



GUILHERME BONCOMPAGNI

**DESEMPENHO BIOMÉTRICO DE VARIEDADES DE CANA-
DE-AÇÚCAR PARA PRODUÇÃO DE CACHAÇA**

**LAVRAS – MG
2021**

GUILHERME BONCOMPAGNI

**DESEMPENHO BIOMÉTRICO DE VARIEDADES DE CANA-
DE-AÇÚCAR PARA PRODUÇÃO DE CACHAÇA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de bacharel.

Prof. Dr. Guilherme Vieira Pimentel
Orientador

Me. Sérgio Hebron Maia Godinho
Coorientador

**LAVRAS – MG
2021**

GUILHERME BONCOMPAGNI

**DESEMPENHO BIOMÉTRICO DE VARIEDADES DE CANA-
DE-AÇÚCAR PARA PRODUÇÃO DE CACHAÇA**
**BIOMETRIC PERFORMANCE OF SUGARCANE VARIETIES
FOR CACHAÇA PRODUCTION**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

APROVADA em 12 de Novembro de 2021.
Flávia Reis Sales
Inara Alves Martins
Sérgio Hebron Maia Godinho

Prof. Dr. Guilherme Vieira Pimentel
Orientador

LAVRAS – MG
2021

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado a chance de estudar em uma faculdade excepcional como a Universidade Federal de Lavras (UFLA), e poder ter feito o curso de Agronomia.

Agradeço a toda a minha família especialmente aos meus pais, Antonio Donizeti Boncompagni e Nilza Maria Francisco Boncompagni, aos meus irmãos Leandro Boncompagni e Felipe Boncompagni e a minha Vó Nilce Xavier Cotrim que estavam ao meu lado o tempo todo me apoiando, acreditando em meus sonhos e dando todo o suporte necessário para realização de um sonho. Sem eles, nada disso seria possível.

Gostaria de agradecer também aos amigos que fiz em Lavras, aos amigos de Batatais e a família que criei em Lavras, a República Confinamento onde sem eles muita coisa não teria acontecido em minha vida. E a minha namorada Melissa, que me ajuda e me apoia em todos os momentos, principalmente em minha carreira.

Ao Núcleo de Estudos em Cana-de-Açúcar (NECANA) que durante minha graduação foi de suma importância para meu aprendizado, e principalmente ao Prof. Dr. Guilherme Vieira Pimentel por todos os ensinamentos técnicos e profissionais, a quem me espelho como agrônomo. Agradeço também ao Sergio por todo apoio aos trabalhos realizados.

Muito Obrigado!

RESUMO

A cana-de-açúcar é uma das principais culturas agrícolas do Brasil, através dela são produzidos diversos coprodutos, podemos citar como principais o açúcar, o etanol, a produção de energia, a produção de cachaça e forragens. A região sul de Minas Gerais destaca-se na produção de cachaça, ainda que muitos produtores utilizem variedades antigas, ou não saibam ao certo qual material, o que pode implicar em manejos inadequados e refletir diretamente na produtividade e qualidade do produto. Neste contexto, objetivou-se com o trabalho avaliar o desempenho biométrico e os componentes tecnológicos de diferentes variedades de cana-de-açúcar para a produção de cachaça na região Sul de Minas Gerais. Para tal, a pesquisa foi elaborada através de um experimento realizado na cachaçaria Bocaina, em Lavras, MG, com delineamento em blocos casualizados de quatro variedades (RB966928, CTC4, CTC9002 e CTC9003) e cinco repetições, totalizando 20 parcelas constituídas de três linhas de cinco metros, com 1,5m de espaçamento. Avaliou-se a altura ao longo do desenvolvimento da cana-de-açúcar com um intervalo de 30 dias da região do solo (coleta) até a folha +1, a altura final no momento da colheita, o número de colmos por metro, o diâmetro de colmos, e toneladas de cana por hectare (TCH). Após a colheita e identificação, os colmos foram enviados ao laboratório da Usina Bambuí Bioenergia, em Bambuí, Minas Gerais, para determinação de: Fibra (%) cana, Pol (%) cana, Brix (%) cana, e ATR (kg de açúcar. t colmos⁻¹). As variedades RB966928, CTC9002 e CTC9003 apresentaram os maiores valores para diâmetro de colmo, diferindo estatisticamente da CTC4. Em relação à produtividade (TCH), não foram obtidas diferenças significativas entre as variedades. No que se refere aos dados sobre qualidade tecnológica, a RB966928 foi a que apresentou maior porcentagem de Brix, seguida da CTC9003 e CTC4, estatisticamente iguais entre si, e CTC9002 com desempenho inferior às demais para esse caractere. Evidencia-se o melhor desempenho para produção de cachaça por parte da variedade RB966928.

Palavras-chave: Qualidade tecnológica; Produtividade; Alambique; Aguardente.

ABSTRACT

Sugarcane is one of the main agricultural crops in Brazil and it a lot of by-products are produced, like the sugar, ethanol, energy production, the production of cachaça and fodder. The south of Minas Gerais state stands out in the production of cachaça, but many producers use old varieties or are not sure which material to use, so this can imply inadequate handling and reflect on the productivity and quality of the products. In this context, the objective of this work was to evaluate the productivity and technological quality of sugarcane varieties in the south of Minas Gerais. To this end, the research was make through an experiment in the Cachaçaria Bocaina, in Lavras, MG, with a randomized block design of four varieties (RB966928, CTC4, CTC9002 and CTC9003) and five replications, totaling 20 plots consisting of three rows of five meters, with 1.5m of spacing. It looks the height in an interval of 30 days from the soil to the leaf, the final height at the time of harvest, the number of stalks per meter, the stem diameter and tons of cane per hectare. After harvesting and identification, the stalks were sent to the laboratory of Usina Bambuí Bioenergia, in Bambuí, Minas Gerais, to determine: Fiber (%) sugarcane, Pol (%) sugarcane, Brix (%) sugarcane, and reduced total sugar. The height of the varieties showed similar behavior and no significant differences. The number of stalks per meter, the varieties CTC4 and CTC9003 presented the highest values, followed by RB966928 and CTC9002. The varieties RB966928, CTC9002 and CTC9003 presented the highest values for stem diameter. However, when the data on the technological components are observed and linked to quality aspects, the best performance for cachaça production is the variety RB966928.

Keywords: Technological quality; Productivity; Alembic; Brandy.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. REFERENCIAL TEÓRICO	9
2.1 A cultura da cana-de-açúcar	9
2.2 Ecofisiologia da cana-de-açúcar	11
2.3 A cachaça no Brasil	12
2.4 Características de variedades	15
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1 Avaliações realizadas.....	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5. CONCLUSÃO.....	28
REFERÊNCIAS	29

1. INTRODUÇÃO

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB (2021), a cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) ocupa no Brasil uma área plantada de aproximadamente 8,5 milhões de hectare, sendo bem representativa na agricultura e na economia nacional. Ainda pelo mesmo autor atualmente o Brasil é o maior produtor mundial com 654,5 milhões de toneladas, destacando-se pela produção de açúcar, etanol, energia e cachaça.

A cachaça é uma bebida típica e exclusivamente produzida no Brasil, tendo como matéria prima o mosto da cana-de-açúcar, com um teor alcoólico de 38% a 48%, sendo um dos destilados mais consumidos no mundo e o destilado mais consumido no Brasil (IBRAC, 2021).

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (2021) publicou o registro de 1131 estabelecimentos com registros válidos em 2020, tendo um aumento de 4,14% comparado ao ano anterior, que foi de 1086 estabelecimentos. Tendo ainda como maior produtor o estado de Minas Gerais, com o triplo de estabelecimentos do segundo colocado, o estado de São Paulo.

O manejo varietal de cana-de-açúcar é muito importante para uma boa produtividade do canavial, onde os levantamentos mostram que produtores de cachaça no estado de Minas Gerais ainda utilizam variedades antigas, onde não chegam a uma boa produtividade pois são suscetíveis a doenças e pragas, ou então o seu potencial genético de produtividade não é alto, impedindo uma longevidade do canavial (UNIÃO NACIONAL DA BIONERGIA, 2003). O Censo varietal IAC 19/20 apresenta a variedade RB867515 ainda como a mais plantada no estado, cenário este que vem sendo mudado ao longo dos anos (IAC, 2021).

