

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

LIANA NIYIRETH VALERO CARVAJAL

**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DE CANA-DE-AÇÚCAR: ORIGEM DAS
GEMAS, VARIEDADES E ADUBAÇÃO**

**ALEGRE
2021**

LIANA NIYIRETH VALERO CARVAJAL

**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DE CANA-DE-AÇÚCAR: ORIGEM DAS
GEMAS, VARIEDADES E ADUBAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia - PPGA, do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Agronomia, na área de concentração Produção Vegetal, Linha de Pesquisa Produção de Plantas Cultivadas e Nativas (Fitotecnia).

Orientador Prof. Dr: Leandro Pin Dalvi.

ALEGRE
2021

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de
Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

V162c Valero Carvajal, Liana Niyireth, 1988-
Características agronômicas de cana-de-açúcar: origem das
gemas, variedades e adubação / Liana Niyireth Valero Carvajal. -
2021.
38 f.

Orientador: Leandro Pin Dalvi.
Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade
Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e
Engenharias.

1. Cana-de-açúcar. 2. Origem das gemas. 3. Adubação orgânica.
4. Variedades. 5. Produtividade. I. Pin Dalvi, Leandro. II.
Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências
Agrárias e Engenharias. III. Título.

CDU: 63

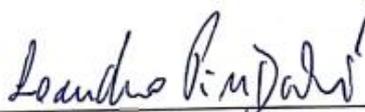
LIANA NIYIRETH VALERO CARVAJAL

CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DE CANA-DE-AÇÚCAR: ORIGEM DAS GEMAS, VARIEDADES E ADUBAÇÃO

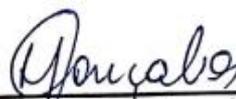
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Agronomia, na área de concentração Produção Vegetal, Linha de Pesquisa Produção de Plantas Cultivadas e Nativas (Fitotecnia).

Aprovada em 26 de Outubro de 2021.

COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. D. Sc. Leandro Pin Dalvi
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador



Prof. D. Sc. Hugo José Gonçalves dos Santos Júnior
Universidade Federal do Espírito Santo
Membro interno



Prof. D. Sc. Hugo Bolsoni Zago
Universidade Federal do Espírito Santo
Membro interno



D. Sc. Luis Moreira de Araújo Júnior
Universidade Federal do Espírito Santo
Membro externo.

Dedico

A minha mãe e irmã, Flor e Nohora,
pelo amor e apoio incondicional ainda na distância.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, pela oportunidade da realização do mestrado.

A Deus, por seu infinito amor e sustento diário.

A minha mãe e minha irmã Flor Carvajal e Nohora Velez, por serem meu porto seguro.

A minha amiga de mestrado e agora da vida, Marcia Braga, pelas múltiplas tardes e noites de estudo.

A minha amiga incondicional Amanda Vargas, por seu apoio e paciência em todo momento.

As minhas amigas Cassia Barreto, Mila Sangil e Sandy Espinosa, por me acolherem como uma família, sendo pessoas maravilhosas, que Deus colocou em meu caminho.

Ao meu amigo incondicional Juan Jose Franco, por sustentar-me com todo seu amor, palavras e sorrisos à distância, que sempre aquecem meu coração ainda em condições adversas.

Ao meu namorado e companheiro de vida, Rogerio Candido da Silva por estar sempre presente do meu lado.

Ao meu orientador, professor Leandro Pin Dalvi, pela paciência, ensinamentos e orientação.

Ao Vinicius Agnolette, por sua disponibilidade continua na revisão dos meus escritos.

Aos demais membros da banca, professor Hugo Bolsoni Zago e Hugo José Gonçalves dos Santos Junior, e Luís Moreira de Araújo por suas contribuições.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, ao CNPq, a CAPES e a FAPES, por tornarem possível a realização desse trabalho.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

CARVAJAL, Liana Niyireth Valero. Produção de cana-de-açúcar: Origem das gemas, adubação e variedades, 2021. (Dissertação - Mestrado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre - ES, 2021.

RESUMO

A cana-de-açúcar é uma das culturas mais importantes a nível socioeconômico do Brasil, sendo a principal matéria-prima para produção de etanol, açúcar e forragem para alimentação animal. Durante o ciclo de cultivo é necessária a realização de diversas atividades para a obtenção da máxima capacidade produtiva da cultura. Dessa forma, a produção de mudas para o canavial constitui uma das fases mais importantes do processo produtivo. Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o efeito da origem dos propágulos e adubação orgânica no desenvolvimento e produtividade de uma variedade comercial e uma regional de cana-de-açúcar. O experimento foi conduzido no campo experimental do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCAUE-UFES), localizado na BR 482, Alegre - ES. Os propágulos de cana-de-açúcar utilizados no plantio do experimento foram da variedade RB867515 (comercial) e Vendanova 01 (regional). O número de brotos por tratamento foi avaliado realizando-se seis avaliações após o plantio: 30, 60, 120, 160, 190 e 260 dias após o plantio (DAP). Para a análise da produção da cultura realizou-se uma avaliação ao final do ciclo (365 DAP), medindo a massa dos colmos com e sem ponteira (kg), comprimento (m) e diâmetro dos colmos (cm), quantidade de caldo produzido (ml) por colmo e o teor de sólidos solúveis (°Brix) do caldo, calculando produtividade total de plantas e de colmos. Os dados foram submetidos à análise de variância, a 5% de significância, pelo teste F, e utilizando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação das médias. Os resultados indicam que os propágulos de origem médio, da variedade Vendanova 01, sem adubação orgânica foram os que apresentaram maior perfilhamento, comprimento e diâmetro de colmos, e produtividade total de planta e de colmos.

Palavras-chave: propágulos, adubação orgânica, brotação, produção.

CARVAJAL, Liana Niyireth Valero. Sugarcane production: Origin of buds, fertilization and varieties, 2021 (Dissertation - Master in Agronomy) - Center for Agricultural Sciences and Engineering, Federal University of Espírito Santo, Alegre - ES, 2021.

ABSTRACT

Sugarcane is one of the most important crops at a socioeconomic level in Brazil, being the main raw material for the production of ethanol, sugar and forage for animal feed. During the cultivation cycle, it is necessary to carry out several activities to obtain the maximum productive capacity of the culture. Thus, the production of seedlings for sugarcane is one of the most important phases of the production process. Given the above, the objective of this work was to evaluate the effect of the origin of the propagules and organic fertilization on the development and productivity of a commercial and a regional variety of sugarcane. The experiment was conducted in the experimental field of the Center for Agricultural Sciences and Engineering of the Federal University of Espírito Santo (CCAUE-UFES) located at BR 482, Alegre - ES. The sugarcane propagules used in the planting of the experiment were of the variety RB867515 (commercial) and Vendanova 01 (regional). The number of sprouts per treatment was evaluated, making six evaluations after planting: 30, 60, 120, 160, 190 and 260 days after planting (DAP). For the analysis of the crop production, an evaluation was carried out at the end of the cycle (365 DAP), measuring the weight of the stalks with and without tip (Kg), length (m) and diameter of the stalks (cm), amount of broth produced (ml) per stalk and the soluble solids content (°Brix) of the juice, calculating the total productivity of plants and stalks. Data were subjected to analysis of variance at 5% significance by the F test, using Tukey's test at 5% probability for comparison of means. The results indicate that medium-origin propagules, variety Vendanova 01, without organic fertilization were the ones with the highest tillering, length and diameter of stalks, and total productivity of plant and stalks.

Keywords: propagules, organic fertilization, sprouting, production.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. REVISÃO DE LITERTURA	9
3. MATERIAL E MÉTODOS	11
3.1. LOCALIZAÇÃO.....	11
3.2. MATERIAL VEGETAL	11
3.3. PREPARO DA ÁREA.....	12
3.4. PLANTIO.....	12
3.5. ADUBAÇÃO ORGÂNICA	14
3.6. CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS	14
3.7. CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS.....	14
3.8. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4.1. AVALIAÇÕES MENSAS DE DESENVOLVIMENTO.....	15
4.2. ANÁLISE DA REGRESSÃO LINEAR	25
4.3. AVALIAÇÃO DE PRODUÇÃO	27
5. CONCLUSÃO	32
REFERÊNCIAS	33

1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma planta cultivada mundialmente. O Brasil é o maior produtor e o principal exportador de açúcar, com estimativa na safra 2020/21 de produção de 642,1 milhões de toneladas, com leve retração de 0,1% em relação à produção anterior. Com esse volume de cana deve ser produzido o recorde de 39,3 milhões de toneladas de açúcar (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2021). Esta cultura tem sido disseminada por todo o território brasileiro devido ao fácil cultivo e ao alto potencial de produção, principalmente nas épocas secas do ano.

As variações climáticas do Brasil possibilitam até duas épocas de colheitas anuais, sendo de setembro a abril, nas regiões Norte-Nordeste, e a outra de junho a dezembro, na região Centro-Sul (PINTO et al., 2010). Dentre as regiões produtoras brasileiras destacam-se: Sudeste, com 65% da participação nacional (412,4 milhões de toneladas); Centro-oeste, com 21% (140,6 milhões de toneladas); Nordeste, com 7,9 % (51 milhões de toneladas); Sul, com 5,3% (34,2 milhões de toneladas) e Norte, com apenas 0,57% (3,7 milhões de toneladas) (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2021).

