab
(II) – colmo inteiro com palha e sem ponta	5 Bc	6 Ac	10 Bb	11 Ab	13 Ab	14 Abc	8 Aa	8 Aab	6 Aa	6 Aab
(III) – colmo inteiro sem palha e sem ponta	7 Bb	9 Ab	12 Ab	16 Aa	15 Ab	17 Aab	8 Aa	9 Aab	6 Aa	8 Aa
(IV) – colmo picado sem palha e sem ponta (convencional)	10 Aa	12 Aa	16 Aa	17 Aa	18 Aa	19 Aa	9 Aa	10 Aa	7 Aa	7 Aab
Média	7	8	12	14	15	16	8	9	7	7
C.V. (%)	12		14		10		10		13	

(¹) Médias na linha para cada época de amostragem (DAP), seguidas por letras maiúsculas semelhantes, não diferem pelo teste F em nível de 5% de probabilidade, e na coluna seguidas por letras minúsculas semelhantes, não diferem pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Esse comportamento se justifica pela capacidade de perfilhamento durante o desenvolvimento da cultura, proporcionando certa plasticidade à cultura da cana-de-açúcar. Assim, na forma de plantio II, onde resultou em maior porcentagem de falha juntamente com a forma I, o perfilhamento foi estimulado pela maior insolação, resultando, na contagem final, número de perfilhos

semelhantes às formas de plantio III e IV, que obtiveram as menores porcentagens de falha.

A análise de regressão foi realizada para as quatro formas de plantio nas cinco épocas de contagem de número de perfilhos, entretanto as equações encontradas apresentaram valores de R^2 baixos, entre 0,48 a 0,58, assim optou-se por analisar essa variável por meio da estatística descritiva.

A forma de plantio (I) colmo inteiro com palha e com ponta - apresentou um aumento de 169% no número de perfilhos durante o período entre a primeira contagem (53 DAP) e a terceira (176 DAP), com densidade de 15 gemas m^{-1} . O aumento do número de perfilhos no mesmo período e forma de plantio, porém com a densidade de 20 gemas m^{-1} , foi de 196%. Assim, em média, 13 perfilhos m^{-1} foram observados aos 176 DAP na densidade de 15 e 20 gemas (Figura 5).

No entanto, da contagem aos 176 DAP até a colheita, houve redução de 50% e 43%, para o plantio com densidade de 15 e 20 gemas m^{-1} , respectivamente. Dessa forma, o número de perfilhos m^{-1} durante a colheita foi de sete, para densidade de 15 gemas m^{-1} , e de seis, para a de 20.

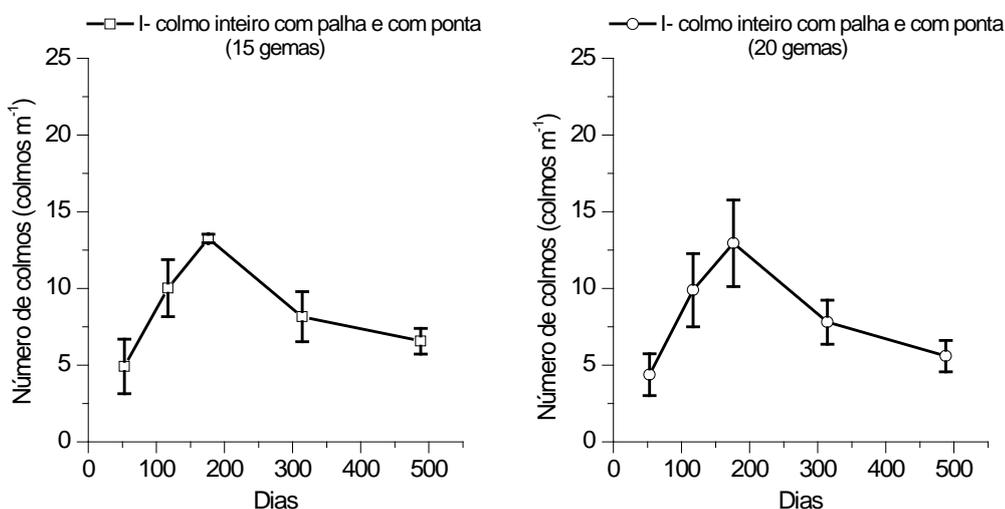
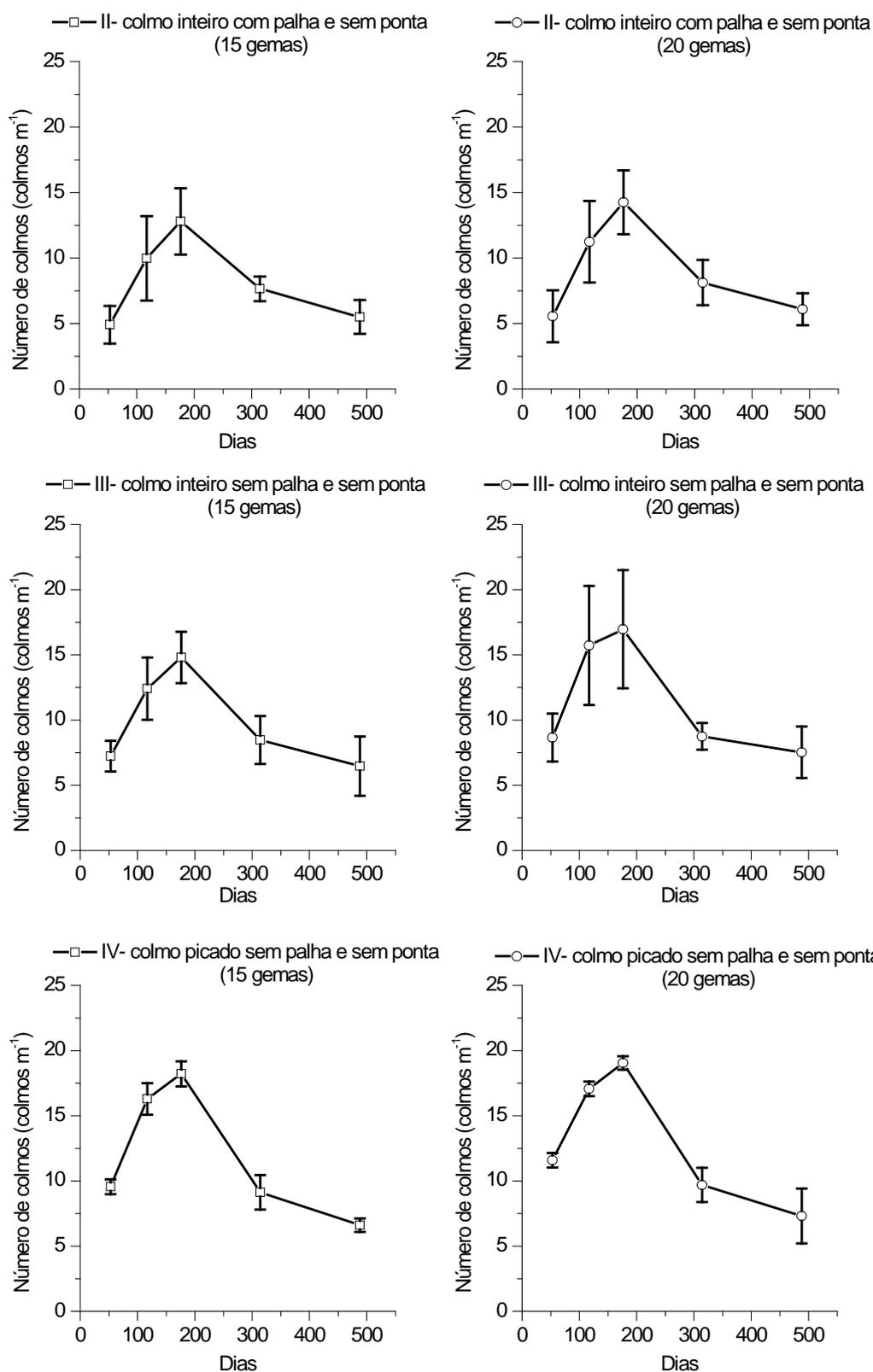