O melhoramento genético em cana-de-açúcar é muito importante para lançamentos de novas variedades com um maior potencial de alto teor de sacarose, tendo um aumento de 1,28% de TPH/ano época de maturação, bom perfilhamento, resistentes a pragas e doenças (PERECIN et al. 2009). Avaliar caracteres biométricos, dentre outros parâmetros da cana-de-açúcar, é fundamental para o desenvolvimento e aprimoramento de estratégias de manejo e condução de canaviais para que sejam cada vez mais produtivos e rentáveis, seja para a produção de cachaça, como para qualquer outra finalidade. Diante disso, objetivou-se com o trabalho avaliar o desempenho biométrico e os componentes tecnológicos de diferentes variedades de cana-de-açúcar para a produção de cachaça na região Sul de Minas Gerais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura da cana-de-açúcar

Segundo dados do Instituto de Economia Agrícola (IEA), atualmente o Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar e, na safra 2020/21, foi responsável pela produção de 654,5 milhões de toneladas destinados à produção de 41,2 milhões de toneladas de açúcar e 29,7 bilhões de litros de etanol. O Estado de São Paulo, que lidera a produção no país, respondeu por 54,1% da quantidade produzida na safra 2020/21, e foi responsável pela produção de 48,4% de etanol (14,3 bilhões de litros) e 63,2% do açúcar (26,0 milhões de toneladas). Com as condições climáticas sendo desfavoráveis para o cultivo da cana-de-açúcar, como a falta de chuvas e decorrências de fortes geadas, estima-se um decréscimo de 4,3% em relação à safra 2020/21, deixando em 8.243,1 mil hectares a previsão para a produção de cana-de-açúcar na atual temporada, segundo informa o boletim 8 de acompanhamento da cana-de-açúcar da CONAB.

A chamada região Centro-Sul abrange os estados produtores das regiões sudeste, centro-oeste e sul do Brasil, onde destacam-se o estado de São Paulo, como maior produtor, seguido por Goiás, Minas Gerais, e Mato Grosso na quarta posição. Dessa região estima-se colher 538.777,3 mil toneladas de cana-de-açúcar, enquanto na região Norte-Nordeste estima-se produzir cerca de 53.254 mil toneladas de cana (CONAB, 2021). De maneira geral podemos observar a distribuição de área, produção e produtividade de colmos de cana-de-açúcar no Brasil de acordo com a Quadro 1.

Quadro 1- Distribuição de área, produção e produtividade de colmos de cana-de-açúcar no Brasil.

REGIÃO/UF	ÁREA (Em mil ha)			PRODUTIVIDADE (Em kg/ha)			PRODUÇÃO (Em mil t)		
	Safra 2020/21	Safra 2021/22	VAR. %	Safra 2020/21	Safra 2021/22	VAR. %	Safra 2020/21	Safra 2021/22	VAR. %
NORTE	45,7	45,7	0,1	76.392	78.866	3,2	3.488,84	3.604,19	3,3
AM	3,7	3,7	0,5	76.289	81.760	7,2	281,5	303,3	7,8
PA	13,8	14,3	3,8	75.208	79.830	6,1	1.036,4	1.141,6	10,2
TO	28,2	27,7	(1,8)	76.985	77.981	1,3	2.171,0	2.159,3	(0,5)
NORDESTE	849,7	845,2	(0,5)	57.017	58.841	3,2	48.448,3	49.732,8	2,7
MA	33,1	34,6	4,5	73.291	65.014	(11,3)	2.427,4	2.250,1	(7,3)
PI	20,1	20,8	3,4	58.602	59.993	2,4	1.177,3	1.246,1	5,8
RN	57,7	63,9	10,7	53.149	48.915	(8,0)	3.067,8	3.125,7	1,9
PB	118,3	120,9	2,2	52.769	53.792	1,9	6.242,1	6.502,9	4,2
PE	233,0	220,6	(5,3)	50.763	54.252	6,9	11.827,4	11.970,2	1,2
AL	298,5	285,0	(4,5)	56.971	59.809	5,0	17.003,0	17.046,8	0,3
SE	38,7	42,4	9,5	57.988	58.043	0,1	2.243,6	2.459,3	9,6
BA	50,4	57,0	13,2	88.560	90.016	1,6	4.459,9	5.131,8	15,1
CENTRO-OESTE	1.823,3	1.809,3	(0,8)	76.676	76.023	(0,9)	139.804,7	137.549,5	(1,6)
MT	214,6	202,3	(5,7)	78.178	76.900	(1,6)	16.773,2	15.558,4	(7,2)
MS	637,2	646,1	1,4	76.891	75.267	(2,1)	48.991,7	48.628,5	(0,7)
GO	971,6	960,9	(1,1)	76.204	76.347	0,2	74.039,9	73.362,6	(0,9)
SUDESTE	5.378,0	5.214,0	(3,0)	79.694	77.137	(3,2)	428.592,7	402.194,4	(6,2)
MG	854,2	868,7	1,7	82.611	82.144	(0,6)	70.565,8	71.359,3	1,1
ES	46,9	46,5	(0,9)	56.651	61.248	8,1	2.655,2	2.845,0	7,1
RJ	32,7	32,4	(1,0)	33.088	38.276	15,7	1.083,3	1.240,5	14,5
SP	4.444,2	4.266,4	(4,0)	79.719	76.586	(3,9)	354.288,4	326.749,6	(7,8)
SUL	519,4	508,5	(2,1)	65.828	68.936	4,7	34.193,2	35.056,6	2,5
PR	518,8	507,9	(2,1)	65.855	68.967	4,7	34.163,5	35.027,0	2,5
RS	0,7	0,7	-	45.000	44.975	(0,1)	29,7	29,7	(0,1)
NORTE/NORDESTE	895,4	890,9	(0,5)	58.006	59.868	3,2	51.937,2	53.337,0	2,7
CENTRO-SUL	7.720,8	7.531,9	(2,4)	78.048	76.316	(2,2)	602.590,6	574.800,5	(4,6)
BRASIL	8.616,1	8.422,8	(2,2)	75.965	74.576	(1,8)	654.527,8	628.137,5	(4,0)

Fonte: CONAB (2021).

O bagaço de cana e outros subprodutos, podem ser redirecionados e utilizados a variadas áreas, contribuindo ainda mais para o aproveitamento de todas as partes e produtos

gerados no processamento da cana-de-açúcar, e fortalecendo o cunho de sustentabilidade e economia circular em torno da cultura. A importância da cana-de-açúcar na geração de empregos é grande, sendo que o setor movimenta aproximadamente 2% do PIB (CROPLIFE BRASIL, 2020).

2.2 Ecofisiologia da Cana-de-Açúcar

O desenvolvimento da cana-de-açúcar é dividido em quatro estádios: (1) brotação e estabelecimento – onde o crescimento é lento e depende da umidade do solo, levando de 20 a 30 dias para a ocorrência da brotação; (2) perfilhamento - que tem início em torno de 40 dias após o plantio e pode durar até 120 dias; (3) crescimento dos colmos - começa a partir dos 120 após o plantio (ou corte) e dura por 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 total; e, o estágio (4) maturação dos colmos - quando ocorrem reduções nas taxas de crescimento da planta e aumento no acúmulo de sacarose nos colmos, tendo início de 270 a 360 dias após o plantio, e podendo se prolongar por até 6 meses (DIOLA, SANTOS, 2010).

Um dos fatores importantes para o crescimento de uma planta é a disponibilidade de água sendo fundamental identificar a necessidade hídrica durante todo o ciclo produtivo da cultura, e assim obter máximas produtividades (WIEDENFELD; ENCISO, 2008). A cana-de-açúcar possui uma necessidade hídrica de 1304 mm/safra (AVILEZ et al., 2018).