Durante o ciclo de cultivo, diversas atividades de manejo são necessárias para a obtenção da máxima capacidade produtiva da cultura, sendo que a produção de mudas (propágulos) para o canavial constitui a fase mais importante do processo produtivo, pois o transplante de mudas saudáveis pode aumentar a produtividade da cultura de 10 a 30% e a longevidade dos canaviais em 30% (LEE et al., 2007). É importante mencionar que o desenvolvimento inicial das mudas é influenciado por diversos fatores como: temperatura, umidade, variedade, incidência de pragas e doenças e posição da gema no colmo.

O colmo da cana-de-açúcar possui seções denominadas toletes, com gemas individualizadas. Dentro do mesmo genótipo a capacidade de brotação dos toletes varia de acordo com a idade da planta e a posição da gema no colmo (SEGATO et al., 2006). Essa posição da gema no colmo significa que os toletes basais são os mais velhos e os apicais mais novos e apresentam diferenças nos conteúdos de substâncias (CASAGRANDE e VASCONCELOS, 2008).

Os entrenós basais que se formam primeiro, acumulam açúcar mais cedo e são ricos em sacarose e sais minerais, enquanto os do ápice são ricos em glicose, nitrogênio e água. Partindo do pressuposto que a brotação das gemas está diretamente correlacionada com o teor de glicose, nitrogênio e água, a brotação será mais rápida nos entrenós provenientes do ápice do colmo, sendo necessário nos entrenós basais, transformar a sacarose em glicose, demandando um tempo maior para brotar (AUDE et al., 1993).

Um fator de relevância na produção agrícola é a evidente necessidade de ampliar sistemas de cultivos agrícolas que sejam menos impactantes ao meio ambiente e também adicionem valor à matéria-prima produzida na propriedade. A utilização de resíduos animais nos sistemas de produção agrícola representa uma alternativa eficiente, que visa à diminuição ou eliminação da dependência dos fertilizantes químicos e aumento da segurança ambiental (FREITAS et al., 2012).

Dentre os adubos orgânicos disponíveis na região e que podem ser utilizados na cultura da cana-de-açúcar, se destaca o esterco bovino proveniente dos sistemas produtivos de carne e leite. Este insumo orgânico é a fonte mais utilizada, especialmente em solos pobres em matéria orgânica (FILGUEIRA, 2008). Atuando como poderoso agente beneficiador do solo, capaz de melhorar substancialmente suas características físicas e químicas por meio da redução da densidade aparente, melhora na permeabilidade, infiltração e retenção de água, e variação de temperatura dos solos, proporcionando acúmulo de nitrogênio orgânico, auxiliando no aumento do seu potencial de mineralização e disponibilidade de nutriente para as plantas e reduzindo o uso de fertilizantes (TEJADA et al., 2008). Além disso, a produtividade da cana-de-açúcar é uma variável diretamente influenciada pela taxa de absorção e acúmulo de nitrogênio (N) e fosforo (P) pela planta, sendo o esterco bovino uma excelente fonte orgânica destes nutrientes para o solo (OLIVEIRA et al., 2007).

A realização de pesquisas que avaliam os fatores mencionados anteriormente proporciona o embasamento necessário para aplicar técnicas de manejo que otimizem o potencial de produção da cultura de cana-de-açúcar no Brasil. Desta forma, objetivou-se com esse trabalho avaliar o efeito da origem dos propágulos e da adubação orgânica no desenvolvimento e produtividade de uma variedade comercial e uma regional na cultura de cana-de-açúcar.

2. REVISÃO DE LITERTURA

A cana-de-açúcar é uma gramínea originária do Sudeste Asiático, cultivada em áreas tropicais e subtropicais, em cerca de 79 países (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2012). Esta planta está classificada em: divisão Manoliophyta; classe Magnoliopsida; ordem Graminales; família Poaceae, e gênero *Saccharum* (CRONQUIST, 1981). As cultivares de cana-de-açúcar atuais são híbridos interespecíficos, constituídas geneticamente por espécies *Saccharum officinarum*, *Saccharum spontaneum*, *Saccharum sinense*, *Saccharum barberi*, *Saccharum robustum* e *Saccharum edule* (JADOSKI et al., 2010).

Esta gramínea possui alta capacidade para realização de fotossíntese, característica de plantas com metabolismo C4, com alto poder de concentração de CO₂ em função da redução da fotorrespiração, atingindo altas taxas de fotossíntese em elevada intensidade de radiação solar (ALVES et al., 2021).

A trajetória da cana-de-açúcar até chegar no Brasil começou no século 5, na Ásia, quando indianos desenvolveram a técnica de solidificação do suco dos colmos da planta, transformando-o em cristais granulados. Posteriormente, no século 7, com a chegada dos árabes na Índia foram aperfeiçoadas as técnicas de transformação, permitindo a obtenção de um produto mais puro e branco. Com as cruzadas dos povos árabes nos séculos 10 e 11, o produto foi difundido por todo o Oriente Médio e a Europa, onde devido a algumas dificuldades da cultura o produto ganha status de especiaria de alto custo, sendo de utilização exclusiva da nobreza. Com as viagens do italiano Cristóvão Colombo o produto chegou à América no século 15 e ganhou importância pelos portugueses e espanhóis, chegando ao Brasil no século 16 (COPERSUCAR, 2020).

A cana-de-açúcar apresenta crescimento em forma de touceiras, constituídas por uma parte aérea formada por colmos (caule típico de gramíneas) folhas e inflorescências, e outra subterrânea formada por raízes e rizoma (espessos, ricos em reservas, providos de nós e entrenós e decrescimento horizontal) (DIOLA e SANTOS, 2010).

Os processos fisiológicos nas plantas podem variar de acordo com as fases de desenvolvimento, no caso da cana-de-açúcar, esses processos podem ser

classificados como: brotação, perfilhamento, crescimento, maturação e florescimento (CASAGRANDE e VASCOCELOS, 2008).

A brotação é um processo biológico, que consome energia originária da degradação de substâncias de reserva do colmo, através do processo de respiração. Neste período (cerca de 60 dias) as reservas dos toletes são fundamentais para a evolução do processo de brotação, reduzindo essa dependência à medida que o sistema radicular se desenvolve, aumentando a superfície ativa de absorção de água e nutrientes do solo (CARLIN e SILVA, 2004). Muitos fatores podem influenciar a brotação da cana, sendo eles, fatores ambientais (temperatura e umidade), genéticos e fisiológicos (variedade, idade, tamanho e sanidade das gemas) e fitotécnicos (práticas agrícolas realizadas no campo) (SERAFIM et al., 2012).

Após o período de brotação e desenvolvimento das gemas, inicia-se a emissão de colmos na planta que recebem o nome de perfilhos (SILVA et al., 2004). Este processo denominado perfilhamento, inicia-se em torno de 40 dias após o plantio e pode durar até 120 dias, sendo um processo fisiológico de ramificação subterrânea contínua das juntas nodais compactadas ao broto primário, proporcionando ao cultivo o número de colmos necessário para uma boa produção (DIOLA e SANTOS, 2010). Tal brotação, formação de folhas e raízes novas ocorre com as reservas nutritivas da própria planta, esgotando-a. Sendo assim, a adubação caulinar nestes casos de grande utilidade, pois os toletes absorvem rapidamente os nutrientes produzindo mudas mais vigorosas (CAMARGO e SILVA, 2002).

Após do estabelecimento dos perfilhos, inicia a fase de crescimento dos colmos caracterizado por intensa divisão, diferenciação e alongamento celular, aumentando o tamanho e a massa seca da planta (AUDE, 1993). Este período começa a partir dos 120 após o plantio e dura até 270 dias, em um cultivo de 12 meses, sendo o estágio mais importante do cultivo, pois é quando se acumulam aproximadamente 75% da matéria seca (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2012).

Sendo a última fase conhecida como maturação dos colmos, tendo início de 270 a 360 dias após o plantio e podendo se prolongar por até 6 meses (DIOLA, SANTOS, 2010). Alterações morfológicas na planta acontecem, gerando-se paralelamente a

redução do crescimento vegetativo, e a transformação dos açúcares frutose e glicose (monossacarídeos) em sacarose (dissacarídeo).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. LOCALIZAÇÃO

O experimento foi conduzido na área experimental do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCAUE-UFES) localizado na BR 482, Alegre - ES, latitude 20°42'51,61"S e longitude 41°27'24,51"O, com altitude de 117 m. O clima da região, segundo a classificação de Köppen é Cwa, caracterizado por inverno seco e verão chuvoso, com precipitação anual média de 1.200 mm. A temperatura média anual oscila em torno de 27 °C (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET, 2021).

3.2. MATERIAL VEGETAL

Propágulos de cana-de-açúcar das variedades RB867515 (comercial) e Vendanova 01 (regional) foram utilizados. A variedade RB867515 (V1) foi lançada oficialmente em dezembro de 1997 pela Universidade Federal de Viçosa, resultante de um policruzamento, tendo como variedade progenitora a RB72454, fecundadas com pólen de diversas outras variedades ao acaso, de modo que não se pode especificar o genitor masculino. Esta variedade apresenta hábito de crescimento ereto e despalha fácil, seus colmos são de diâmetro médio e alta uniformidade, com entrenós cilíndricos de cor verde-arroxeados. A zona radicular é de largura média, sem enraizamento aéreo. As gemas são de tamanho médio do tipo pentagonal e suas folhas são de largura média, arqueadas, curvas e bordos com serrilhamento pouco agressivo (RIDESA, 2015).