Figura 5. Número de perfilhos aos 53, 117, 176, 314, 488 dias após o plantio (DAP), em função das quatro formas de plantio x densidade de 15 e 20 gemas por metro, em Campos dos Goytacazes - RJ, Faz. Abadia, ano agrícola 2007/2008, UENF.

Figura 5, continuação



Para a densidade de 15 gemas m⁻², o aumento do número de perfilhos, no período da primeira contagem até a terceira, foi de 161, 105 e 90%, para as formas de plantio II, III e IV, respectivamente. Já para a densidade de 20 gemas m⁻², o aumento foi de 156, 96 e 64%. Assim, na contagem aos 176 DAP, o

número de perfilhos por metro, utilizando a densidade de 15 gemas, foi de 13, 15 e 18, para as formas de plantio II, III e IV, respectivamente. Para a densidade de 20 gemas, a contagem foi de 14, 17 e 19 perfilhos m^{-1} .

Constata-se que o aumento do número de perfilhos pelas quatro formas de plantio estudadas foi observado entre a primeira e a terceira contagem, fase responsável pela formação dos perfilhos secundários, terciários e quaternários. A fase de perfilhamento intenso, onde a cultura atinge o máximo de produção de perfilhos, foi atingida aos 176 DAP. Esse resultado corrobora com Tokeshi (1986), em que ressalta que na curva de perfilhamento da cana-de-açúcar o ponto máximo ocorre, em geral, entre quatro e seis meses em cana planta.

No período entre 176 DAP até a colheita, a forma de plantio II reduziu o número de perfilhos em 43% na densidade de 15 e 20 gemas, resultando em seis perfilhos m^{-1} na contagem final, para as duas densidades. Essa redução foi de 44% para a forma de plantio III, também em ambas as densidades estudadas, entretanto o número de perfilhos por metro final foi de seis e oito para a densidade de 15 e 20 gemas por metro, respectivamente.

Em relação à forma de plantio IV (convencional), o aumento do número de perfilhos da contagem aos 53 DAP em relação a 176 DAP, foi de 91 e 64% para as densidades de 15 e 20 gemas, respectivamente. No entanto, da terceira contagem aos 176 DAP, para a realizada na colheita, houve uma redução de 36 e 38%, para a densidade de 15 e 20, respectivamente, resultando em sete perfilhos por metro para as duas densidades estudadas.

O período de contagem dos 176 DAP até 488 DAP corresponde às fases de crescimento, maturação e colheita. Durante este período, a competição dos perfilhos pelos fatores de crescimento (luz, espaço, água e nutrientes) se acentuou, constatando a diminuição e a paralisação do perfilhamento, além da morte de alguns mais novos até a colheita.

Esse efeito foi observado por Machado (1987), onde comenta que a mortalidade dos colmos coincide com o período em que o índice de área foliar (IAF) aumenta rapidamente, indicando que, além da competição por água e nutrientes, o sombreamento é um dos fatores mais importantes na determinação deste comportamento.

Certamente os colmos mais desenvolvidos continuaram o seu crescimento em altura e espessura, iniciando o processo de acúmulo de sacarose nos entrenós basais, como resultado da produção excedente de fotoassimilados.

4.5. Peso, diâmetro e comprimento de colmos

A forma de plantio I obteve em média colmos 17% mais pesados para a densidade de 20 gemas m^{-1} comparado a densidade de 15 gemas m^{-1} (Tabela 7).

Lee (1984), avaliando a variedade NA5679, obteve maior peso de colmos para as formas de plantio II e III e menor para I e IV. No entanto, o peso de colmos encontrado no presente trabalho, para a variedade RB867515 (2,03 kg), foi 88% maior que o observado por Lee para as melhores formas de plantio (1,08 kg). Essa diferença encontrada está relacionada às variedades pesquisadas, onde os fatores genéticos individuais de cada variedade resultam em parâmetros biométricos diferentes.

Acrescente-se a isso, as conclusões realizadas por Ramesh e Mahadevaswamy (2000), onde constataram que os cultivares que perfilham menos, além de apresentarem menores porcentagens de mortalidade de perfilhos, apresentam perfilhos com maior estatura, maior diâmetro de colmo e maior massa seca, indicando a estes correlação positiva com os cultivares mais produtivos.

Em relação à variável diâmetro de colmos, houve efeito significativo para o fator formas de plantio e densidades de gemas, e ausência de significância para interação. Para o fator densidades de gemas, a forma de plantio II apresentou diâmetro de colmos 5,3% superior para a densidade de 15 gemas m^{-1} comparado à de 20. Entretanto, os resultados do diâmetro de colmos para as formas de plantio I, III e IV foram semelhantes estatisticamente entre as duas densidades de gemas estudadas (Tabela 7).

Entre as formas de plantio, o destaque foi para colmo inteiro com palha e com ponta (I), com diâmetro de colmos 7% superior em relação à forma III, que obteve o menor diâmetro para a densidade de 15 gemas. Para a densidade de 20 gemas, a superioridade da forma de plantio (I) foi de 8% em relação à forma de plantio convencional (IV), que obteve colmos mais finos.

Para a variável comprimento de colmos, não ocorreu diferença entre as formas de plantio, apresentando em média 4,19 m de comprimento.

Esses resultados divergem de Lee (1984), que encontrou maior comprimento de colmos para as formas de plantio com cana inteira em relação ao plantio convencional.