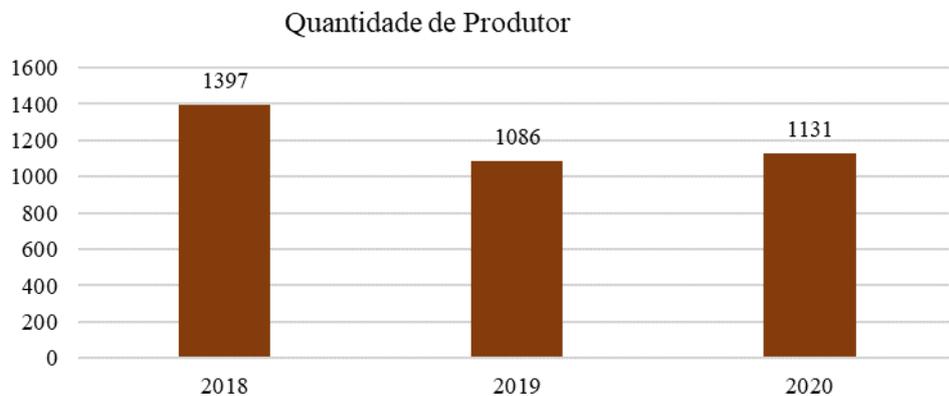
Para um crescimento e desenvolvimento da cana-de-açúcar, outro fator importante é a temperatura nos diferentes estádios fenológicos, sendo a temperatura ótima para o brotamento das mudas varia de 32 °C a 38 °C (DOOREMBOS et al.,1979). Câmara et al. (1993) descreveram que a melhor faixa de temperatura para a cana está entre 27 e 34°C; abaixo de 20°C ou acima de 35°C, o crescimento é muito lento; sendo que valores superiores a 38 °C, a planta paralisa seu crescimento. Temperaturas entre 10 °C e 20 °C podem reduzir a taxa de crescimento, favorecendo a maturação e o maior acúmulo de sacarose, que é o produto mais nobre da cana, sendo a principal matéria prima da indústria sucroalcooleira (CRISPIM, 2006; COPERSUCAR, 2008).

2.3 A cachaça no Brasil

Em Pernambuco, entre 1516 e 1526, o primeiro engenho de açúcar foi instalado na feitoria de Itamaracá, e posteriormente à produção de açúcar, a produção de cachaça também se espalhou pelo Brasil (BIZELLI et al., 2000). Segundo Câmara (2018), a primeira cachaça foi destilada por volta de 1532 em São Vicente, onde surgiram os primeiros engenhos de açúcar no Brasil. Porém o primeiro documento que oferece mais informações sobre as origens do destilado nacional é do início do século XVII, na Bahia. Mário Souto Maior registra que no livro de contas do Engenho de Nossa Senhora da Purificação de Sergipe do Conde, entre os dias 21 de junho de 1622 e 21 de maio de 1623, foi relatada no cálculo de despesas “Hua *canada de água ardente para os negros da levada por v 480”. A aguardente, um sinônimo de destilado, era fabricada no engenho baiano para o consumo dos escravos africanos.

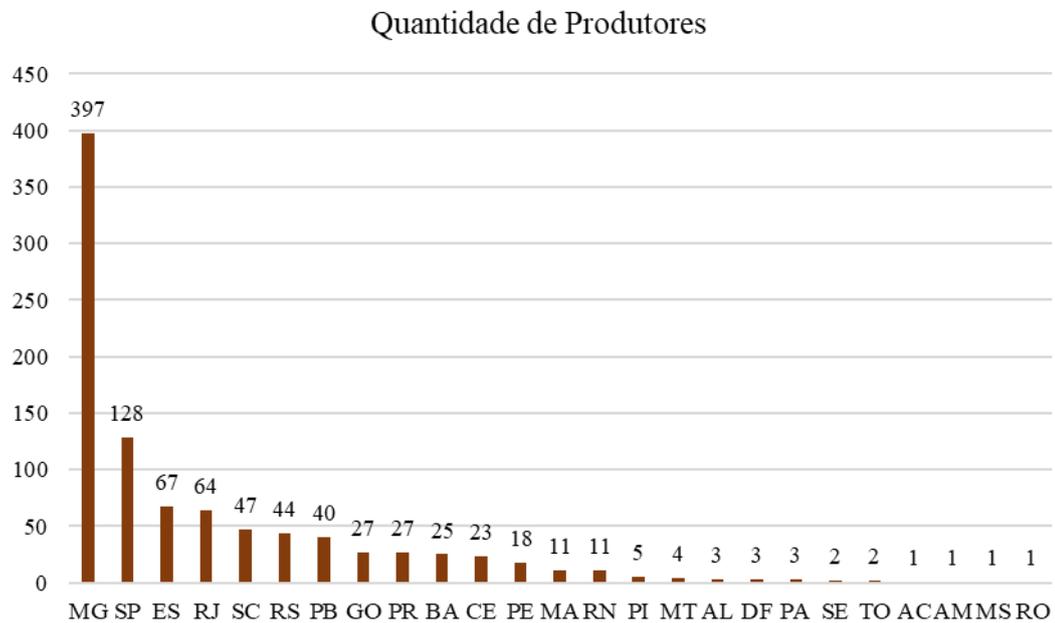
Nos dias atuais, segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA (2021), o número de produtores de aguardente e cachaça registrou um incremento de 4,14% quando comparado com o ano anterior. Em 2019 eram 1.086 estabelecimentos com registros válidos e, em 2020, este número aumentou para 1.131 (Figura 1).

Figura 1 - Histórico total e produtores de aguardente e cachaça registrados no MAPA.



Fonte: MAPA (2021).

Segundo MAPA (2021), o Estado de Minas Gerais é o que possui mais produtores registrado, com mais que o triplo do segundo colocado, o Estado de São Paulo, conforme demonstrado na Figura 2.

Figura 2 - Distribuição por estado de produtores de cana-de-açúcar no Brasil.

Fonte: MAPA (2021).

De acordo com a Instrução Normativa nº 13, de 29 de Junho de 2005, que aprova o Regulamento Técnico para fixação dos padrões de identidade e qualidade para aguardente de cana e para cachaça, Cachaça é a denominação exclusiva da aguardente de cana-de-açúcar produzida no Brasil, com graduação alcoólica de 38% a 48% em volume, a vinte graus célsius, obtida pela destilação do mosto fermentado do caldo de cana-de-açúcar com características sensoriais peculiares, podendo ser adicionada de açúcares até 6g/L, expressos em sacarose (BRASIL, 2005). Ainda de acordo com a Instrução Normativa nº 13, cachaça envelhecida “é a bebida definida como cachaça e que contenha, no mínimo, 50% de cachaça ou aguardente de cana, envelhecidas em recipiente de madeira apropriado, com capacidade máxima de 700 litros, por um período não inferior a um ano” (BRASIL, 2005).

Ainda segundo a Instrução Normativa nº 13 “o ingrediente básico para a cachaça é o mosto fermentado obtido do caldo de cana-de-açúcar, sendo a água e o açúcar (sacarose) os ingredientes opcionais” (BRASIL, 2005). A cachaça é constituída principalmente de etanol e água, entretanto, outros compostos presentes em pequenas quantidades, denominados compostos secundários, tais como álcoois, ésteres, ácidos graxos, aldeídos e outros, são responsáveis pelas características sensoriais da bebida (JANZANTTI, 2004).

Conforme a Instrução Normativa nº 13 (BRASIL, 2005), denomina-se o produto como

aguardente de cana-de-açúcar ou cachaça, de acordo com a graduação alcoólica que a bebida apresenta. Com base nisso, observa-se na Quadro 2 a composição típica da cachaça.

Quadro 2- Composição da cachaça.

Composto	Limite Máximo
Teor alcoólico	38 a 48% etanol v/v
Ésteres em acetato de etila	200 mg/100mL de álcool anidro
Acidez volátil em ácido acético	150 mg/100mL de álcool anidro
Aldeídos em aldeído acético	30 mg/100mL de álcool anidro
Furfural e hidroximetilfural	5 mg/100mL de álcool anidro
Soma dos álcoois isobutílicos (2-metil propanol), isoamílicos (2-metil – 1- butanol + 3 metil –1-butanol) e n-propílico (1-propanol)	360mg/100mL de álcool anidro

Fonte: BRASIL (2005).

A colheita da cana-de-açúcar reflete todo o trabalho desenvolvido e conduzido no campo ao longo do ciclo da cultura, culminando na entrega da matéria-prima para que esta seja processada e contribua na obtenção de um produto de qualidade (ANDRADE, 2004).

A fermentação é um processo importante, onde segundo Silva et al. (2014) devem ser selecionadas leveduras adequadas, possuindo características desejáveis, como início rápido, altas taxas de fermentação, tolerância ao estresse, alto consumo e absorção do açúcar, tenha baixa produção de ácido acético, fermentação completa do substrato e a produção eficiente de etanol.

A próxima etapa é a destilação, responsável por separar todas as substâncias formadas pela fermentação (ESPINOZA, 2005), e que pode ocorrer em alambiques de cobre sendo capaz de resultar em uma bebida mais fina e rica em sabores, aromas e cores, ideal para o processo de destilação por ser um excelente condutor de calor. Assim, separa-se o “coração” da “cabeça” e da “cauda”, deixando uma melhor qualidade. Pode ocorrer também em colunas de aço inoxidável, sendo a destilação contínua e não separando a cabeça, e cauda do coração.