Os resultados nos ensaios conduzidos nas usinas e destilarias mostraram que nessa variedade pode ocorrer tombamento ao final do ciclo devido ao seu crescimento vigoroso. Apresenta maturação média pelo que se recomenda a colheita de julho a novembro, com médio a alto teor de sacarose, boa brotação de soqueiras, resistência à ferrugem comum e alaranjada (*Puccinia* spp), ao carvão (*Ustilago scitaminea* Syd), escaldadura (*Xanthomonas albilineans*) e resistência intermediária à broca do colmo/podridão (*Diatraea saccharalis*) (RIDESA, 2008).

A variedade Vendanova 01 (V2) é uma variedade regional, sem origem parental definida, amplamente cultivada na região sul capixaba, selecionada devido à necessidade de determinar as suas características agronômicas.

3.3. PREPARO DA ÁREA

O preparo da área contou com amostragens do solo nas camadas de 0-20 cm e 20-40 cm, para determinar as necessidades de aplicação de calcário, visando à correção do solo. Os resultados da análise de solo estão apresentados na Tabela 1.

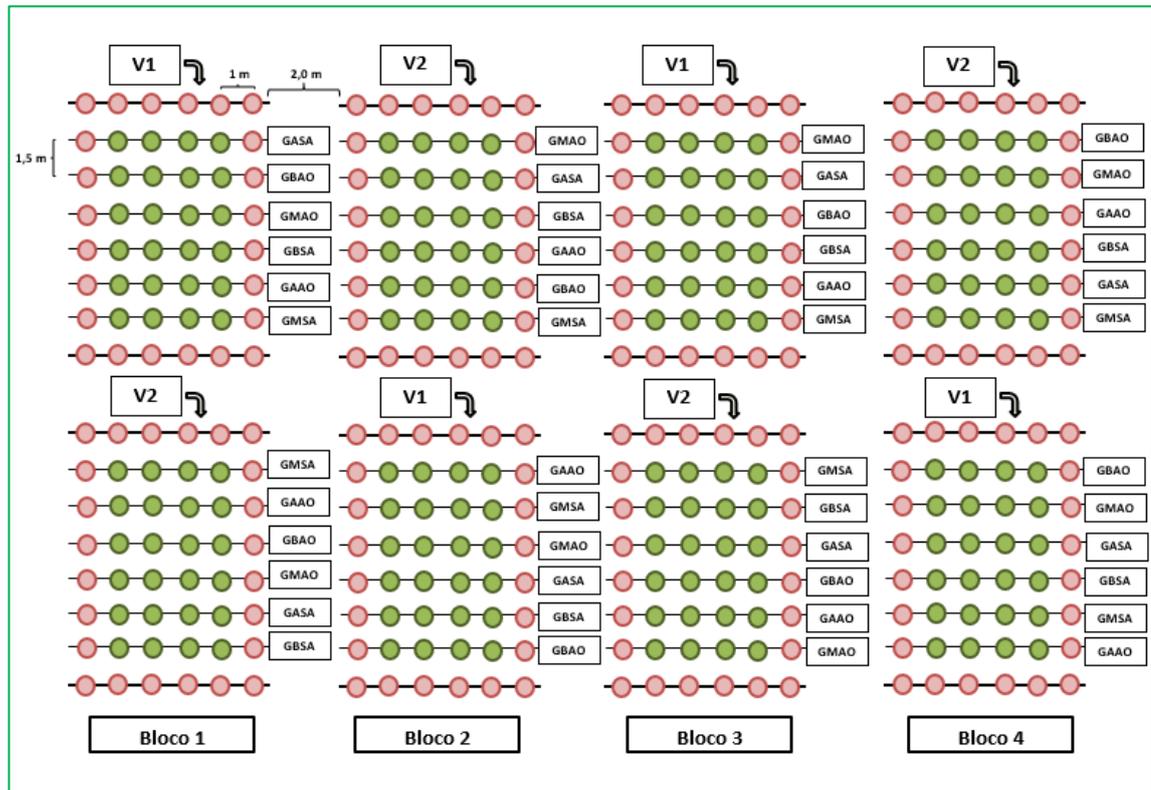
Tabela 1 - Análise de solo da área experimental do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCAUE-UFES).

pH	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H + Al						
H₂O	mg/dm³			cmolc/dm³									
6,94	18,78	108		3,35	1,22	0	2,58						
SB	(t)	(T)	V	M	ISNa	MO	P	Zn	Fe	Mn	Cu	B	S
cmolc/dm³	%	dag/Kg	mg/L	mg/dm³									
4,8	4,8	7,7	63,4	0	1,34 43,3 2,8 20 22 0,9 0,47 3,5								

3.4. PLANTIO

O plantio da cana-de-açúcar foi realizado de forma manual (17 de setembro de 2019), em 600 metros quadrados de área. Sulcos lineares foram feitos em forma de V, com 30 cm de profundidade. O espaçamento estabelecido foi de 1,5 m entre linhas e de 1 m entre propágulos (totalizando 6 propágulos por linha de tratamento). O espaçamento entre os blocos foi de 2 m. Os tratamentos foram dispostos conforme Figura 1.

Figura 1 - Arranjo experimental indicando os blocos, tratamentos, parcelas e bordadura na área experimental do CCAE-UFES.



V1: variedade comercial RB867515
V2: variedade regional Venda Nova 01
PA-SA: propágulo apical sem adubação
PA-AO: propágulo apical com adubação
PM-SA: propágulo médio sem adubação
PM-AO: propágulo médio com adubação
PB-SA: propágulo basal sem adubação
PB-AO: propágulo basal com adubação



A preparação dos propágulos, consistiu na seleção e retirada de colmos da planta mãe, seguido do desponte e limpeza. Posteriormente, os colmos foram divididos em três partes iguais e classificados quanto a sua posição de origem em: propágulo apical (região próxima ao meristema apical), propágulo basal (região mais próxima do solo) e propágulo médio (região intermediária), cada um com 4 gemas viáveis.

Após a classificação e separação dos propágulos, os mesmos foram distribuídos nos sulcos homogeneamente, totalizando seis propágulos por sulco de 6 m.

3.5. ADUBAÇÃO ORGÂNICA

Para a adubação orgânica utilizou-se esterco de origem bovino, coletado e armazenado por 60 dias. A aplicação foi realizada 10 dias após o plantio (27 de setembro de 2019), com dosagens de 5 litros por metro linear de sulco, para um total de 20 t.ha⁻¹. Os resultados da última análise de solo realizado na área foi ponto de referência para a dosagem. O Manual de Recomendação de Adubação e Calagem, para o Estado do Espírito Santo 5ª Aproximação foi utilizado para a interpretação da fertilidade. Se realizaram regas por aspersão com frequência de 7 dias, até elevar a umidade do solo a capacidade de campo.

3.6. CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS

O controle de plantas daninhas foi realizado por médio da capina manual durante os primeiros 3 meses de estabelecimento das plantas, considerado como a época crítica de competência entre a cultura principal e as principais plantas daninhas.

3.7. CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS

Para a determinação do número de brotos seis avaliações mensais foram realizadas após o plantio (30, 60, 120, 160, 190 e 260 dias após o plantio - DAP), com a contagem manual do número de brotos presentes nas plantas de cada linha de tratamento. As demais características agronômicas foram avaliadas aos 365 DAP, com as seguintes medições: comprimento dos colmos (m) com e sem ponteira, determinado com trena; diâmetro dos colmos (cm), determinado com paquímetro portátil; massa dos colmos com e sem ponteira (kg), determinado com o auxílio de balança digital; volume de caldo (ml), determinado com moenda elétrica de 2 CV, com rolete de aço inox (para a moagem dos colmos) e proveta plástica com capacidade de 2000 ml; e o teor de sólidos solúveis (°Brix), determinado com refratômetro portátil, modelo 0-90% Brix-ATC (compensação automática de temperatura 10 °C A 30 °C).

A produtividade total de plantas (PTP) foi calculada partindo do número de colmos por metro lineal (por tratamento), multiplicado pela massa da amostra (colmo com ponteira) (kg), multiplicado por 6,666 (metros lineares por hectare no experimento). A produtividade total de colmos (PTC) foi calculada partindo do número de colmos por

metro lineal (por tratamento) multiplicado pela massa da amostra (colmo sem ponteira) (kg), multiplicado por 6,666 (metros lineares por hectare no experimento).

3.8. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA

O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), em fatorial triplo 3 x 2 x 2, com 12 tratamentos e quatro repetições. O primeiro fator correspondeu as três origens dos propágulos (apical, basal e médio); o segundo fator, as duas variedades (RB867515 e Vendanova 01); e o terceiro fator, a adubação orgânica, com e sem esterco bovino.

Todos os dados foram submetidos à análise de variância a 5% de significância, pelo teste F. O teste de Tukey a 5% de probabilidade foi utilizado para comparação das médias. O programa estatístico utilizado foi o *Software R 3.1.1* (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2019).

Os dados da determinação da brotação e número de perfilhos nas seis avaliações mensais foram submetidos aos modelos de regressão linear, para a avaliação do ajuste de equações que correlacionem os fatores avaliados com as variáveis analisadas. Os parâmetros para a escolha dos modelos foram estabelecidos pelo comportamento do gráfico de variáveis, da soma de quadrados dos modelos, do R^2 (coeficiente de determinação) e a significância dos coeficientes de regressão.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. AVALIAÇÕES MENSAS DE DESENVOLVIMENTO

Os resultados indicam que os fatores avaliados (origem do propágulo, variedades e adubação orgânica) interagem de forma diferente, dependendo do estado de desenvolvimento da planta.