Tabela 7. Peso, diâmetro e comprimento de colmos em função dos tratamentos de formas de plantio e densidade de gemas em Campos dos Goytacazes - RJ, Faz. Abadia, ano agrícola 2007/2008, UENF

Forma de plantio	Peso de colmos		Diâmetro de colmos		Comprimento de colmos	
	15	20	15	20	15	20
	----- (kg) -----		----- (cm) -----		----- (m) -----	
(I) – colmo inteiro com palha e com ponta	1,88 Ba ¹	2,20 Aa	3,20 Aa	3,14 Aa	4,16 Aa	4,30 Aa
(II) – colmo inteiro com palha e sem ponta	2,19 Aa	1,94 Aa	3,17 Aab	3,01 Bab	4,17 Aa	4,02 Aa
(III) – colmo inteiro sem palha e sem ponta	2,07 Aa	2,05 Aa	3,00 Ab	3,06 Aab	4,23 Aa	4,17 Aa
(IV) – colmo picado sem palha e sem ponta (convencional)	2,09 Aa	1,85 Aa	3,01 Aab	2,91 Ab	4,39 Aa	4,08 Ba
Médias	2,05	2,01	3,10	3,03	4,24	4,14
C.V. (%)	11		3		5	

⁽¹⁾ Médias na linha, seguidas por letras maiúsculas semelhantes, não diferem pelo teste F em nível de 5% de probabilidade, e na coluna seguidas por letras minúsculas semelhantes, não diferem pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

O efeito foi significativo para o fator densidade de gemas. A forma de plantio convencional (IV), utilizando a densidade de 15 gemas m⁻¹, obteve um comprimento médio de colmo 8% superior em relação à densidade de 20. Para as formas de plantio I, II e III não ocorreu diferença significativa entre o plantio realizado com densidade de 15 e 20 gemas m⁻¹.

4.6. Brix, fibra da cana e pureza do caldo

As características químico-tecnológicas, brix e pureza do caldo não apresentaram efeito significativo para as formas de plantio e densidades de gemas estudadas (Tabela 8). Porém, quanto à fibra da cana, observa-se que a forma de plantio II resultou em colmos 9% mais fibrosos na densidade de 20 gemas m⁻¹, em relação à de 15.

Tabela 8. Características agroindustriais brix, fibra da cana e pureza do caldo em função dos tratamentos de formas de plantio e densidades de gemas em Campos dos Goytacazes - RJ, Faz. Abadia, ano agrícola 2007/2008, UENF

Forma de plantio	Densidade de gemas		Médias
	15	20	
	Brix		
	(°)		
(I) – colmo inteiro com palha e com ponta	21,9	22,5	22,2 a
(II) – colmo inteiro com palha e sem ponta	22,0	22,6	22,3 a
(III) – colmo inteiro sem palha e sem ponta	22,4	22,4	22,4 a
(IV) – colmo picado sem palha e sem ponta (convencional)	21,6	21,5	21,5 a
Médias	22,0 A	22,2 A	22,1
C.V. (%)	4		
	Fibra da cana		
	(%)		
(I) – colmo inteiro com palha e com ponta	13,15 Aa	13,71 Aa	13,43
(II) – colmo inteiro com palha e sem ponta	12,86 Ba	14,07 Aa	13,47
(III) – colmo inteiro sem palha e sem ponta	13,64 Aa	13,11 Aa	13,37
(IV) – colmo picado sem palha e sem ponta (convencional)	12,79 Aa	13,39 Aa	13,09
Médias	13,11	13,57	13,34
C.V. (%)	5		
	Pureza do caldo		
	(%)		
(I) – colmo inteiro com palha e com ponta	87,87	88,86	88,36 a
(II) – colmo inteiro com palha e sem ponta	87,77	88,74	88,25 a
(III) – colmo inteiro sem palha e sem ponta	88,21	88,36	88,28 a
(IV) – colmo picado sem palha e sem ponta (convencional)	88,00	88,46	88,23 a
Médias	87,96 A	88,60 A	88,28
C.V. (%)	14		

⁽¹⁾ Médias na linha, seguidas por letras maiúsculas semelhantes, não diferem pelo teste F em nível de 5% de probabilidade, e na coluna seguidas por letras minúsculas semelhantes, não diferem pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

4.7. Produtividade de colmos (Mg ha^{-1}), pol da cana (PC) e tonelada de pol por hectare (TPH)

Para os componentes de produção, produtividade de colmos, PC e TPH não houve diferença significativa para as formas de plantio e densidades de gemas estudadas (Tabela 9).

Para a variável produtividade de colmos, constata-se que o perfilhamento ocorrido durante o desenvolvimento da cultura amenizou os maiores índices de falha obtidos pelas formas de plantio I e II. Assim, a produtividade de colmos por hectare obtida por essas formas de plantio foi semelhante as que resultaram em menores porcentagens de falha, III e IV. Esse resultado está de acordo com Beauclair e Sacarpari (2006), onde comentam que a medida das falhas apesar de ser importante na avaliação da qualidade de plantio não reflete o rendimento final, já que, muitas vezes, o perfilhamento estimulado pela maior insolação compensa o número de perfilhos final.

Por conseguinte, o valor médio da produtividade para cana planta obtida neste trabalho foi 39% superior a média regional, avaliada pela Conab (2008b), demonstrando o ganho de produção na primeira colheita utilizando o sistema MEIOSI. Duarte (2006), também na Fazenda Abadia, avaliou a variedade SP801842 em sistema de plantio direto com cana picada e sem ponta sobre feijão-de-porco, mucuna preta e *C. juncea*, com e sem adubação. A produção da cana-de-açúcar sobre a *C. juncea* em primeiro corte foi 31% superior à encontrada neste trabalho. Essa diferença possivelmente ocorreu devido a diferente metodologia utilizada na avaliação da variável produtividade de colmos.

No entanto, o valor médio da produtividade de colmos encontrada neste trabalho foi 34% superior ao proposto por Reis Jr. & Monnerat (2002) de canaviais de alta produção (75 ton ha^{-1}), no município de Campos dos Goytacazes, RJ.

Lee (1984) encontrou resultados semelhantes, concluindo que as formas de plantio comparadas não interferiram na produtividade de colmos e açúcar teórico recuperável (ATR). Resultado também encontrado por Santos (1983), onde obteve produtividade de colmos e rendimento de açúcar semelhantes, quando comparou o plantio de cana inteira, meia cana e plantio convencional.