(SATOLO, 2008).

Segundo o Programa Brasileiro de Desenvolvimento da Aguardente de Cana, Caninha ou Cachaça (PBDAC), a produção é em torno de 1,3 bilhão de litros por ano, sendo que cerca de 75% desse total é proveniente da fabricação industrial e 25%, da forma artesanal (AGEITEC, 2021).

Nos alambiques geralmente são produzidos de cem a mil litros de aguardente de cana-de-açúcar por dia e nas destilarias industriais são produzidos cerca de trezentos mil litros por dia (JERONIMO; SILVA, 2005).

Durante a produção da cachaça existem vários fatores importantes que irão interferir na qualidade da cachaça, como o tipo de cana, a época da colheita, o processo de moagem, o tempo e os ingredientes da fermentação, o processo de destilação e a madeira dos tonéis de envelhecimento (FAPEMIG, 2001).

2.4 Características de variedades

Segundo Gilbert et al. (2016) ao citar as práticas de manejo agrícola que tem por objetivo aumentar a produtividade da lavoura de cana-de-açúcar, a época de colheita também merece destaque isso se deve ao fato de que as variedades apresentam a janela de colheita apropriada onde atinge ao máximo seu potencial produtivo. Ainda com relação a colheita as variedades de cana-de-açúcar podem apresentar respostas diferentes no potencial produtivo.

Segundo Scarpari e Beauclair (2004), as características das diversas variedades de cana-de-açúcar são rusticidade, teor de açúcar, resistência a doenças e, principalmente, diferenciação quanto ao tempo para a maturação.

Em termos da época de colheita, considera-se que canas a serem colhidas nos meses de abril, maio e junho são precoces; canas a serem colhidas em julho, agosto e setembro são consideradas de ciclo médio e canas a serem colhidas em outubro e novembro são consideradas tardias. A colheita de cana-de-açúcar no período correto (no pico da maturidade) é necessária para conseguir um peso máximo de canas para moer produzidas com as menores perdas possíveis sob um dado ambiente de crescimento (SEGATO et al., 2006).

De acordo com o Censo Varietal IAC 19/20 (2021), as variedades que se destacam em Minas Gerais em porcentagem de área plantada é a CTC4 e a RB867515, segundo a Quadro 3, a seguir.

Quadro 3– Variedades mais plantadas no estado de Minas Gerais.

Variedade	Plantio	Colheita	Plantio- Colheita	Total
Área (ha)	102.194	589.400	-	691.594
	%			
RB867515	16,7	22,4	-5,7	21,5
CTC4	18	8,1	9,9	9,6
SP80-1816	4,7	7,4	-2,7	7
RB92579	5,8	7	-1,2	6,8
RB966928	6,5	6,4	0,1	6,4
RB855156	2,5	4,3	-1,7	4
RB855453	1,2	4,4	-3,3	3,9
CTC9001	11,5	2,6	8,9	3,9
SP80-1842	0,2	3,4	-3,2	2,9
CTC15	2,4	2,9	-0,5	2,9
RB855536	0,6	2,7	-2,1	2,4
SP81-3250	0,2	2,2	-2	1,9
CTC20	2	1,7	0,3	1,7
SP83-2847	0,7	1,8	-1,1	1,7
CTC2	1	1,6	-0,6	1,6
CTC9	1,4	1,2	0,2	1,2
IAC91-1099	0,6	1,3	-0,7	1,2
CTC9002	4,1	0,6	3,5	1,1
SP80-3280	0,9	1,1	-0,2	1,1
IACSP95-5000	0,3	1,2	-1	1,1

RPC= 14,8%: EMC= 4,00: LAV=9,47: ICVA=0,59: IMV=7,03.

Fonte: IAC (2021).

A variedade RB867515 teve uma queda de 5,7% de plantio ao ano anterior, porém ainda assim é a principal variedade de Minas Gerais com 21,5% da área de cana-de-açúcar. A variedade mais plantada na safra 19/20 em Minas Gerais foi a CTC4 com 9,9% na relação plantio-colheita, seguida da CTC 9001 com 8,9% e a CTC 9002 com 3,5 plantio-colheita. Isso indica que variedades que antes eram muito plantadas no estado, estão sendo substituídas por variedades novas (IAC, 2021).

A variedade CTC4 possui um alto perfilhamento dando produtividade muito boa, com alta riqueza (alto teor de sacarose), e com um perfil de maturação de junho a setembro, fazendo dela uma variedade média, possuindo um PIU longo. Ela também é indicada a um ambiente de produção B e C. Porém uma preocupação dessa variedade é sua susceptibilidade de ferrugem marrom (CTC, 2021).

A variedade CTC9002 possui uma alta riqueza, com um TCH elevado, com uma boa rusticidade tendo tolerância a seca. Ela possui um porte ereto tendo uma boa adaptabilidade a colheita mecanizada. Seu perfil de maturação é de junho a novembro, sendo uma variedade média tardia, possuindo um PIU longo, e tendo boas respostas a maturadores, tendo seu ambiente de produção A, B, C e D. Porém ela é uma variedade susceptível a broca da cana.

A variedade CTC9003 possui um alto perfilhamento dando produtividade muito boa, com alta riqueza e um maior número de gemas por hectare. Seu perfil de maturação é de abril a setembro, sendo uma variedade precoce com um longo PIU, e boas respostas a maturadores. Seu ambiente de produção é A, B e C. Porém apresenta susceptibilidade a carvão (CTC, 2021).

A variedade RB966928 tradicionalmente possui muito boa produtividade e riqueza média. Seu perfil de maturação é de abril a junho, sendo uma variedade precoce, com um PIU médio, com excelente germinação e alto perfilhamento em cana-planta e cana-soca. Possui intenso florescimento e média isoporização, podendo ter tombamento. Seu ambiente de produção são A, B e C (RIDESA, 2015).

Ou seja, cada variedade possui peculiaridades intrínsecas que se relacionam diretamente com o ambiente onde estão implantadas, podendo manifestar diferentes comportamentos. Logo, é essencial o estudo do desempenho de variedades de cana-de-açúcar sob diferentes condições, de acordo com cada finalidade de produção, para que se possa compreender melhor a performance e planejar adequadamente o manejo a ser adotado.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em área da Cachaçaria Bocaina, localizada na BR-265, KM 349, no Município de Lavras, estado de Minas Gerais. Isso se deve ao tradicionalismo e a grande quantidade de alambiques na região Sul de Minas, às condições climáticas, altitude e o tipo de solo. O clima em Lavras é quente e temperado. Segundo segundo a Köppen e Geiger a classificação do clima é Cwa, tendo uma temperatura média de 20.2 °C e uma pluviosidade média anual de 1237 mm.

No dia 23/03/2019 foi realizado o plantio do experimento com mudas pré brotadas (MPB) das variedades RB966928, CTC4, CTC9002 e CTC9003. O experimento foi realizado em delineamento em blocos casualizados, com quatro variedades e cinco repetições, totalizando 20 parcelas constituídas de três linhas de cinco metros, com 1,5m de espaçamento, com área total a parcela de 22,5 m². Como área útil da parcela 6,0 m², consideram-se a linha central e excluindo 0,5 m das extremidades da bordadura.

Com base na análise química do solo foi realizada uma adubação de 600 kg ha⁻¹ do formulado 04-14-08. Optou-se pelo plantio de cana de ano e meio (18 meses). A solo da área possui classificação de Latossolo Vermelho distroferrico e o conjunto dos dados da análise de solo são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultado da análise de solo da área da pesquisa, realizada pelo laboratório de análises do departamento de ciências do solo da Universidade Federal de Lavras.

Protocolo	Identificação da amostra	pH (KCl)	pH	K	P	Na	Ca	Mg	Al	H+Al
				mg/dm ³			cmolc/dm ³			
19931	SB1	-	5,8	47,98	1,19	-	2,92	1,18	0,15	2,4

Protocolo	SB	t	T	V	m	M.O.	P-Rem	Zn	Fe	Mn	Cu	B	S
	cmolc/dm ³			%		dag/kg	mg/L	mg/dm ³					
19931	4,22	4,37	6,62	63,79	3,43	2,83	8,35	3,25	32,32	7,69	1,59	0,1	5,84

Protocolo	Classificação do solo	Argila	Silte	Areia
		dag/kg		
19931	solo tipo 2	34	32	10

As mudas foram obtidas por doação da empresa Syngenta, e foram plantadas com o auxílio de matracas, e espaçadas em 0,5m entre plantas.