Na primeira avaliação (30 DAP), a interação dupla foi significativa entre os fatores origem do propágulo (apical, média e basal) e variedades (RB867515 e Vendanova 01) (Tabela 2), e entre as variedades e adubação (com e sem adubação orgânica) (Tabela 3).

Aos 30 DAP, considerado como o fim do período de brotação da cultura, evidenciou-se diferença significativa na brotação em função da origem do propágulo nas variedades. O número de brotos da variedade RB867515 foi superior quando utilizado propágulos oriundos da parte apical seguido dos provenientes da parte basal da planta. Porém, na variedade Vendanova 01 a brotação foi maior no propágulo médio e apical (Tabela 2).

Os resultados nesta primeira fase podem estar relacionados aos fatores fisiológicos da cana-de-açúcar, como as características da gema no momento do plantio, conteúdo de substâncias de reserva e fito-hormônios, que tem evidenciado influência sob a brotação (ARNT et al., 2018).

A brotação diferencial nos propágulos de cana-de-açúcar foi explicada por Aude (1993), indicando que gemas basais acumulam açúcar mais cedo e são ricas em sacarose e sais minerais, enquanto as do ápice são ricas em glicose, nitrogênio e água. Devido à brotação das gemas estar diretamente correlacionada com o teor de glicose, nitrogênio e água, esta será mais rápida nos toletes provenientes do ápice do colmo do que as da base, que precisam transformar a sacarose em glicose, demandando mais tempo para brotar.

Tais propágulos, localizados nas regiões apicais e centrais, segundo Beauclair e Scarpari (2006), também apresentam menor concentração de hormônios inibidores da brotação e da dominância apical, ou seja, existe supressão do desenvolvimento dos brotos devido à presença de hormônios produzidos na região do ápice. Pelo exposto, existe um gradiente decrescente da germinação das gemas apicais às basais.

Concordando com Carlin e Silva (2004), que reportaram em cana-de-açúcar da variedade RB867515 brotações superiores quando utilizados propágulos apicais e médios, atribuindo os resultados à idade das gemas, conclui-se que gemas contidas no ápice e parte média da planta são mais novas e vigorosas, e, portanto, tem maior atividade metabólica do que aquelas localizadas na posição basal.

As variedades não apresentaram diferença significativa na brotação dos propágulos apical e basal, porém observou-se que a brotação no propágulo médio foi maior na

variedade Vendanova 01 (16,25) do que quando comparado com RB867515 (7,37) (Tabela 2).

Tabela 2 - Número de brotos de cana-de-açúcar em função do fator origem do propágulo (apical, média e basal) e variedades (RB867515 e Vendanova 01) aos 30 dias após o plantio.

Origem do propágulo	Variedades	
	RB867515	Vendanova 01
Apical	15,62 ± 2,45 aA	15,87 ± 2,95 aA
Média	7,37 ± 1,60 cB	16,25 ± 2,25 aA
Basal	11,00 ± 2,88 bA	13,00 ± 2,73 bA
F (Interação)	< 0,01	
P valor =	0,0223	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas entre linhas não diferem entre si em nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Segato et al. (2006) indicaram que dentro do mesmo genótipo a capacidade de brotação varia de acordo com a idade da planta e a posição da gema no colmo, existindo diferença varietal na velocidade de brotação das gemas, sendo mais rápida em cultivares precoces que quando comparado com cultivares tardias. Pelo exposto e pelo fato que RB867515 é uma variedade média - tardia e a Vendanova 01 tem sido indicada como uma variedade com rápida brotação pelos produtores da região, podem-se explicar os resultados deste trabalho.

A brotação na variedade Vendanova 01 foi superior no ambiente sem adubação (16,41), quando comparado ao adubado (13,66) (Tabela 3). A RB867515 não teve diferença significativa em função do fator adubação (com e sem).

Comparando-se as variedades, observou-se que a adição de adubo orgânico não gerou diferença significativa na brotação, porém no ambiente sem adubação o número de brotos foi maior em Vendanova 01 (16,41) quando comparado com RB867515 (10,75) (Tabela 3).

Tabela 3 - Número de brotos de cana-de-açúcar em função da adubação (com e sem) e das variedades (RB867515 e Vendanova 01) aos 30 dias após do plantio.

Adubação	Variedades	
	RB867515	Vendanova 01
C/adubo	11,91 ± 4,25 aA	13,66 ± 2,61 bA
S/adubo	10,75 ± 4,09 aB	16,41 ± 2,68 aA
F (Interação) =	0,0045	
P valor =	0,0223	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si em nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Os resultados anteriores poderiam ser explicados pelo fato de que nesta fase do desenvolvimento inicial a brotação é dependente principalmente das reservas presentes no tolete e os novos pontos de crescimento atuaram como drenos fisiológicos, pelo menos até que o sistema radicular esteja estabelecido (VERMA et al. 2013).

Na segunda e terceira avaliações, 60 e 120 DAP, respectivamente, evidenciou-se interação tripla (F interação tripla = 0,0185; P valor = 0,5597) e (F interação tripla = 0; P valor = 0,8993), respectivamente, entre os fatores avaliados (origem do propágulo, variedades e adubação orgânica), como observa-se na Tabela 4 e 5, respectivamente.

Aos 60 DAP, avaliando o número de brotos em função dos propágulos e da adubação, a variedade RB867515 apresentou diferença significativa nos tratamentos sem adubação, obtendo brotações maiores nos propágulos provenientes da parte basal e apical (41,75 e 35,5, respectivamente), sem diferença significativa quando adubadas (Tabela 4). Porém, não se observou diferença significativa na variedade Vendanova 01 (com e sem adubação).

Comparando a brotação entre as duas variedades, evidenciou-se que os propágulos apicais e médios não apresentaram diferença significativa quando adubados. No ambiente sem adubação, o propágulo basal em RB867515 obteve maior número de brotos (41,7), do que quando comparado com Vendanova 01 (22,75), como se observa na Tabela 4.

Tabela 4 - Número de brotos de cana-de-açúcar em função da origem do propágulo (apical, média e basal), variedades (RB867515 e Vendanova 01) e adubação (com e sem) aos 60 dias após do plantio.

Origem do propágulo	Variedades			
	RB867515		Vendanova 01	
	C/adubo	S/adubo	C/adubo	S/adubo
Apical	31,25 ± 10,87aA ^{ns}	35,50 ± 7,14aA ^{ns}	27,75 ± 8,02 aA ^{ns}	28,75 ± 7,32 aA ^{ns}
Média	29,50 ± 8,35 aA ^{ns}	22,50 ± 2,89 bA ^{ns}	24,25 ± 2,06 aA ^{ns}	26,25 ± 0,96 aA ^{ns}
Basal	27,00 ± 3,27 aB ^{ns}	41,75 ± 11,84 aA*	27,00 ± 6,98 aA ^{ns}	22,75 ± 3,40 aA
F (Interação) =	0,0185			
P valor =	0,5597			

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas da mesma variedade, e ^{ns} entre as variedades, não diferem entre si em nível de 5% de significância pelo teste de Tukey. * diferem entre as variedades em nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Neste ponto de avaliação as plantas se encontravam no início da fase de perfilhamento (30 dias após a brotação até os 120 dias após do plantio). Neste período, se originam os colmos secundários e terciários, podendo-se repetir este processo até a formação de colmos de quarta e quinta geração. Paralelamente se formam os sistemas radiculares dos colmos que tornam as plantas independentes das reservas presentes nos propágulos (SEGATO et al., 2006).

O perfilhamento está determinado por fatores climáticos, cultivares e tratos culturais adotadas (MANHÃES et al., 2015). No entanto, neste trabalho não se identificou efeito da adubação no início do perfilhamento, sendo necessário avaliar possíveis efeitos no final desta fase. Segundo Moore e Botha (2013), o padrão de perfilhamento da cana-de-açúcar está intrinsecamente relacionado à característica genética de cada variedade utilizada, concordando com os resultados obtidos nesta fase.

Na terceira avaliação (120 DAP), o número de brotos em função dos propágulos não apresentou diferença significativa na variedade RB867515 no ambiente adubado e sem adubar (Tabela 5). Porém, a variedade Vendanova 01 apresentou diferença significativa, sendo a brotação maior nos propágulos apicais e basais quando adubados (88,25 e 82,5 respectivamente), e quando não adubados no propágulo médio (112) (Tabela 5).

Tabela 5 - Número de brotos de cana-de-açúcar em função da origem do propágulo (apical, média e basal), variedades (RB867515 e Vendanova 01) e adubação (com e sem) aos 120 dias após do plantio.

Origem propágulo	Variedades			
	RB867515		Vendanova 01	
	C/adubo	S/adubo	C/adubo	S/adubo
Apical	59,50 ± 7,33 Aa	47,75 ± 9,18 aA ^{ns}	88,25 ± 12,58 aA*	53,75 ± 5,74 cB ^{ns}
Média	52,25 ± 4,72 aA ^{ns}	55,75 ± 6,02 aA	59,00 ± 6,98 bB ^{ns}	112,00 ± 19,37 aA*
Basal	54,25 ± 7,23 Aa	61,25 ± 1,71 aA	82,50 ± 9,98 aA*	85,00 ± 12,83 bA*
F (Interação) =	< 0,01			
P valor =	0,8993			

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas da mesma variedade, e ^{ns} entre as variedades, não diferem entre si em nível de 5% de significância pelo teste de Tukey. * diferem entre as variedades em nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Resultados similares foram encontrados por Neto et al. (2017), que reportaram maior perfilhamento em plantas de cana-de-açúcar originadas de gemas apicais e médias, quando comparadas com gemas basais. Esta característica de maior perfilhamento de canaviais formados a partir de propágulos apical e médio pode ser explicada por maior emissão de brotos, ou seja, cada brotação possibilita a formação de perfilhos, os quais podem emitir novos perfilhos, de até quinta geração.