Tabela 9. Produtividade de colmos, pol da cana e tonelada de pol por hectare em função dos tratamentos de formas de plantio e densidades de gemas em Campos dos Goytacazes - RJ, Faz. Abadia, ano agrícola 2007/2008, UENF

Forma de plantio	Densidade de gemas		Médias
	15	20	
	Produtividade ----- (Mg ha ⁻¹) -----		
(I) – colmo inteiro com palha e com ponta	94,63	95,47	95,05 a ¹
(II) – colmo inteiro com palha e sem ponta	92,62	90,20	91,41 a
(III) – colmo inteiro sem palha e sem ponta	102,40	118,34	110,37 a
(IV) – colmo picado sem palha e sem ponta (convencional)	107,04	103,70	105,37 a
Médias	99,17 A	101,93 A	100,55
C.V. (%)		17	
	PC ----- (%) -----		
(I) – colmo inteiro com palha e com ponta	15,75	16,21	15,98 a
(II) – colmo inteiro com palha e sem ponta	15,87	16,18	16,03 a
(III) – colmo inteiro sem palha e sem ponta	16,08	16,18	16,13 a
(IV) – colmo picado sem palha e sem ponta (convencional)	15,62	15,47	15,55 a
Médias	15,83 A	16,01 A	15,92
C.V. (%)		4	
	TPH ----- (ton ha ⁻¹) -----		
(I) – colmo inteiro com palha e com ponta	14,92	15,43	15,17 a
(II) – colmo inteiro com palha e sem ponta	14,70	14,59	14,65 a
(III) – colmo inteiro sem palha e sem ponta	16,42	19,13	17,77 a
(IV) – colmo picado sem palha e sem ponta (convencional)	16,78	15,96	16,37 a
Médias	15,71 A	16,23 A	15,99
C.V. (%)		17	

⁽¹⁾ Médias na linha, seguidas por letras maiúsculas semelhantes, não diferem pelo teste F em nível de 5% de probabilidade, e na coluna seguidas por letras minúsculas semelhantes, não diferem pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Quintela (1996), avaliando cana inteira com e sem desponte e plantio convencional, também não observou diferenças para produtividade de colmos e ATR.

Entretanto Mutton (1990), trabalhando com colmos despontados, picados em toletes com três e quatro gemas e com colmos inteiros sem desponte, concluiu que o desenvolvimento e a produção da cana-de-açúcar, a partir do plantio com mudas de colmos inteiros sem desponte, apresentaram resultados superiores que a utilização de colmos picados em toletes.

Baseado na ausência de significância para a variável produção de colmos e TPH, a forma de plantio I, que demanda menor gasto com mão-de-obra, pode ser a recomendada. Vale ressaltar que, apesar do perfilhamento ter amenizado as falhas encontradas para o plantio realizado com as formas I e II, avaliações posteriores ao primeiro corte devem ser realizadas, pois essas falhas possivelmente dificultarão o manejo de plantas invasoras ao longo do período produtivo, além de possivelmente resultar em canaviais com menor longevidade.

Em relação ao fator densidade de gemas, devido a ausência de diferença significativa tanto para as variáveis de produção, quanto à porcentagem de falha, recomenda-se a utilização da densidade de 15 gemas m^{-1} , reduzindo assim custos de plantio.

4.8. Açúcar total recuperável (ATR), tonelada de açúcar por hectare (TAH), açúcar redutor (AR), álcool hidratado e álcool anidro

As variáveis tecnológicas, ATR, TAH, AR, álcool hidratado e anidro, não apresentaram diferenças significativas (Tabela 10). Entretanto, como o ATR padrão empregado pelas usinas da Região Norte Fluminense é de 111,7 $kg\ ton^{-1}$ (Sindicato da Indústria e da Refinação do Açúcar nos Estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo, 1991) e o valor médio encontrado neste trabalho foi de 145,5 $kg\ ton^{-1}$, o ágio provável obtido de 30% foi considerado excelente para os parâmetros da região. No entanto, esse ágio possivelmente ocorreu devido à metodologia em que foi realizada a colheita experimental. A cana foi entregue para análise sem palha e impurezas minerais em excesso, fatores estes que não ocorrem em áreas comerciais, devido ao procedimento da colheita convencional.

Tabela 10. Características agroindustriais açúcar total recuperável (ATR), tonelada de açúcar por hectare (TAH), açúcar redutor (AR), álcool hidratado e álcool anidro, em função dos tratamentos de formas de plantio e densidades de gemas em Campos dos Goytacazes - RJ, Faz. Abadia, ano agrícola 2007/2008, UENF

Forma de plantio	Densidade de gemas		Médias
	15	20	
	ATR (kg ton ⁻¹)		
(I) – colmo inteiro com palha e com ponta	144,31	147,68	146,00 a
(II) – colmo inteiro com palha e sem ponta	145,45	147,46	146,46 a
(III) – colmo inteiro sem palha e sem ponta	146,94	147,72	147,33 a
(IV) – colmo picado sem palha e sem ponta (convencional)	143,08	141,43	142,25 a
Médias	144,95 A	146,07 A	145,5
C.V. (%)	3		
	TAH (ton ha ⁻¹)		
(I) – colmo inteiro com palha e com ponta	13,67	14,06	13,86 a
(II) – colmo inteiro com palha e sem ponta	13,47	13,30	13,39 a
(III) – colmo inteiro sem palha e sem ponta	15,02	17,47	16,24 a
(IV) – colmo picado sem palha e sem ponta (convencional)	15,34	14,60	14,97 a
Médias	14,38 A	14,86 A	14,62
C.V. (%)	17		
	Açúcar redutor (%)		
(I) – colmo inteiro com palha e com ponta	0,59	0,50	0,55 a
(II) – colmo inteiro com palha e sem ponta	0,60	0,51	0,56 a
(III) – colmo inteiro sem palha e sem ponta	0,56	0,55	0,55 a
(IV) – colmo picado sem palha e sem ponta (convencional)	0,58	0,54	0,56 a
Médias	0,58 A	0,53 A	0,56
C.V. (%)	16		

Tabela 10, continuação

	Álcool hidratado		
	----- (L ton ⁻¹) -----		
(I) – colmo inteiro com palha e com ponta	82,89	84,83	83,86 a
(II) – colmo inteiro com palha e sem ponta	83,55	84,70	84,13 a
(III) – colmo inteiro sem palha e sem ponta	84,40	84,85	84,63 a
(IV) – colmo picado sem palha e sem ponta (convencional)	82,18	81,24	81,71 a
Médias	83,26 A	83,90 A	83,58
C.V. (%)	3		
	Álcool anidro		
	----- (L ton ⁻¹) -----		
(I) – colmo inteiro com palha e com ponta	79,43	81,28	80,35 a
(II) – colmo inteiro com palha e sem ponta	80,06	81,16	80,61 a
(III) – colmo inteiro sem palha e sem ponta	80,87	81,31	81,09 a
(IV) – colmo picado sem palha e sem ponta (convencional)	78,75	77,84	78,30 a
Médias	79,78 A	80,40 A	80,09
C.V. (%)	3		

⁽¹⁾ Médias na linha, seguidas por letras maiúsculas semelhantes, não diferem pelo teste F em nível de 5% de probabilidade, e na coluna seguidas por letras minúsculas semelhantes, não diferem pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

A cultura da cana-de-açúcar na região Norte-Fluminense carece de recursos materiais, humanos e financeiros. Esses fatores se juntam ao clima irregular da região, resultando em canaviais com produtividades muito aquém da média nacional. O sistema MEIOSI (Método Interrotacional Ocorrendo Simultaneamente), ao mesmo tempo em que traz tecnologia focada no manejo da cultura, reduz custos de produção, aumenta a qualidade do plantio da cana-de-açúcar e, conseqüentemente, aumenta a produtividade.