3.1 Avaliações realizadas

Foi avaliada a altura ao longo do desenvolvimento da cana-de-açúcar da região do solo (coleteo) até a inserção da folha +1, com um auxílio de uma trena, em três plantas por parcela. Assim, como o número de perfilhos por metro, na linha central. As avaliações foram realizadas com um espaçamento temporal de 30 em 30 dias desde o plantio, durante um ano (12 meses).

O número de colmos por metro (NCM) foi avaliado antes da colheita pela contagem do número de colmos metro a metro, ao longo de três metros da linha central de cada parcela. A biometria foi realizada no dia 30 de junho de 2020, avaliando-se a altura final, o diâmetro de colmos, com auxílio de um paquímetro (avaliadas no terço inferior do colmo). A produção de colmos por hectare (TCH) foi determinada contando-se o número de colmos (NCM) da área útil da parcela, cortando-se dez colmos industrializáveis por parcela (P10), pesando-se e calculando-se a produtividade em tonelada de cana por hectare. A pesagem dos dez colmos foi realizada em duplicatas, seguindo a equação:

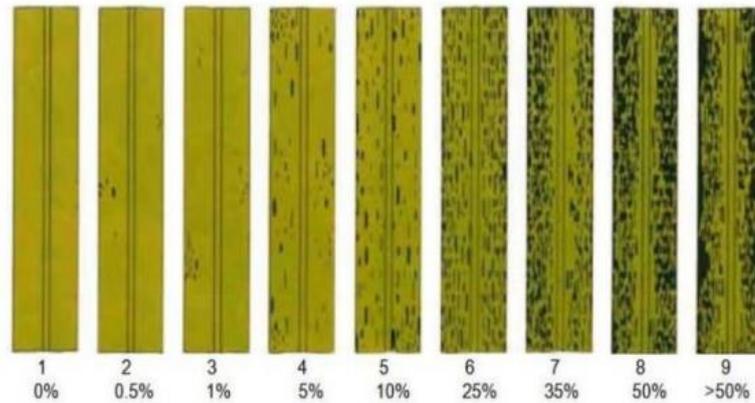
$$TCH = \frac{P10 \times NCM}{E} \quad (\text{Eq.1})$$

sendo E = espaçamento entrelinhas de 1,5 m.

Por ocasião da colheita foram retirados, aleatoriamente, 10 colmos da área útil de cada parcela, eliminando-se o palmito e a palha. Após a identificação, os colmos foram enviados para o laboratório da Usina Bambuí Bioenergia, em Bambuí, Minas Gerais, determinando-se a Fibra (%) cana, Pol (%) cana, Brix (%) cana, ATR (kg de açúcar . t colmos⁻¹) e TAH (t açúcar. ha⁻¹).

Quanto à severidade de ferrugem marrom (*Puccinia melanocephala*), foram feitas avaliações, conforme Amorim et al. (1987) para cada parcela, dando notas de 1 (0 % de severidade ou ausência de sintomas) a 9 (sintomas severos com mais de 50% de severidade), conforme ilustrada na Figura 3. Para tais avaliações foram empregadas folhas +3, conforme sistema de Kuijper (VAN DILLEWIJN, 1952).

Figura 3. - Escala diagramática para avaliação da ferrugem marrom em cana-de-açúcar.



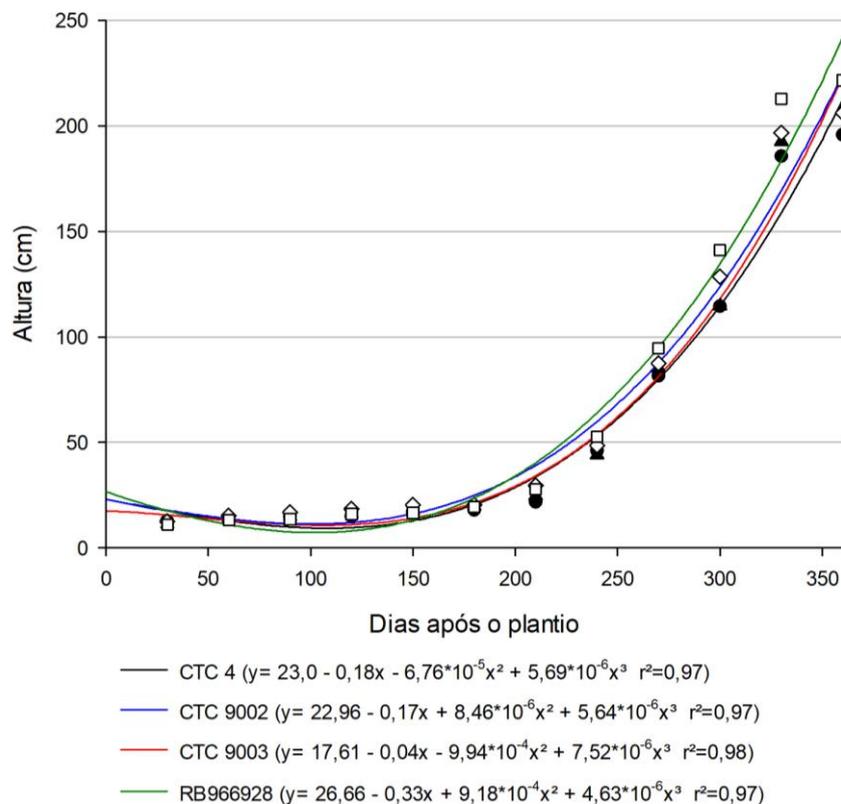
Fonte: Amorim et al. (1987).

Os resultados para os atributos avaliados foram submetidos a análise de variância pelo teste F, e, a partir dos dados obtidos, utilizou-se o teste de Scott-Knott, com significância a 5%. Todos os cálculos foram efetuados utilizando o programa Sisvar[®] (FERREIRA, 2011).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variedades de cana-de-açúcar apresentaram ao longo das avaliações de crescimento um padrão sigmoide (Figura 4). Corroborando com MISCHAN e PINHO (2014), o crescimento vegetal apresenta um padrão sigmoide, lento no início, passando por uma fase mais rápida e por fim torna-se lento novamente. Desta forma, a variedade RB966928 destacou-se pela maior altura, ao final do período de avaliação (360 dias), sendo observado o ponto de inflexão da taxa de crescimento a partir de 200 dias após o plantio, coincidindo assim com a estação das chuvas. Em contrapartida a variedade CTC4 teve a menor taxa de crescimento, possivelmente afetada pelo fator biótico (ferrugem marrom - *Puccinia melanocephala*).

Figura 4 – Altura (cm) de quatro variedades de cana-de-açúcar ao longo do desenvolvimento, no período de um ano. Lavras, MG.

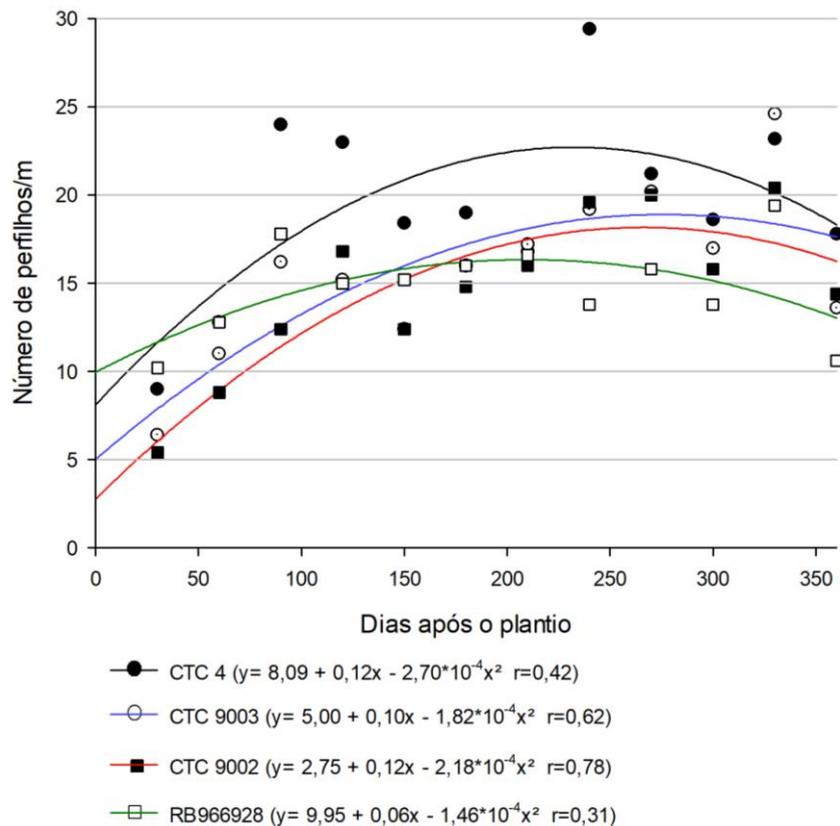


Fonte: O autor (2021).