Comparando o número de brotos entre as duas variedades em função da adubação, observou-se que os propágulos apicais e basais com adubação foram maiores em Vendanova 01 do que quando comparados com RB867515, sem diferença significativa nos propágulos médio. No ambiente sem adubação, Vendanova 01 obteve maior número de brotação nos propágulos médios e basais (112 e 85, respectivamente) em comparação com V1 (55,75 e 61,25), respectivamente, sem diferença significativa nos propágulos apicais (Tabela 5).

Tais resultados indicam que a adubação orgânica influenciou positivamente na fase final do perfilhamento da variedade Vendanova 01, com a emissão de maior número de brotos nos propágulos apicais e basais. Segundo Aranha e Yahn (1987), o comportamento diferencial no perfilhamento entre as variedades pode estar atribuído ao fato de que a emissão de perfilhos ocorre de maneira diferente em relação ao número e disposição, sendo esta uma importante característica genotípica que permite diferenciá-las.

Na quarta avaliação (160 DAP), evidenciou-se interação dupla entre o fator origem do propágulo com as variedades ($F_{\text{interação dupla}} = 0,0049$; $P_{\text{valor}} = 0,2287$), e entre origem do propágulo com adubação ($F_{\text{interação dupla}} = 0,0268$; $P_{\text{valor}} = 0,2287$), como se observa nas Tabelas 5 e 6, respectivamente.

Observou-se que o número de brotos em função dos propágulos não apresentou diferença significativa na RB867515. Porém, na Vendanova 01 os propágulos provenientes da parte média foram maiores (81,00) quando comparados com os apicais e basais (69,62 e 66,87), respectivamente (Tabela 6).

Comparando o número de brotos nas duas variedades, este foi maior nos propágulos apicais e médios da variedade Vendanova 01, sem diferença significativa quando comparado com o propágulo basal.

Tabela 6 - Número de brotos de cana-de-açúcar em função da origem do propágulo (apical, média e basal) e variedades (RB867515 e Vendanova 01) aos 160 DAP.

Origem do propágulo	Variedades	
	RB867515	Vendanova 01
Apical	55,50 ± 8,70 aB	69,62 ± 11,83 bA
Média	57,75 ± 6,56 aB	81,00 ± 3,34 aA
Basal	60,25 ± 2,49 aA	66,87 ± 6,06 bA
F (Interação) =	0,0049	
P valor =	0,2287	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si em nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Analisando o número de brotos dos propágulos em função da adubação, não se observa diferença significativa nos propágulos quando adubados (Tabela 7). No ambiente sem adubação, o número de brotos foi maior nos propágulos médios e basais, 71,25 e 63,25, respectivamente.

Comparando o número de brotos entre as origens dos propágulos, os propágulos provenientes do terço médio e basal não apresentaram diferença significativa em função a adubação (com e sem). Porém, o propágulo apical apresentou maior número de brotos (67,25) no ambiente adubado quando comparado com o sem adubar (57,87) (Tabela 7).

Tabela 7 - Número de brotos de cana-de-açúcar em função da origem do propágulo (apical, média e basal) e adubação (com e sem) aos 160 DAP.

Origem do propágulo	Adubação	
	C/adubo	S/adubo
Apical	67,25 ± 13,32 aA	57,87 ± 10,11 bB
Média	67,50 ± 14,40 aA	71,25 ± 12,15 aA
Basal	63,87 ± 6,22 aA	63,25 ± 5,39 aA
F (Interação) =	0,0268	
P valor =	0,2287	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si em nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

No momento da avaliação, a cultura se encontrava no início da fase de crescimento dos colmos, período que perdura até aos 270 DAP. O desenvolvimento da planta nesta fase depende basicamente da idade fisiológica, fatores climáticos e nutricionais (DIOLA e SANTOS, 2010). Porém, os resultados permitem concluir que a adição de adubo orgânico não influenciou no aumento de números de brotos. Os incrementos são atribuídos à origem do propágulo, sobressaindo os oriundos do terço médio na variedade Vendanova 01.

Na quinta avaliação (190 DAP), a brotação em função dos fatores avaliados não apresentou interações significativas entre os mesmos ($P_{\text{valor}} = 0,0874$), motivo pelo qual a análise se fez em função dos efeitos simples encontrados dentro de cada fator.

Os fatores origem do propágulo e adubação não apresentaram diferenças significativas, porém o fator variedades indicou que, nesta fase de desenvolvimento da cultura o número de brotos foi maior na Vendanova (53,7) quando comparada com RB867515 (43,87) (Tabela 8).

Tabela 8 - Número de brotos de cana-de-açúcar em função dos efeitos simples dos fatores aos 190 DAP.

Variedade	Fatores					
	Origem propágulo			Adubação		
RB867515	Vendanova 01	Apical	Médio	Basal	C/adubo	S/adubo
43,87 ± 6,08	53,70 ± 5,98	47,50 ± 7,44	50,30 ± 8,72	48,56 ± 7,29	49,87 ± 7,55	47,70 ± 7,99
b	a	a	a	a	a	a
P valor =	0,0874					

Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si em nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Nesta fase é determinado o número final de colmos por área, sendo este um componente do rendimento da cultura, sendo desejável que o desenvolvimento dos colmos seja o mais abundante e uniforme possível.

Neste ponto de desenvolvimento da cultura, é possível identificar a superioridade apresentada na variedade Vendanova 01 quando comparada com RB867515. Os resultados permitem identificar que a variedade Vendanova 01 obteve maior número de brotos quando utilizado o propágulo oriundo do terço médio, mesmo em ausência de adubação orgânica. O anterior pode estar relacionado às ótimas características agronômicas desta variedade amplamente reportadas pelos produtores da região, além de processos de adaptação natural da planta às condições edafoclimáticas da região.

A última avaliação de brotação realizou-se aos 260 DAP, evidenciando-se interação dupla entre o fator origem do propágulo e variedades ($F_{\text{interação dupla}} = 0,0033$; $P_{\text{valor}} = 0,8867$) e entre origem do propágulo e adubação ($F_{\text{interação dupla}} = 0,0491$; $P_{\text{valor}} = 0,8867$) como se observa nas Tabelas 8 e 9, respectivamente.

O número de brotos em função dos propágulos apresentou diferenças significativas na Vendanova 01, sendo o número de brotos do propágulo oriundo do terço médio maior (66,5) em comparação com os propágulos basais e médios. Porém, na RB867515 não houve diferença significativa.

Comparando as variedades, verificou-se que na Vendanova 01 os propágulos do terço médio e basal obtiveram maior número de brotos (66,5 e 55,75, respectivamente), quando comparado com a RB867515 (42,62 e 43,37, respectivamente), sem diferença significativa quando utilizado o propágulo apical (Tabela 9). Resultados que corroboram o potencial de brotação da variedade Vendanova 01, evidenciado desde o início do perfilhamento.

Tabela 9 - Número de brotos de cana-de-açúcar em função do fator origem do propágulo (apical, médio e basal) e variedades (RB867515 e Vendanova 01) aos 260 DAP.

Origem do propágulo	Variedades	
	RB867515	Vendanova 01
Apical	46,12 ± 10,60 Aa	49,35 ± 7,27 bA
Médio	42,62 ± 8,18 aB	66,50 ± 11,99 aA
Basal	43,37 ± 6,16 aB	55,75 ± 4,10 bA
F (Interação) =	0,0033	
P valor =	0,8867	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si em nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Nesta última avaliação, a cultura estava terminando a fase de crescimento dos colmos e dispendo-se a entrar na fase de maturação dos mesmos, período que perdura até os 360 DAP. Nesta fase, alterações morfológicas na planta acontecem, gerando-se paralelamente a redução do crescimento vegetativo e a transformação dos açúcares frutose e glicose (monossacarídeos) em sacarose (dissacarídeo) (AUDE,1993).

O número de brotos não apresentou diferenças significativas em função dos propágulos quando adubados. Porém, no ambiente sem adubação, o propágulo médio apresentou maior número de brotos (57,75) em comparação com o propágulo apical (43,75) (Tabela 10).

Os resultados permitem concluir que o fator adubação não influenciou a brotação das variedades avaliadas na fase final de crescimento dos colmos. Neste experimento foram utilizadas 20 t.ha⁻¹ de esterco bovino, o que não influenciou na brotação inicial, nem no aumento de número de brotos durante o ciclo vegetativo da cultura. Resultados similares foram reportados por Guimarães (2015) em plantas de cana-de-açúcar da variedade RB867515, adubadas com diferentes doses de esterco bovino (4,5; 9; 13,5 e 18 t.ha⁻¹), onde não se obteve diferença significativa no número de brotos aos 300 DAP. Não obstante, o autor reportou efeito linear positivo do nível crescente de esterco bovino sobre a produtividade de massa verde (t.ha⁻¹), sendo maior quando utilizada a dose de 18 t.ha⁻¹. Pelo exposto, é necessário analisar os resultados da avaliação de produção para possíveis efeitos nas características agronômicas.