Para avaliar a melhor forma de plantio e densidade de gemas, utilizando mudas com seis meses de idade proveniente do sistema MEIOSI, foi conduzido um experimento a campo na Fazenda Abadia, em Campos dos Goytacazes - RJ. As mudas jovens foram distribuídas num arranjo fatorial 4x2 (Formas de plantio x Número de gemas por metro de sulco), em delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições. As formas de plantio foram: (I) – colmo inteiro com palha e com ponta; (II) – colmo inteiro com palha e sem ponta; (III) – colmo inteiro sem palha e sem ponta; (IV) – colmo picado sem palha e sem ponta (plantio convencional), utilizando-se 15 e 20 gemas por metro de sulco.

A forma de plantio convencional (IV) apresentou maior porcentagem de brotação seguido da forma de plantio (III) – colmo inteiro sem palha e sem ponta. A palha foi definitiva para a baixa porcentagem de brotação nas formas de plantio I e II, assim a eliminação desta é necessária para brotação homogênea e vigorosa.

O arqueamento de mudas de modo geral foi muito baixo, com destaque para a forma de plantio (I) colmo inteiro com palha e com ponta -, onde não ocorreu o fenômeno.

A menor porcentagem de falhas obtida foi para o plantio convencional (IV) seguida da forma de plantio III – colmo inteiro sem palha e sem ponta. Assim, estas duas formas se destacaram com excelente qualidade de plantio.

O peso e comprimento de colmos não apresentaram diferenças significativas para as formas de plantio estudadas.

Os tratamentos utilizados não interferiram nas variáveis tecnológicas.

A forma de plantio (I) colmo inteiro com palha e com ponta - proporciona maior economia de mão-de-obra no plantio e não diferiu das outras em relação às variáveis produtivas, assim é a forma recomendada entre as quatro estudadas.

A densidade de 15 gemas m^{-1} , utilizando mudas do sistema MEIOSI e a forma de plantio recomendada, é suficiente para excelente formação de canaviais.

6. RECOMENDAÇÕES

De acordo com os resultados deste trabalho, algumas sugestões para futuras pesquisas nesse direcionamento são de valiosa importância.

- 1) Avaliar a economia de plantio real que a forma de plantio (I) colmo inteiro com palha e com ponta – proporciona, utilizando o sistema MEIOSI.
- 2) Estudar menores densidades de gemas utilizando a muda jovem de seis meses de idade, a fim de reduzir custos e aumentar a eficiência de plantio.
- 3) Realizar análise econômica comparando o plantio convencional e o plantio com o sistema MEIOSI solteiro e em rotação com culturas.
- 4) Avaliar o desempenho de outras variedades de cana-de-açúcar e tipos de solos diferentes, utilizando o sistema MEIOSI.
- 5) Direcionar o estudo do sistema MEIOSI, para o plantio direto da cana-de-açúcar e da cultura intercalar, de modo a gerar pacotes tecnológicos para cada ambiente de produção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anfavea (2007) – Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores – Anuário da Indústria Automobilística Brasileira. <<http://www.anfavea.com.br/anuario.html>>: Acesso em 18 nov. 2007.
- Arcenaux, G. (1948) Studies of some practical means of increasing the germination of sugarcane under Louisiana conditions. *Sugar Bulletin*, n. 26, p.389-395.
- Azevedo, H. J.; Souza, D. de; Rabelo, P.R. (2000) - *Boletim Climático do Campus Dr. Leonel Miranda*. Dados mensais (1975-1999). Boletim Técnico nº 16.
- Barros, R. (2007) Energia para um novo mundo – CREA-RJ, Rio de Janeiro – RJ, 144p. <<http://www.crea-rj.org.br/>>: Acesso em 13 nov. 2007.
- Beauclair, E.G.F.; Scarpari, M.S. Noções fitotécnicas. In: Ripoli, T.C.C. ; Ripoli, M.L.C. ; Casagrandi, D. ; Ide, B.Y. . *Plantio de cana-de-açúcar: estado da arte*. Piracicaba: Barros & Marques Editoração Eletrônica, 2006. v. 1. 216 p.
- Brandão A. (1984) *Cana-de-açúcar, álcool e açúcar na história e no desenvolvimento social do Brasil*. Brasília, Horizonte Editora, p. 55-6.
- Brito, S. A. de. (1988) *Efeito de tamanhos de toletes e de cana inteira, com e sem desponte, na produção da cana-de-açúcar*. Dissertação (Mestrado) - Viçosa – MG, Universidade Federal de Viçosa – UFV, 50p.
- Castilho, C. P. G. (2000) *Interceptação de chuvas na cultura da cana-de-açúcar (Saccharum Officinarum ssp.)*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Campinas – SP, Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 256p.

- Castro, P.R.C., Kluge, R.A. (2001) *Ecofisiologia de culturas extrativas: cana-de-açúcar; seringueira; coqueiro; dendezeiro e oliveira*. Cosmópolis - SP: Editora Stoller do Brasil, 138 p.
- Cesnik, R.; Vencovsky, R. (1974) *Expected response to selection, heritability, genetic correlations, and response to selection of some characters in sugarcane*. In: Congress of the international society of sugar cane technologists, 15, Durban. Proceedings Durban: ISSCT, p. 96-101.
- Conab (2008a) - Companhia Nacional de Abastecimento – Acompanhamento da Safra Brasileira Cana-de-Açúcar Safra 2008/2009, segundo levantamento, agosto/2008. <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/2_levantamento2008_ago2008.pdf>: Acesso em 15 nov. 2008.
- Conab (2008b) - Companhia Nacional de Abastecimento - Perfil do Setor do Açúcar e do Alcool no Brasil. Brasília – DF, 76p.
- Consecana (2004) – Conselho dos produtores de cana-de-açúcar, açúcar e álcool dos Estados de São Paulo. Manual de Instruções. 4ª ed. 69p.
- Convênio UFRRJ-FAPUR/Associações dos Plantadores/Unidades Industriais do Estado do Rio de Janeiro (2007) – Indicadores dos preços do açúcar. <<http://www.campuslm.ufrj.br/>> : Acesso em 18 nov. 2007.
- Copersucar (1989). *Cana-de-açúcar e álcool. A energia que vem do sol*. São Paulo - SP, Copersucar.
- Datagro (2007). Informativo Datagro. São Paulo – SP. <<http://www.datagro.com>>: Acesso em 28 nov. 2007.
- Dillewijn, C. Van. (1952) *Botany of sugarcane*. Waltham: The Chronica Botanica, 371 p.
- Duarte Júnior, J.B. (2006) *Avaliação agrônômica da cana-de-açúcar, milho e feijão em sistema de plantio direto em comparação ao convencional em Campos dos Goytacazes-RJ*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes, RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, 284p.
- Ferlini, V.L.A. (1998) *A civilização do açúcar*. 11. ed São Paulo, Editora Brasiliense, p. 10-28.
- Ferreira, P. V. (2000) *Estatística Experimental Aplicada à Agronomia*. 3ª edição / Paulo Vanderlei Ferreira – Maceió : EDUFAL, 422p.
- Garcia, J. C. (2005) *Efeitos da adubação orgânica, associada ou não à adubação química, calagem e fosfatagem, nos rendimentos agrícola: e de aguardente teórica da cana-de-açúcar (Saccharum spp)*. Tese (Doutorado) – Lavras, MG, Universidade Federal de Lavras – UFLA, 82 p.