Na cana-de-açúcar os modelos não lineares mais encontrados são o Logístico e o Gompertz, comumente ajustados para o crescimento aéreo dos colmos (BATISTA et al., 2013 ; SILVA et al., 2012). Com base nestes modelos pode-se determinar as taxas de crescimento das plantas (SANTOS et al., 2009; PEDULA et al., 2016; JANE et al., 2020), as quais ajudam na identificação das fases fenológicas, o ponto de inflexão (PI) da curva do modelo e os pontos de mínima e máxima aceleração do crescimento. De acordo com OLIVEIRA et al. (2010) o PI é muito importante na cana-de-açúcar, pois indica a data de maior crescimento das plantas, a partir da qual o crescimento começa a aumentar a taxas decrescentes até próximo de zero, já na fase de maturação.

Para o carácter número de perfilhos por metro houve diferenças significativas entre as variedades, ao longo das avaliações (Figura 5).

Figura 5 – Número de perfilhos por metro, em quatro variedades de cana-de-açúcar ao longo do desenvolvimento, no período de um ano. Lavras, MG.



O maior número de perfilhos foi verificado na variedade CTC4, que apresentou um máximo real, com base na equação, de 21 perfilhos formados aos 222 dias, porém ao final de 360 dias teve uma queda para 18 perfilhos. Esta, foi a que teve a melhor relação entre número de perfilhos por dia até atingir o máximo. Mesmo com a queda ao final das avaliações, a CTC4 se manteve a frente das demais, o que pode indicar seu bom desenvolvimento e estabelecimento durante o período avaliado.

Com máximo real de 16 perfilhos aos 205 dias, a RB966928 ficou na segunda posição para esse quesito, com o segundo melhor valor relativo de desenvolvimento de perfilhos por dia. Ressalta-se, todavia, que essa apresentou o comportamento mais estável dentre todas, para o caractere que questão. Ao final das avaliações, esta variedade apresentava 11 perfilhos.

Com desenvolvimento semelhante de perfilhos ao longo do período de avaliação, as variedades CTC9003 e 9002 (19 perfilhos aos 275 dias, para ambas), apresentaram o menor ganho destes com base no período para atingirem seus valores máximos. Entretanto, em valores absolutos, ficam, respectivamente, à frente da RB966928, e atrás da CTC4 quando observa-se os números máximos independente do prazo para os atingir. O comportamento também foi semelhante ao final das épocas de avaliação, quando ambas apresentaram média de 14 perfilhos.

Estes dados são importantes pois representam um dos importantes parâmetros diretos de desenvolvimento do canavial, auxiliares ao planejamento, e que refletirão sobremaneira na tomada de decisões acerca do processo produtivo, haja visto que proporcionam uma visam do comportamento das variedades ao longo de um ano completo.

A planta sofre uma seleção dos perfilhos por auto-sombreamento, pelo fato de que o desenvolvimento de perfilhos mais velhos acaba por reduzir a intensidade de radiação solar sobre aqueles mais recentes (DIOLA, SANTOS, 2010)

Os resultados dos atributos avaliados por ocasião da colheita (465 dias após o plantio - DAP) são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Médias dos atributos biométricos e agrônômicos de diferentes variedades de cana-de-açúcar para a produção de cachaça. Lavras - MG, 2021.

Variedades	Altura (cm)	Diâmetro (cm)	n° colmos/m	TCH
CTC4	224,6 a	2,06 b	17,6 a	97,8 a
CTC9002	244,6 a	2,76 a	12,0 b	114,4 a
CTC9003	225,4 a	2,40 a	15,2 a	107,9 a
RB966928	242,6 a	2,56 a	11,2 b	101,1 a
Média Geral	234,3	2,45	14	105,3
C.V. (%)	9,4	11,1	11,2	23,2

Fonte: O autor (2021).

Com relação à altura, a variedade CTC9002 foi a que apresentou o maior valor seguido da RB966928, porém, não houve diferenças significativas entre nenhuma das variedades. Segundo Machado et al. (2009), a altura de plantas apresenta três etapas de desenvolvimento, sendo a primeira a fase de crescimento lento, posteriormente a fase de rápido crescimento, e a última, nova fase de crescimento lento. As características genóticas e as condições edafoclimáticas influenciam no desenvolvimento das plantas, e além disso, pelo fato de não haver diferenciação entre os tratamentos a não ser as próprias variedades, era esperado que as alturas seguissem seus padrões.

Com relação aos dados de diâmetro médio dos colmos, as variedades RB966928, CTC9002 e CTC9003 apresentaram os maiores valores, diferindo estatisticamente da CTC4. As condições edafoclimáticas e do próprio manejo podem influenciar esta característica, porém, neste estudo, não é possível diferenciar de maneira específica a razão da diferença, a não ser pelas características genéticas de cada variedade, sendo a variedade CTC4 susceptível a ferrugem marrom.

Observa-se na Tabela 3 que a variedade CTC4 possui a maior severidade da ferrugem marrom, fator esse que pode estar relacionado com a redução seu potencial produtivo.

Tabela 3 – Severidade de ferrugem marrom (*Puccinia melanocephala*), nas cultivares de cana-de-açúcar, no momento da colheita. Lavras, MG.

Variedades	Severidade
CTC4	3,3 c
CTC9002	1,8 b
CTC9003	1,2 a
RB966928	1,6 b
Média Geral	2,0
C.V. (%)	16,0

Quanto ao número de colmos por metro, variável que pode representar potenciais ganhos em produtividade, as variedades CTC4 e CTC9003 apresentaram, significativamente, os maiores valores, seguidas por RB966928 e CTC9002, semelhantes entre si (Tabela 3). Segundo Matsuoka (1999), o perfilhamento ocorre a partir das porções subterrâneas dos colmos (restolhos) anteriormente formados, e é governado, inicialmente, pela temperatura e pela radiação, porém, também é afetado pela variedade e a densidade de plantio, pelo ciclo (cana-planta ou cana-soca) e pela disponibilidade de água e de nitrogênio no solo. Este é mais um dado relevante para auxílio à interpretação das performances das variedades em questão e a finalidade de cachaça, sendo que um estande maior de plantas tende a produzir mais.

Todavia, essa tendência não se confirmou neste estudo, haja visto que em relação à produtividade (TCH) não houve diferenças significativas. Ou seja, o maior NCM para CTC4 e CTC9003, não rendeu produtividades superiores às demais. Dantas Neto et al. (2009), destacou que a obtenção de altos índices de TCH está relacionado com as condições edafoclimáticas das regiões e condições hídricas favoráveis ao desenvolvimento da cultura. Como as variedades deste estudo estiveram sob mesmo ambiente e manejo, o que se tem são respostas de desempenho sob condições de igualdade. Ainda que sem significância, a variedade que rendeu o maior TCH, foi a CTC9002, o que pode através de novas pesquisas e maior robustez de dados, nortear com mais clareza o planejamento do produtor.

Normalmente o julgamento do estágio de maturação da cana-de-açúcar dá-se com relação ao Brix, e o valor ideal para considerá-la madura é de no mínimo 18% no início, e durante todo o decorrer da safra (FERNANDES, 1985). Este parâmetro sofre influência do ambiente (temperatura e umidade do solo) (FERNANDES, 2003). Portanto, o valor do Brix

tem incremento no período de estiagem e decréscimo após a ocorrência de precipitação e temperaturas em elevação. Saber o valor do Brix é importante para saber o momento de colheita e na hora da preparação do caldo, onde o Brix interfere na atividade fermentativa da levedura (SOUZA. et al. 2013). No que se refere aos dados sobre qualidade tecnológica, apresentados na Tabela 4, observa-se que a RB966928 apresentou maior porcentagem de Brix, seguida da CTC9003 e CTC4, estatisticamente iguais entre si, e CTC9002 com desempenho inferior às demais.