Tabela 10 - Número de brotos de cana-de-açúcar em função do fator origem do propágulo (apical, médio e basal) e adubação (com e sem) aos 260 DAP.

Origem do propágulo	Adubação	
	C/adubo	S/adubo
Apical	51,75 ± 6,76 aA	43,75 ± 9,44 bA
Médio	51,37 ± 14,89 aA	57,75 ± 17,07 aA
Basal	50,00 ± 9,75 aA	49,12 ± 6,83 abA
F (Interação) =	0,0491	
P valor =	0,8867	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si em nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

É necessário mencionar que o número de brotos nesta etapa é de grande importância, uma vez que representa a população de plantas a ser obtida ao final do ciclo. Se concluiu que a variedade Vendanova 01 apresentou o maior número de brotos em comparação com RB867515, obtendo maior quantidade quando utilizados propágulos do terço médio e sem influência significativa do fator adubação.

4.2. ANÁLISE DA REGRESSÃO LINEAR

Os resultados de número de brotos em função dos fatores avaliados durante todo o ciclo da cultura foram ajustados pelo modelo de regressão quadrática, como observam-se nas Figura 2 e 3.

Na variedade RB867515 a brotação inicial (30 DAP) foi maior no propágulo apical do que quando comparado com os basais e médios. A adição de adubo orgânico estimulou a emissão de brotos no propágulo apical durante a fase de final do perfilhamento da cultura (90 -120 DAP), sem diferença significativa nos propágulos basais e médios (com e sem adubação) (Figura 2).

Na variedade Vendanova 01 não se observou diferença significativa na brotação inicial (30 DAP) nas diferentes origens do propágulo. O propágulo apical na fase final do perfilhamento e começo da maturação (120 -190 DAP, respectivamente) resultou em maior número de brotos no ambiente adubado do que quando sem adubar, sem diferença significativa no propágulo basal (com e sem adubação). Porém, o maior número de brotos foi observado no propágulo do terço médio, no ambiente sem adubação (Figura 3).

Figura 2 - Número de brotos na variedade RB867515 em função da época de avaliação. Propágulo apical (A). Propágulo médio (B) e Propágulo basal (C).

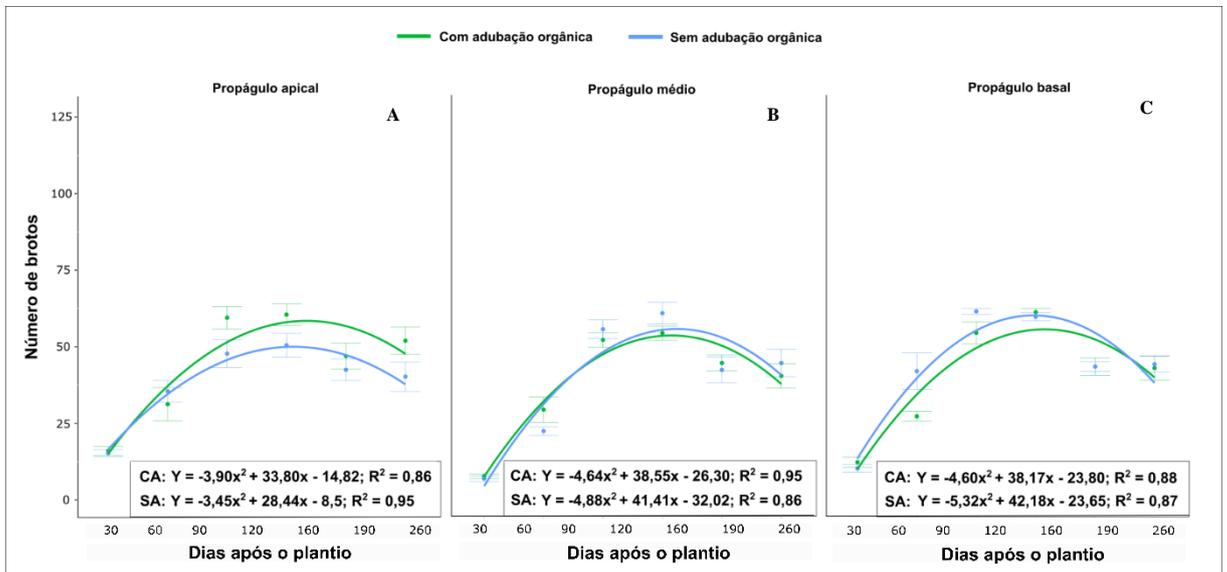
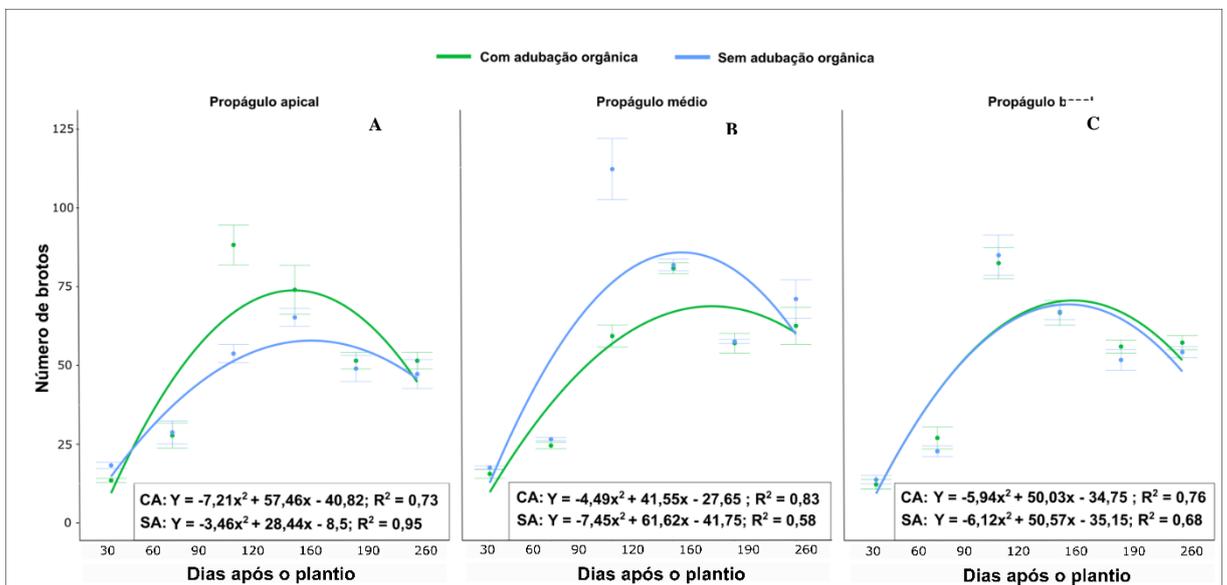


Figura 3 - Número de brotos na variedade Vendanova 01 em função da época de avaliação. Propágulo apical (A). Propágulo médio (B) e Propágulo basal (C).



Comparando os resultados entre as variedades conclui-se que o maior número de brotos se obteve na variedade Vendanova 01 quando utilizados propágulos do terço médio sem adição de adubo orgânico.

4.3. AVALIAÇÃO DE PRODUÇÃO

Aos 365 DAP foi realizada a avaliação final da cultura, analisando as variáveis: suco do colmo (SC); °Brix; massa do colmo com ponteira (PCP); massa do colmo sem ponteira (PCSP); comprimento do colmo (CC); diâmetro do colmo (DC); produtividade total de plantas (PTP); e produtividade total de colmos (PTC).

Encontrou-se que as variáveis SC, °Brix, PCP, PCSP e CC não apresentaram interações significativas entre os fatores avaliados pelo qual a análise se fez em função dos efeitos simples de cada fator, como se observa na Tabela 11.

Tabela 11 - Características agrônômicas de cana-de-açúcar em função do efeito simples dos fatores variedade, origem do propágulo e adubação aos 365 DAP.

Variável	Variedade	
	RB867515	Vendanova 01
SC	3487,91 ± 612,19 a	3477,08 ± 471,66 a
°Brix	22,84 ± 0,94 a	20,65 ± 1,17 b
PCP	1,80 ± 0,20 a	1,83 ± 0,23 a
PCSP	1,60 ± 0,19 a	1,62 ± 0,21 a
CC	2,40 ± 0,19 a	2,36 ± 0,24 a

Variável	Origem do propágulo		
	Apical	Médio	Basal
SC	3579,37 ± 547,44 a	3619,37 ± 459,66 a	3248,75 ± 562,69 a
°Brix	21,72 ± 1,56 a	21,66 ± 1,70 a	21,86 ± 1,39 a
PCP	1,83 ± 0,24 a	1,88 ± 0,21 a	1,73 ± 0,17 a
PCSP	1,63 ± 0,19 a	1,69 ± 0,20 a	1,51 ± 0,18 a
CC	2,41 ± 0,19 ab	2,46 ± 0,21 a	2,26 ± 0,22 b

Variável	Adubação	
	C/adubo	S/adubo
SC	3519,16 ± 597,04 a	3445,83 ± 499,89 a
°Brix	21,62 ± 1,71 a	21,87 ± 1,33 a
PCP	1,85 ± 0,22 a	1,78 ± 0,21 a
PCSP	1,63 ± 0,21 a	1,59 ± 0,19 a
CC	2,40 ± 0,21 ^a	2,35 ± 0,23 a

SC = suco do colmo (ml). PCP = massa do colmo com ponteira (kg). PCSP = massa do colmo sem ponteira (kg). CC = comprimento do colmo (m). Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si em nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

A variável SC não apresentou diferença significativa entre os fatores avaliados. Porém, o °Brix diferiu no fator variedade. A variedade RB867515 apresentou °Brix superior (22,84) em comparação com Vendanova 01 (20,65) (Tabela 11). Silva et al. (2007) sugerem que a cana-de-açúcar se encontra no ponto adequado de maturação quando atinge valores médios de °Brix entre 17 a 23. Silva et al (2013), nas condições ambientais do agreste alagoano, município de Anadia, reportou nesta mesma variedade médias de °Brix de 17,15 para cana-planta, 20,53 para primeira rebrota 19,14 na segunda rebrota. Os resultados neste estudo eram esperados, visto que RB867515 é uma variedade comercial, reconhecida por suas ótimas características de qualidade do suco, motivo pelo qual é amplamente utilizada nas usinas, produto de melhoramento genético. Não obstante, Vendanova 01 obteve valores semelhantes, que estão dentro do recomendado para o corte da cana, que é igual ou superior a 18 °Brix.