- Gheller, A. C. A. (1995) *Técnica para o controle da podridão abacaxi em cana-de-açúcar e modelo para a estimativa de perdas*. Dissertação (Mestrado) – Piracicaba - SP, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo – USP, 115p.
- Kanwar, R. S.; Sharma, H. L.; Aulakh, M. S. (1975) Effect of piece size on germination and yield of sugar cane. *Sugar News*, v. 6, n.9, p.3-11.
- Landell, M. G. de A (1998) *Plantio com MEIOSI*. 2º seminário IDEA, Redução de custos na lavoura canavieira, p. 54-62.
- Lee, T. S. G. (1984) Efeito do plantio de cana inteira na germinação, no desenvolvimento e na produção de cana-de-açúcar. *Cadernos Planalsucar*, v.3, n.1. p.13-23.
- Lee, T. S. G.; Martins, J.; Matsoka, S.; Magalhães, P. M.; Castilho, H. J.; Furlani Neto, V. L. (1986) Plantio de cana inteira: viabilidade e recomendações. *Saccharum*, v. 9, n.43, p.20-23.
- Lee, T. S. G.; Silva, M. R. (1987) Pré-tratamento para plantio de cana inteira. *Brasil Açucareiro*, v.105, n.4,5/6. p.8-12.
- Lonsdale, J. E. (1978) Planting depth and seed material for establishment of sugarcane. In: *Congress of the international society of sugarcane technologists*, 16., São Paulo, Proceedings. São Paulo: ISSCT. v.2, p.945-961.
- Ma, Y. C. (1980) *Planting the whole stalk seed cane TSC plantation*. Report of Taiwan Sugar Research Institute, v. 27, n.4, p.130.
- Machado, E.C. (1987) *Fisiologia de produção de cana-de-açúcar*. In: PARANHOS, S.B. (Coord.). *Cana-de-açúcar: cultivo e utilização*. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v. 1, p. 56-87.
- Malavolta, E., Haag, H. P. (1964) *Cultura e adubação da cana-de-açúcar*. In: Instituto Brasileiro de Potassa. São Paulo, p. 221-236.
- Marchiori, L. F. S. (2004) *Influência da época de plantio e corte na produtividade de cana-de-açúcar*. Tese (Doutorado) - Piracicaba - SP, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo – USP, 273 p.
- Mariotti, J.A. (1971) Associations among yield and quality components in sugarcane hybrid progênies. In: *Congress of the international society of sugar cane technologists*, 14, New Orleans. Proceedings. New Orleans: ISSCT, p. 177-184.
- Melo, L. (2007) *Etanol: Brasil corre o risco de perder liderança*. *O Globo*, Rio de Janeiro, 11. nov. Economia, p. 32.
- Miller, J.D.; James, N.I. (1974) The influence of stalk density on cane yield. In: *Congress of the international society of sugar cane technologists*, 15., Durban. Proceedings. Durban: ISSCT, p. 177-184.

- Mutton, M.A. (1990) *Influência da pré-fertilização nitrogenada associada à sistemas de plantio de mudas de cana-de-açúcar (Saccharum spp.)*. Tese (Doutorado) Piracicaba – SP, ESALQ, 240p.
- Peixoto, R.T. dos G.; Ahrens, D.C. & Samaha, M.J. (1997) *Plantio direto “o caminho para uma agricultura sustentável”*. 1.ed.. Ponta Grossa, PR: IAPAR, 275p.
- Petrobras (2007) Etanol em alta. *Petrobras Magazine*, ed. 52: <http://www2.petrobras.com.br/atuacaointernacional/petrobrasmagazine/pm52/port/etanol_2.html> :Acesso em 18 nov. 2007.
- Pinto, R. (2007) Idea News matérias, Usina competitiva - Usina São José da Estiva com um dos menores custos de produção de cana. Idea Online. <<http://www.ideaonline.com.br/idea/ver.asp?id=96>>: Acesso em 22 de nov. 2007.
- Plana, R.; Domini, M. E.; Espinosa, R. (1987) Influencia de las precipitaciones y la temperatura sobre la brotadura de dos variedades de caña de azucar (*Saccharum sp* híbrido) plantadas en diferentes meses. *Cultivos Tropicales*. v.9, n.3, p. 19-24.
- Planalsucar (1977) - Programa Nacional de melhoramento da cana-de-açúcar – Guia para a identificação das principais variedades da cana-de-açúcar no Brasil. Piracicaba, SP. 28p.
- PMGCA (2009) Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-Açúcar. Araras – SP. <<http://pmgca.dbv.cca.ufscar.br/hm/catal/rb867515.php>> Acesso em 6 jan. 2009.
- Prado Junior, C. (1998) *Historia econômica do Brasil*. 43. ed São Paulo, Editora Brasiliense, p. 243-8.
- Quintela, A. C. R. (1996) *Avaliação do plantio convencional e de cana inteira, com e sem desponete, e da compactação pós-cobertura, em duas variedades de cana-de-açúcar*. Dissertação (Mestrado) – Lavras - MG, Universidade Federal de Lavras – UFLA, 37p.
- Ramesh, P.; Mahadevaswamy, M. (2000) Effect of formative phase drought on different classes os shoots, shoot mortality, cane attributes, yield and quality of four sugarcane cultivars. *J. Agronomy & Crop Science*. Berlim, v.185, p.249-258.
- Reis Jr., R.A. & Monnerat, P.H. (2002) Diagnose nutricional da cana-de-açúcar em Campos dos Goytacazes (RJ). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 26: 367- 372.
- Ribeiro Júnior, J. I. (2001) *Análises Estatísticas no SAEG*. José Ivo Ribeiro Júnior. – Viçosa : UFV, 301p.