Tabela 4 – Qualidade tecnológica de variedades de cana-de-açúcar para a produção de cachaça. Lavras - MG, 2021.

Variedades	Brix caldo	Fibra%cana	Pol da cana (%)	AR%cana (%)	ATR	TAH
	(%)	(%)	- PC	- ARC	(kg/t)	
CTC4	19,7 b	12,3 a	15,4 b	0,41 b	152,1 b	15,0 a
CTC9002	17,6 c	12,5 a	13,0 c	0,51 a	129,7 c	14,8 a
CTC9003	19,3 b	11,8 b	15,2 b	0,38 b	150,3 b	16,3 a
RB966928	20,5 a	12,0 b	16,2 a	0,38 b	159,8 a	16,2 a
Média Geral	19,3	12,1	15,0	0,42	148,1	15,6
C.V. (%)	2,8	1,8	3,9	9,4	3,7	25,7

Fonte: O autor (2021).

Em relação ao teor de fibra, CTC4 e CTC9002, são estatisticamente iguais entre si, se destacando significativamente sobre as demais (Tabela 4). Para Stupiello (1987) relata que o teor ideal de fibra, deve estar em torno de 12,5 %, com um baixo teor de fibra pode comprometer o suprimento de bagaço, comprometendo a produção de energia (ANJOS, 2001).

A variedade RB966928 apresentou a maior média de Pol, enquanto a CTC9002 teve o pior desempenho nesse quesito, de maneira significativa. As demais, demonstraram desempenhos estatisticamente iguais entre si, e intermediários em relação às demais. O Pol é a porcentagem de sacarose aparente, sendo a pureza da cana, tendo uma maior pureza tem-se uma maior qualidade da matéria-prima (RIPOLI, 2004)

A variedade CTC9002 apresentou o maior resultado de AR, destacando-se estatisticamente das demais, iguais entre si. O AR interfere diretamente na pureza refletindo em menor eficiência na recuperação de sacarose (RIPOLI, 2004). Para ATR, o destaque

significativo ficou por conta da variedade RB966928, seguida de CTC4 e CTC9003, semelhantes, enquanto a CTC9002 correspondeu ao menor ATR. Por fim, não foram observadas diferenças entre as variedades para os valores de TAH.

5. CONCLUSÃO

A variedade RB966928 alcançou maior altura e estabilidade quanto ao número de perfilhos durante o período de avaliação. A CTC 4 foi atingiu o maior número máximo de perfilhos no mesmo período.

Ainda que com diferenças no número de colmos por metro e diâmetro de colmos, não houve diferenças de produtividade entre os tratamentos.

Com base nos dados de qualidade tecnológica e índices biométricos, a RB966928 foi a variedade que apresentou melhor desempenho para a maioria dos caracteres avaliados, sendo assim, a mais recomendada para a produção de cachaça dentre as avaliadas.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA EMBRAPA DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA – AGEITEC. **Árvore de conhecimento Cana-de-Açúcar**. EMBRAPA, 2021. Disponível em: <<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONT000fiog1ob502wyiv80z4s473agi63ul.html>> Acesso em: 10 out 2021.

AMORIM, L. et al. Metodologia de avaliação de ferrugem da cana-de-açúcar (*Puccinia melanocephala*). São Paulo: **Copersucar**. 13-16 p. 1987.

ANJOS, I.A. do. **Produtividade agrícola, rendimento e qualidade da aguardente artesanal de diferentes variedades de cana-de-açúcar**. UFLA, 2001. 102p. Tese doutorado.

BATISTA, E. L. Da S. *et al.* Modelagem do crescimento de cultivares de cana-de-açúcar no período de formação da cultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 2013. v. 17, n. 10, p. 1080–1087.

BIZELLI, L. C.; RIBEIRO, C. A. F.; NOVAES, F. V. **Dupla destilação da aguardente de cana: teores de acidez total e de cobre**. *Sci. Agrícola*, v. 57, n. 4, p. 623-627, 2000.

BRASIL. **Instrução Normativa no 13, de 29 de junho de 2005**. Aprova o Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para Aguardente de Cana e para Cachaça. Publicado no Diário Oficial da União de 30/06/2005, Seção 1, Página 3. Disponível em www.agricultura.gov.br. Acesso em: 27 SET 2021.

CÂMARA, G.M.S. **Ecofisiologia da cana-de-açúcar**. In: CÂMARA, G.M.S. OLIVEIRA, E.A.M. Produção de cana-de-açúcar. Piracicaba: FEALQ, 1993. p. 31-64.

CÂMARA, M. **Cachaça: prazer brasileiro**. [S.l.]: Mauad Editora Ltda, 2018. Caputo, M. M.; Silva, M. A.; Beauclair, E. G. F.; Gava, G. J. C. **Acúmulo de sacarose, produtividade e florescimento de cana-de-açúcar sob reguladores vegetais**. *Interciencia*, v.32, p.834-840, 2007.

CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA- CTC. Produtos: Disponível em: <<https://ctc.com.br/produtos/>> Acesso em: 13 out 2021.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – Conab. **Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar**. v. 6 – Safra 2019/20, n. 4. Brasília: Conab, 2020. 58p. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/uploads/arquivos/17_12_19_09_10_11_cana_dezembro.pdf> Acesso em: 10 set 2021.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – Conab. **Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar**. v. 8 – Safra 2021/22, n. 1. Brasília: Conab, 2021. 56p. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana/boletim-da-safra-de-cana-de-acucar>> Acesso em: 12 set 2021.

CORNIANI, L. S.; BORTOLETTO, A. M.; CORREA, A. C.; ALCARDE, A. R.. **Influência das variedades de cana-de-açúcar e do tratamento do caldo na composição de congêneres voláteis e contaminantes em cachaça.** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - USP, 2015. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/281377514>> Acesso em: 15 set 2021.

COUTINHO, E.P. **Práticas ultrapassadas e mitos de qualidade na cadeia de produção artesanal.** XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Ouro Preto-MG, Brasil, out.2003. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENGEPE2003_TRO1110119.pdf. Acesso em: 27 set 2021.

CRISPIM, J. E. Manejo correto da cana é essencial para alta produtividade. **Revista Campo & Negócios**, Uberlândia, v.1, n.37, p.16-18, 2006.

CROPLIFE BRASIL. **Cana-de-açúcar:** mais de 500 anos sendo uma importante cultura para a economia brasileira. São Paulo, 2020. Disponível em: <<https://croplifebrasil.org/conceitos/cana-de-acucar-mais-de-500-anos-sendo-uma-importante-cultura-para-a-economia-brasileira/>> Acesso em: 28 set 2021.

DANTAS, Neto, J.; FIGUEIRÊDO, J. L. C.; Farias, C. H. A. de; Azevedo, H. M. de; Azevedo, C. A. V. de. **Resposta da cana-de-açúcar, primeira soca, a níveis de irrigação e adubação de cobertura.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.10, p.283-288, 2006.

DAROS, E; OLIVEIRA, R. A. DE; BARBOSA, G. V. DE S.. **45 anos de variedades RB de cana-de-açúcar:** 25 anos de Ridesa. 1 ed. Curitiba: Graciosa, 2015. 156 p. Disponível em: <<http://socicana.com.br/2.0/wp-content/uploads/45-anos-variedades.pdf>> Acesso em: 10 set 2021.

DIOLA, V.; SANTOS, F. Fisiologia. In: SANTOS, F.; BORÉM, A.; CALDAS, C. **Cana-de-açúcar: bioenergia, açúcar e álcool: tecnologias e perspectivas.** Viçosa: Editora UFV. p. 25-49, 2010

DOOREMBOS, J.; KASSAM, A. H. Yield response to water Rome FAO, 1979.

FAPEMIG. **Cachaça de Minas:** Pinga, branquinha, aguardente, caninha com tecnologia. Minas Faz Ciência. Minas Gerais, n.7, jun/ago.2001. Disponível em: <<http://www.revista.fapemig.br/materia.php?id=40>>. Acesso em: 27 de set 2021.

FERNANDES, A.C. **Autorização da colheita da cana-de-açúcar.** In: SEMANA DE FERMENTAÇÃO ALCOOLICA “JAIME ROCHA DE ALMEIDA”, 4,1985, Piracicaba. Anais... Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, p.12-21, 1985.