A massa do colmo com e sem ponteira (PCP e PCSP respectivamente) não apresentou diferença significativa entre os fatores avaliados. Porém, o comprimento do colmo (CC) foi maior apenas no propágulo proveniente do terço médio (2,41 m), quando comprado com o propágulo basal (2,26 m). Este resultado, mesmo superior, concorda com o reportado por Neto et al. (2017), que obtiveram aos 188 DAP plantas com maior comprimento quando oriundas de propágulos apicais e médios (1,13 m e 1,09 m, respectivamente).

As variáveis diâmetro do colmo (DC) e produtividade total de plantas (PTP) apresentaram interação dupla ($F_{\text{interação dupla}} = 0,0204$; $P_{\text{valor}} = 0,3084$) e ($F_{\text{interação dupla}} = 0,0102$; $P_{\text{valor}} = 0,9896$), respectivamente, entre o fator origem dos propágulos e variedades (Tabela 12 e 13, respectivamente). O DC em função dos propágulos não apresentou diferença significativa na variedade RB867515. Porém, em Vendanova 01 foi maior nos propágulos apicais e médios.

Analisando entre as variedades, observou-se que o DC foi maior para os propágulos apicais e médios em Vendanova 01 (3,08 e 3,10 cm) quando comparado com RB867515 (2,86 e 2,89) (Tabela 12). No propágulo basal, as variáveis não apresentaram diferenças significativas. Moraes et al. (2017) indicaram que fatores genéticos relacionados ao material vegetal de cana-de-açúcar utilizados definem o número de colmos por planta, a altura e o diâmetro do colmo, o comprimento e a

largura das folhas e a arquitetura da parte aérea, sendo a expressão desses caracteres muito influenciada por clima, manejo e práticas culturais. Visto que as variedades estiveram nas mesmas condições climáticas e receberam o mesmo manejo e práticas culturais, se atribuíram as diferenças às características genéticas do material vegetal.

É importante mencionar que a produtividade da cana-de-açúcar pode ser estimada por parâmetros biométricos como o diâmetro e altura dos colmos, número de colmos por área (conexo à capacidade de perfilhamento) e a densidade do colmo (LANDELL e SILVA, 1995).

Tabela 12 - Diâmetro do colmo cana-de-açúcar em função do fator origem do propágulo (apical, médio e basal) e variedades (RB867515 e Vendanova 01) aos 365 DAP.

Diâmetro colmo (cm)		
Origem do propágulo	RB867515	Vendanova 01
Apical	2,86 ± 0,18 aB	3,08 ± 0,21 aA
Médio	2,89 ± 0,14 aB	3,10 ± 0,26 aA
Basal	2,92 ± 0,20 aA	2,89 ± 0,24 bA
F (Interação) =	0,0204	
P valor =	0,3084	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si em nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Analisando a produtividade total de plantas em relação à origem do propágulo não se obteve diferença significativa para RB867515. Porém, na variedade Vendanova 01, a PTP foi maior no tratamento com propágulos provenientes do terço médio (142,36 t.ha⁻¹) quando comparados com os propágulos basais e apicais (105,55 e 103,30 t.ha⁻¹, respectivamente) (Tabela 13).

A PTP entre as variedades não difere estatisticamente quando utilizados propágulos apicais e basais. Porém nos propágulos M observou-se que a PTP é maior na variedade Vendanova 01 (142,36 t.ha⁻¹) do que quando comparada com a RB867515 (87,14 t.ha⁻¹).

Como mencionado anteriormente, a produtividade está relacionada ao número de brotos, diâmetro e comprimento de colmos, variáveis que foram superiores sempre que utilizada a variedade Vendanova 01 com o propágulo médio, o que pode explicar

os resultados. Neto et al. (2017) obtiveram resultados semelhantes, reportando produtividades maiores em plantas provenientes de propágulos apicais (160,76 t.ha⁻¹) e médios (147,36 t.ha⁻¹), do que quando comparados com propágulos basais (127,02 t.ha⁻¹).

A adubação orgânica não apresentou diferença significativa nesta variável. Isso discorda do reportado por Guimarães (2015), que obteve aumento de 98,8% na produtividade de massa verde de cana-de-açúcar na variedade RB867515 com uso de 18 t.ha⁻¹ de esterco bovino, quando comparado com o tratamento testemunha (sem adubação orgânica). Silva et al. (2016) avaliaram a produtividade com adubação orgânica e química na variedade RB835486, reportando média de PTP maior em todos os tratamentos com adubação orgânica proveniente de esterco bovino (15; 30; e 45 t.ha⁻¹), obtendo a maior produtividade (153,4 t.ha⁻¹) no tratamento de 30 t.ha⁻¹.

Tabela 13 - Produtividade total de plantas (t.ha⁻¹) de cana-de-açúcar em função do fator origem do propágulo (apical, média e basal) e variedades (RB867515 (V1) e Vendanova).

Origem do propágulo	Variedades	
	RB867515	Vendanova 01
Apical	94,47 ± 0,18 aA	103,30 ± 0,21 bA
Médio	87,14 ± 0,14 aB	142,36 ± 0,26 aA
Basal	86,37 ± 0,20 aA	105,55 ± 0,24 bA
F (Interação) =	0,0102	
P valor =	0,9896	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si em nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Avaliando a produtividade total de colmos (PTC) notou-se interação dupla entre o fator origem dos propágulos com as variedades ($F_{\text{interação dupla}} = 0,0079$; $P_{\text{valor}} = 0,9917$), e origem dos propágulos com adubação ($F_{\text{interação dupla}} = 0,0434$; $P_{\text{valor}} = 0,9917$) (Tabela 14 e 15).

A PTC em relação ao propágulo não apresentou diferenças significativas na RB867515. Porém, na Vendanova 01 a PTC foi maior nos propágulos provenientes do terço médio (127,49 t.ha⁻¹) quando comparados com os basais e apicais (92,56 e 91,41 t.ha⁻¹, respectivamente) (Tabela 15). Analisando a PTC entre as duas variedades, não se encontram diferenças significativas nos propágulos apicais e

basais. Porém, nos propágulos do terço médio a PTC foi maior em Vendanova 01 (127,49 t.ha⁻¹) que em RB867515 (78,15 t.ha⁻¹).

Tabela 15 - Produtividade total de colmos (t.ha⁻¹) de cana-de-açúcar em função do fator origem do propágulo (apical, média e basal) e variedades (RB867515 e Vendanova 01) aos 365 DAP.

Origem do propágulo	Variedades	
	RB867515	Vendanova 01
Apical	84,16 ± 28,40 aA	91,41 ± 18,26 bA
Médio	78,15 ± 17,03 aB	127,49 ± 26,71 aA
Basal	75,36 ± 17,51 aA	92,56 ± 13,54 bA
F (Interação) =	0,0079	
P valor =	0,9917	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si em nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Os resultados concordam com o evidenciado durante o ciclo de desenvolvimento das plantas, onde a variedade Vendanova 01 com o propágulo médio apresentou o maior número de brotos e diâmetro de colmos, variáveis biométricas que influenciam diretamente na PTC.

A PTC não apresentou efeito significativo quando os propágulos foram adubados. Porém, quando não adubados evidenciaram-se diferenças, sendo maior o propágulo médio (110,93 t.ha⁻¹) seguido do basal (81,79 t.ha⁻¹), e por último o apical (78,77 t.ha⁻¹) (Tabela 16).

Tabela 16 - Produtividade total de colmos de cana-de-açúcar em função do fator origem do propágulo (apical, média e basal) e adubação (com e sem) aos 365 DAP.

Origem do propágulo	Adubação	
	C/adubo	S/adubo
Apical	96,80 ± 19,40 aA	78,77 ± 24,65 cA
Médio	94,72 ± 22,27 aA	110,93 ± 41,82 aA
Basal	86,13 ± 20,34 aA	81,79 ± 15,32 bA
F (Interação) =	0,0434	
P valor =	0,9917	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si em nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Os resultados deste estudo concordam com os observados por Moraes et al. (2017), no qual concluíram que clones de cana-de-açúcar com maiores valores em três das variáveis agronômicas (número de colmos, comprimento e diâmetro do colmo, principalmente as duas primeiras) apresentaram elevada produtividade de colmos.