- Santos, A.M.C. (1983) *Emergência, perfilhamento e produção de colmos de cana-de-açúcar (Saccharum sp.) em função das épocas de plantio no Estado de São Paulo*. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Piracicaba – SP, ESALQ, 154p.
- Segato, S.V.; Pinto, A. de S.; Jendiroba, E.; Nóbrega, J.C.M. (2006) *Atualização em produção de cana de açúcar*. Piracicaba, Editora Prol, 415p.
- Sindicato da Indústria e da Refinação do Açúcar nos Estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo (1991) Regulamento do sistema de pagamento de canas de fornecedores pelo teor de sacarose e pureza no Estado do Rio de Janeiro. Campos dos Goytacazes – RJ, 35p.
- Stolf, R.; Iaia, A. M.; Lee, T. S. G. (1986) Índice de falha segundo o método de STOLF; correlação com rendimento agrícola em cana planta. *Brasil Açucareiro*, v.104, n.5/6, p. 44-50.
- Stolf, R. (1986) Metodologia de avaliação de falhas nas linhas de cana-de-açúcar. *STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos*, v. 4, n. 6, p. 22-36.
- Tokeshi, H. (1986) Perfilhamento e perdas pelo carvão da cana-de-açúcar. *STAB*, Piracicaba, v.4, n.5, p.34-44.
- Toledo, V.V; Gancho, C.V. (1996) *Verdes canaviais*. 2. ed São Paulo, Editora Moderna, p. 13-6; 42-58.
- Vasconcelos, A. C. M. (2006) *V Curso "Tópicos da cultura da Cana-de-açúcar", Brotação da cana-de-açúcar*, Campinas – SP, Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), 11p.
- Veiga, C. F. M.; Vieira, J. R.; Morgado, I. F. (2006) *Diagnóstico da Cadeia Produtiva da Cana-de-açúcar do estado do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro, 107p.
- Wood, R. A. (1987) Cane deterioration as affected by billet size, delay in milling and other factors. South African, Sugar Technologists Association, 50. *Tropical Agriculture*, v.3, n.2, p.134.
- Yang, P. C.; Lo, C. C.; Ho, F. C.; Yin, S. A. (1981) A study of planting whole-stalk seed cane, its germination, growth and sugar cane yield. Report of Taiwan Sugar Research Institute, n.94, p.19-32.

APÊNDICE

Tabela 1A. Resumo da análise de variância dos dados de porcentagem de brotação e arqueamento de mudas da cana-de-açúcar em Campos dos Goytacazes - RJ , Faz. Abadia, ano agrícola 2007/2008, UENF

FV	GL	Quadrados Médios	
		Porcentagem de brotação	Arqueamento de mudas
FP	3	2643,273**	385,3353**
DG	1	282,0312**	206,2988
FP x DG	3	109,7656*	30,51758
Bloco	3	49,84086	264,8926
Resíduo	21	34,18692	73,30032
Total	31		
CV (%)		12	133

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 2A. Resumo da análise de variância dos dados de porcentagem, tamanho médio e frequência de falhas da cana-de-açúcar em Campos dos Goytacazes - RJ , Faz. Abadia, ano agrícola 2007/2008, UENF

FV	GL	Quadrados Médios	
		Porcentagem de falha	Tamanho médio de falha
FP	3	558,6867**	1,0723**
DG	1	160,3169	0,0414
FP x DG	3	65,2310	0,0576
Bloco	3	54,7365	0,0379
Resíduo	21	61,6874	0,0394
Total	31		
CV (%)		77	37

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 3A. Resumo da análise de variância da contagem do número de perfilhos por metro aos 53, 117, 176, 314, 488 dias após o plantio (DAP) na cana-de-açúcar em Campos dos Goytacazes - RJ, Faz. Abadia, ano agrícola 2007/2008, UENF

FV	GL	Quadrados Médios				
		53	117	176	314	488
FP	3	59,4736*	78,5792*	51,8544*	3,9786*	3,0083*
DG	1	6,3457*	13,5363*	8,5724	0,4542	0,9669
FP x DG	3	2,4697*	4,2749	2,1658	0,3510	1,6206
Bloco	3	1,1214	1,6525	3,8299	1,9262	1,8937
Resíduo	21	0,7692	3,0235	2,1575	0,6597	0,7903
Total	31					
CV (%)		12	14	10	10	13

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 4A. Resumo da análise de variância dos dados de peso, diâmetro e comprimento de colmos em Campos dos Goytacazes - RJ, Faz. Abadia, ano agrícola 2007/2008, UENF

FV	GL	Quadrados Médios		
		Peso de colmo	Diâmetro de colmo	Comprimento de colmo
FP	3	0,0157	0,0605*	0,0342
DG	1	0,0148	0,0354	0,0746
FP x DG	3	0,1431	0,0189 ^{ns}	0,0699
Bloco	3	0,0049	0,0042	0,1428
Resíduo	21	0,0489	0,0097	0,0386
Total	31			
CV (%)		11	3	5

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 5A. Resumo da análise de variância das características agroindustriais brix, fibra da cana e pureza do caldo da variedade RB 867515 em Campos dos Goytacazes - RJ, Faz. Abadia, ano agrícola 2007/2008, UENF

FV	GL	Quadrados Médios		
		Brix	Fibra da cana	Pureza do caldo
FP	3	1,2937	0,2386	0,0270
DG	1	0,4278	1,6748*	3,2909
FP x DG	3	0,3170	1,0390	0,3304
Bloco	3	1,2303	0,7214	7,4770
Resíduo	21	0,5986	0,3797	1,0913
Total	31			
CV (%)		4	5	1

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 6A. Resumo da análise de variância da tonelada de cana por hectare (TCH), pol da cana (PC) e tonelada de pol por hectare (TPH) da variedade RB 867515 em Campos dos Goytacazes - RJ, Faz. Abadia, ano agrícola 2007/2008, UENF

FV	GL	Quadrados Médios		
		TCH	PC	TPH
FP	3	622,9871	0,5270	15,4418
DG	1	60,6058	0,2686	2,6097
FP x DG	3	160,9787	0,1413	4,6365
Bloco	3	314,6622	1,8396	9,9829
Resíduo	21	308,2400	0,3669	7,2866
Total	31			
CV (%)		18	4	17

Tabela 7A. Resumo da análise de variância das características agroindustriais açúcar total recuperável (ATR), tonelada de açúcar por hectare (TAH), açúcar redutor (AR), álcool hidratado e álcool anidro da variedade RB 867515 em Campos dos Goytacazes - RJ, Faz. Abadia, ano agrícola 2007/2008, UENF

FV	GL	Quadrados Médios				
		ATR	TAH	AR	Álcool hidratado	Álcool Anidro
FP	3	40,15982	12,9267	0,0003	13,2501	12,1660
DG	1	10,15120	1,8532	0,0277	3,3492	3,0752
FP x DG	3	9,087917	3,8799	0,0032	2,9984	2,7531
Bloco	3	100,9690	7,7559	0,0541	33,3133	30,5876
Resíduo	21	24,36315	6,0655	0,0082	8,0383	7,3806
Total	31					
CV (%)		3	17	16	3	3