FERNANDES, A.C. **Cálculos na agroindústria da cana-de-açúcar.** 2.ed. Piracicaba: STAB, 240 p., 2003.

FERREIRA, D. F. **Sisvar: a computer statistical analysis system**. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

GILBERT, R.A.; SHINE JUNIOR, J.D.; RICE, R.W.; RAINBOLT, C.R. **The effect of genotype, environment and time of harvest on sugarcane yields in Florida, USA**. Field Crops Research, v.95, p.156-170, 2016.

GOES, T.; MARRA, R.; SOUZA e SILVA, G.. **Setor sucroalcooleiro no Brasil: situação atual e perspectivas**. Revista de Política Agrícola, 2008. Disponível em: <<https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/407/358>> Acesso em: 30 set 2021.

GUIMARÃES, C. T. **Mapeamento comparativo e detecção de QTL's em cana-de-açúcar utilizando marcadores moleculares**. Viçosa: UFV, 1999. p 70. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, 1999.

HOFFMAN, H. P. **Evolução do potencial produtivo das principais variedades de cana-de-açúcar cultivadas no estado de São Paulo nos últimos cinquenta anos**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1997. 97p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1997.

IBRAC Instituto Brasileiro da Cachaça. Mercado externo. Disponível em: http://www.ibrac.net/index.php?option=com_content&view=article&id=47&Itemid=44>. Acesso em: 20 set 2021.

INSTITUTO AGRONÔMICO – IAC. **Censo Varietal IAC: de cana-de-açúcar no Brasil – safra 2018/19 e na região centro-sul – safra 2019/20**. Campinas: Boletim técnico IAC, n. 225, 2021. 64p. Disponível em: < <http://www.iac.agricultura.sp.gov.br/>> Acesso em: 21 set 2021.

JANE, S. A. et al. Adjusting the growth curve of sugarcane varieties using nonlinear models. **Ciência Rural**, v. 50, 2020.

JANZANTTI, N. S. **Compostos voláteis e qualidade de sabor da cachaça**. 2004. 193p. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004. Disponível em: < http://www.fea.unicamp.br/alimentarium/ver_documento.php?did=222> Acesso em: 25 set 2021.

JERÔNIMO, E. L.; SILVA, M. A. **Cachaça: uma bebida brasileira**. Pesquisa & Tecnologia, v. 2, 2005.

JESUS, J. S.. **Produção de cachaça e sua estrutura produtiva: um estudo de caso na empresa vale do cedro localizada no município de Palestina de Goiás-GO**. Iporá: IF Goiano, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/823/3/tcc_Joyce%20Silva%20de%20Jesus.pdf> Acesso em: 10 out 2021.

MACHADO, R.S.; RIBEIRO, R.V.; MARCHIORI, P.E.R.; MACHADO, D.F.S.P.; Machado, E.C.; Landell, M.G. de A. **Respostas biométricas e fisiológicas ao déficit hídrico em cana-de-açúcar em diferentes fases fenológicas**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 2009.

MATSUOKA, S.; GARCIA, A. A. F.; ARIZONO, H.. **Melhoramento da cana-de-açúcar**. In: **BORÉM, A. Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 1999. p817.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. **A cachaça no Brasil: Dados de registo de cachaças e aguardentes**. Brasília, 2021. 36p. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/arquivos/a-cachaca-no-brasil-web-2021.pdf/>> Acesso em: 14 set 2021.

MISCHAN, M. M.; PINHO, S. Z. De; CARVALHO, L. R. De. **Determination of a point sufficiently close to the asymptote in nonlinear growth functions**. Scientia Agricola, 2011. v. 68, n. 1, p. 109–114. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-90162011000100016&script=sci_arttext&tlng=pt>. Acesso em: 10 maio 2019.

MOREIRA, J. U. V.. **Avaliação de genótipos de cana-de-açúcar em diferentes épocas de corte visando ao manejo varietal**. Viçosa: UFV, 2000. Disponível em: <<https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/5236/1/texto%20completo.pdf>> Acesso em: 07 out 2021.

OLIVEIRA, R. A.. **Modelagem da produtividade da cana-de-açúcar para as principais regiões produtoras de Minas Gerais**. Viçosa: UFV, 2010. Disponível em: <<https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/5236/1/texto%20completo.pdf>> Acesso em: 03 out 2021.

OLIVEIRA, E. C. A. De et al. **Crescimento e acúmulo de matéria seca em variedades de cana-de-açúcar cultivadas sob irrigação plena**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 2010. v. 14, n. 9, p. 951–960.

PEDULA, R. O. et al. **Growth analysis of sugarcane inoculated with diazotrophic bacteria and nitrogen fertilization**. African Journal of Agricultural Research, 2016. v. 11, n.30, p. 2786–2795. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Veronica_Reis/publication/305801214_Growth_analysis_of_sugarcane_inoculated_with_diazotrophic_bacteria_and_nitrogen_fertilization/links/57f7a07b08ae91deaa604dec/Growth-analysis-of-sugarcane-inoculated-with-diazotrophic>.

PIRES, C. E. L. S. **Diversidade genética de variedades de cana-de-açúcar (Saccharum spp.) cultivados no Brasil**. Piracicaba, SP: ESALQ/USP, 1993. 120p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, 1993.

RAMOS, G. G.. **Desempenho varietal de cana-de-açúcar para a produção de cachaça na região de Campo das Vertentes-MG**. Lavras, 2021.

RIPOLI, Tomaz Caetano Cannavam; RIPOLI, M. L. C. **Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente**. [S.l: s.n.], 2004.

SANTOS, V. R. Dos et al. **Crescimento e produtividade agrícola de cana-de-açúcar em diferentes fontes de fósforo.** *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 2009. v. 13, n. 4, p. 389–396. Disponível em:

SATOLO, L.F. **Dinâmica econômica das flutuações na produção de cana-de-açúcar.** 2008. 131 p. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

SCARPARI, M. S.; BEACLAIR, E. G. Sugarcane maturity estimation through edaphic-climatic parameters. *Scientia Agrícola*, v 61. N 5. P 468-491, 2004. In: OLIVEIRA, R. A. **Modelagem da produtividade da cana-de-açúcar para as principais regiões produtoras de Minas Gerais.** Viçosa: UFV, 2010.

SEGATO, S. V.; MATTIUZ, C. F. M.; MOZAMBANI, A. E. **Aspectos fenológicos da cana-de-açúcar.** ed 1. Piracicaba: ESALQ/USP, 2006.

SILVA, M.A.; ARANTES, M.T.; RHEIN, A.F.L.; GAVA, G.J.C.; KOLLN, O.T. **Potencial produtivo da cana-de-açúcar sob irrigação por gotejamento em função de variedades e ciclos.** *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.18, n.3, p.241-249, 2014.

SILVA, Thieres George Freire Da et al. Biometria da parte aérea da cana soca irrigada no Submédio do Vale do São Francisco. *Revista Ciência Agronômica*, 2012. v. 43, n. 3, p. 500–509.

SISTEMA INTEGRADO DE RESPOSTAS TÉCNICAS – SIRT/UNESP. **Caracterização da Cachaça.** UNESP, 2007. Disponível em: <<http://www.respostatecnica.org.br>> Acesso em: 28 set 2021.

SOUZA, L.M. de.; ALCARDE, A.R.; LIMA, F.V. de.; BORTOLETTO, A.M. **Produção de cachaça de qualidade.** Piracicaba, SP: ESALQ, 2013. 72p.

UNIÃO NACIONAL DA BIOENERGIA. **História da cana-de-açúcar:** Da antiguidade aos dias atuais. Araçatuba-SP, 2003. Disponível em: <<https://www.udop.com.br/noticia/2003/01/01/a-historia-da-cana-de-acucar-da-antiguidade-aos-dias-atuais.html>> Acesso em 115 set 2021.

VAN DILLEWIJN, C. **Botany of sugarcane.** Waltham: The Chronica Botanica Company, p. 371, 1952.

VILELA, A.F. **Estudo da adequação de critérios de boas práticas de fabricação na avaliação fábricas de cachaças de alambique.** Dissertação [Mestrado em Ciência de Alimentos]. Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2005.

WIEDENFELD, B.; ENCISO, J. **Sugarcane responses to irrigation and nitrogen in semiarid south Texas.** *Agronomy Journal*, Madison, v. 100, p. 665-671, 2008.