5. CONCLUSÃO

A origem do propágulo interfere no desenvolvimento e produtividade da cana-de-açúcar;

A brotação inicial na variedade da cana-de-açúcar RB867515 é maior quando utilizados propágulos de origem apical e basal;

A brotação inicial na variedade da cana-de-açúcar Vendanova 01 é maior quando utilizados propágulos de origem médio;

Os propágulos de origem médio na variedade Vendanova 01 apresentaram maior perfilhamento, comprimento de colmos, diâmetro de colmos, produtividade total de planta e de produtividade total de colmos;

A adição de adubo orgânico proveniente de esterco bovino não exerceu efeitos significativos na brotação durante o desenvolvimento da cultura, nem nas características de produção, porém, influenciou a brotação dos propágulos apicais e basais na variedade Vendanova 01 na fase final do perfilhamento.

A variedade de cana-de-açúcar Vendanova 01 apresenta potencial agronômico para a região em estudo, com características agronômicas de interesse.

REFERÊNCIAS

- ALVES, L. Q.; FRANCO, P. N.; ZANETTI, W. A.; GÓES, B. C. Desempenho da produção da cultura de cana-de-açúcar nos principais estados produtores. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 15, n. 2, p. 303-317, 2021.
- ARNT, W.R.; MATOS DO NASCIMENTO, J.; CARDEL, S.A.; SOUA, P. S.; SHIROTA, L.Y. Desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar em função da origem da gema e promotores na replicação. **Revista Agrarian**, Dourados, Mato Grosso do Sul, v.11, n.42, p.380-386. 2018.
- ARANHA, C., YHAN, C. A. Botânica de cana de açúcar. In: PARANHOS, S.B. Cana-de-açúcar: cultivo e utilização. Campinas: Fundação Cargill, v 1. p. 3-18. 1987.
- AUDE, S. I M. Estádios de desenvolvimento da cana-de-açúcar e sus relações com a produtividade. **Revista Brasileira Ciência Rural**, Santa Maria, RS. v.23 p.241-248, 1993.
- BEAUCLAIR, E. G. F.; SCARPARI, M. S. Noções fitotécnicas. In: RIPOLI, T. C. C. et al. (Eds.). Plantio de cana-de-açúcar: estado da arte. Piracicaba: Livroceres, p. 80-91, 2006.
- CAMARGO, P. N.; SILVA, O. Manual de adubação foliar. 1º Ed. Instituto Campineiro de Ensino Agrícola. São Paulo. p. 256, 2002.
- CASAGRANDE, A. A.; VASCONCELOS, A. C. M. Fisiologia da parte aérea. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. A. (Ed.). **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônômico. V.1, p. 57-98, 2008.
- CARLIN, S. D.; SILVA, M., A.; PERECIN, D. Fatores que afetam a brotação inicial da cana-de-açúcar. **Revista Ceres**. v.51, n.296, p. 457-466, 2004.
- CONAB.Companhia nacional de abastecimento. **Perspectivas para a agropecuária - safra 2021/2021**. Brasília, v. 5, p. 1-111, 2017.
- CORPESUGAR. **História do açúcar no Brasil**. Disponível em: <https://www.copersucar.com.br/noticias/como-o-acucar-chegou-ao-brasil-copersucar/>. Acesso em: outubro, 2021.
- CRONQUIST, A. An integrated system of classification of flowering plants. New York: Columbia University Press, p. 1262,1981.
- DIOLA, V.; SANTOS, F. Fisiologia. In: SANTOS, F.; BORÉM, A.; CALDAS, C. (Ed) **Cana-de-açúcar: bioenergia, açúcar e álcool; tecnologias e perspectivas**. Viçosa. Editora UFV. p. 25-29. 2010.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Análise Quantitativa de Crescimento em Cana-de-açúcar: uma Introdução ao Procedimento Prático. ISSN 1678-1953 dezembro, 2012.

FREITAS, G. A.; SOUSA, C. R.; CAPONE, A.; AFFÉRI, F. S.; SILVA, R. R. Adubação orgânica no sulco de plantio e sua influência no desenvolvimento do sorgo. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 3, n. 1, p. 61-67, 2012

FILGUEIRA, F. A. R. Manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Universidade Federal de Viçosa Viçosa, p.402 , 2008.

GUIMARÃES, G. **Cama de frango e esterco bovino na produção de cana-de-açúcar**. 2015. 38f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa. 2015

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. Disponível em: Instituto Nacional de Meteorologia - INMET. Acesso em: junho de 2021.

JADOSKI, C.J.; TOPPA, B.E.V.; JULIANETTI, A.; HULSBOF, T.; ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D. Physiology development in the vegetative stage of sugarcane. **Applied Research & Agrotechnology**, v. 3, n. 2. P 169 -186, 2010.

LANDELL, M. G. A.; SILVA, M. A. Manuel do experimentador: melhoramento de cana-de-açúcar. In: Metodologia de experimentação: ensaios de competição em cana-de-açúcar: Pindorama: Instituto Agrônômico, p. 3-9. 1995.

LEE, T. S. G.; BRESSAN, E. A.; SILVA, A. D. C.; LEE, L. L. Implantação de biofábrica de cana-de-açúcar: riscos e sucessos. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 13, p. 2032-2040, 2007.

MANHÃES, C.M.C.; GARCIA, R.F.; FRANCELINO, F.M.A.; FRANCELINO, H.O.; COELHO, F.C. Fatores que afetam a brotação e o perfilhamento da cana-de-açúcar. **Revista Vértices**, v.17, n.1, p. 163-181, 2015.

MORAIS, P. K.; MEDEIROS, P. L. S.; SILVA, D. S.; BIONDO, J. C.; BOELTER, H. J.; DIAS, F. S. Produtividade de colmos em clones de cana-de-açúcar. **Revista Ceres**, v. 64, n. 3, p. 291 297, 2017.

MOORE, P. H.; BOTHA, F. C. Sugarcane: physiology, biochemistry and functional biology. Oxford: John Wiley & Sons, 2013 ISBN-13: 97-8-081238-2121.

NETO, B. J.; SCARPARE, F.V; DE ARAÚJO, R. B.; SCARPARE, J. A.; Initial development and yield in sugarcane from different propagules. **Revista Pesquisa Agropecuaria. Tropical.**, Goiânia, v. 47, n. 3, p. 273-278. 2017.

OLIVEIRA, M. W.; FREIRE, F. M.; MACÊDO, G. A. R.; FERREIRA, J. J. Nutrição mineral e adubação da cana-de-açúcar. **Informe agropecuário**, v. 28, n. 239, p. 30-43, 2007.

PINTO, A. P.; ABRAHÃO, J. J.; MARQUES, J. A.; NASCIMENTO, W.G.; PEROTTO, D.; LUGÃO, S.M.B. Desempenho e características de carcaça de tourinhos mestiços em confinamento com dietas à base de cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 1, p. 198-203, 2010.

SEGATO, S. V.; MATTIUZ, C. F. M.; MOZAMBANI, A. E. Aspectos fenológicos da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S. V.; PINTO, A. S.; JENDIROBA, E. NÓBREGA, J. C. M. (Ed.). Atualização em produção de cana-de-açúcar. Piracicaba: Livroceres, v.1. p 19-36.2006

SERAFIM, L.G.F. STOLF, R.; SILVA, J. R.; SILVA, L. C. F.; MANIERO, M. A. Influência do plantio mecanizado no índice de brotação da cana-de-açúcar. In: CONGRESO LATINOAMERICANO Y DEL CARIBE DE INGENIERÍA AGRÍCOLA, Londrina. p. 1- 4, 2012.

SILVA, E. A.; FERREIRA, J. J.; RUAS, J. R. M.; PAES, J. M. V.; MACÊDO, G. A. R.; Utilização da cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. **Informe Agropecuário**, v. 28, n. 239, p. 102-119, 2007.

SILVA, V. S. G.; OLIVEIRA, M. W.; SANTOS, C. E. R. S.; OLIVEIRA D. C; SILVA C. T; REIS, R. M S. Qualidade industrial de quatro variedades de cana-de-açúcar em três anos agrícolas. XIII JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – JEPEX 2013 – UFRPE: Recife-PE, 2013.

SILVA, S. A.; SCHMID, P. L; MARTINS, G.H; SILVA, V.D; MIELEZRSKI. F. Produtividade e comprimento de entrenós da cana de açúcar em resposta às adubações química e orgânica. Memorias Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia. Foz do Iguaçu, 2016.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R**: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing: Vienna. 2019. Disponível em: < <https://www.R-project.org/> > Acesso em: 01 junho.2020.

RIDESA. Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro. Variedades de Cana-de-açúcar RB. **Boletim Técnico programa de melhoramento genético da cana de açúcar** do CCA/UFSCar. Curitiba. 2008.

Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro. **45 anos de variedades RB de cana-de-açúcar: 25 anos de Ridesa**. 1. ed.- Curitiba: Graciosa, p.156 . 2015. ISBN: 978-85-66456-08-0.

TEJADA, M.; GONZALEZ, J. L.; GARCÍA-MARTÍNEZ, A. M. PARRADO, J. Effects of different green manures on soil biological properties and maize yield. **Bioresource Technology**, v. 99, p. 1758-1767, 2008.

VERMA, A. K.; ARGALWAL, A.K; DUBEY, R.S; SOLOMON, S; SHING, S. B. Sugar partitioning in sprouting lateral bud and shoot development of sugarcane. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 62, n. 1, p. 111-115, 2013.