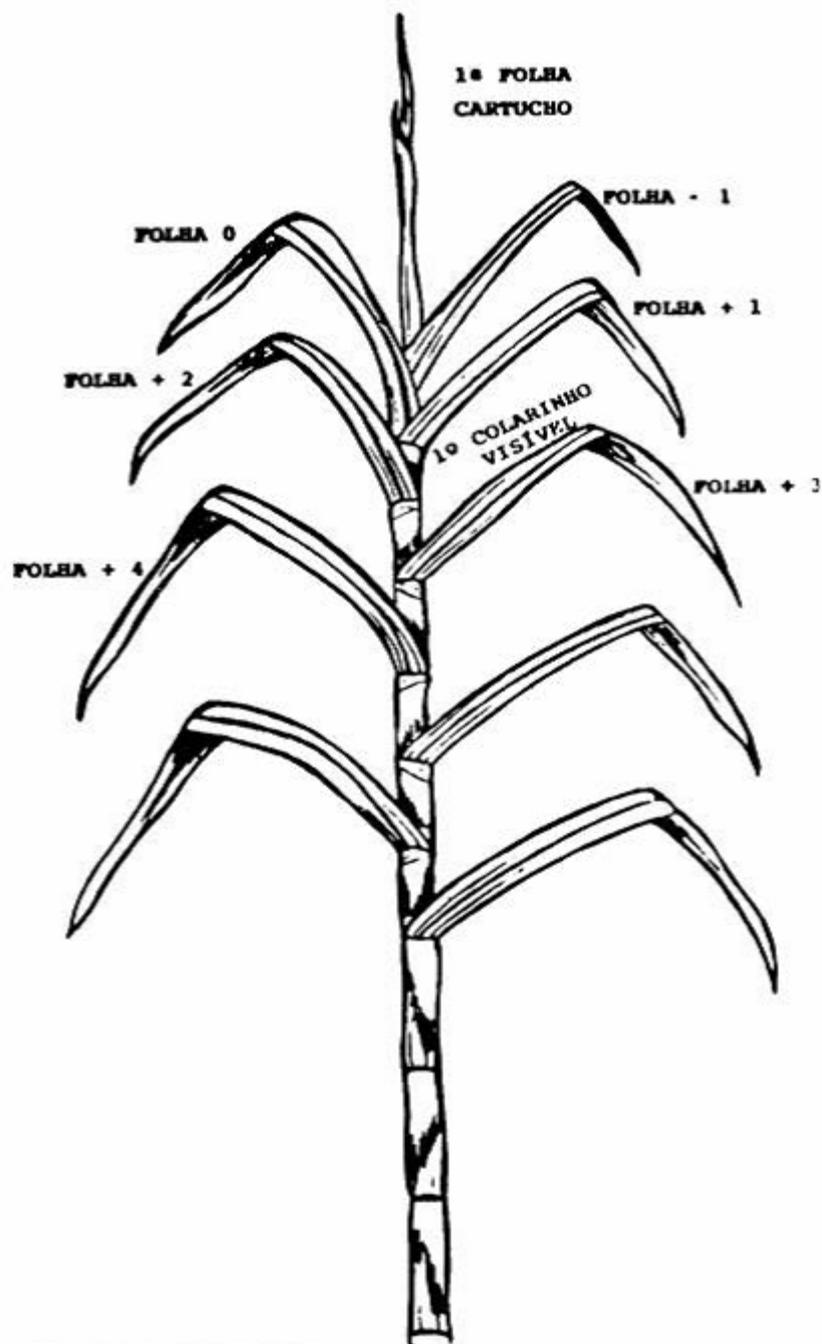


Figura 1. Sistema de numeração de folhas no sistema estabelecido por Kuijper.

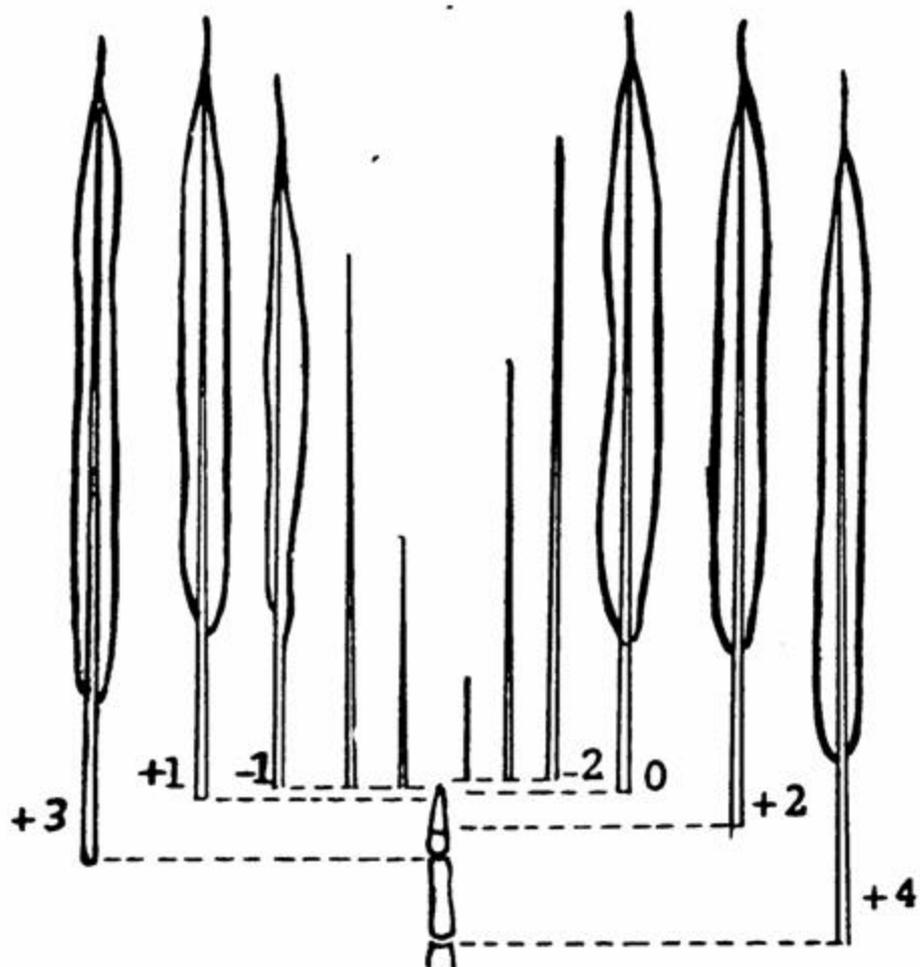


Figura 2. Sistema de numeração de folhas de Kuijper.