



JOÃO PACHECO DE ANDRADE LANDELL

**CULTIVARES DE CANA-DE-AÇÚCAR COM POTENCIAL
PARA PRODUÇÃO DE CACHAÇA DE ALAMBIQUE NO
CAMPO DAS VERTENTES, MINAS GERAIS**

**LAVRAS – MG
2023**

JOÃO PACHECO DE ANDRADE LANDELL

**CULTIVARES DE CANA-DE-AÇÚCAR COM POTENCIAL PARA PRODUÇÃO DE
CACHAÇA DE ALAMBIQUE NO CAMPO DAS VERTENTES, MINAS GERAIS**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção de título de Bacharel.

Prof. Dr. Guilherme Vieira Pimentel
Orientador

Luiz Daniel Rodrigues da Silva
Coorientador

**LAVRAS – MG
2023**

JOÃO PACHECO DE ANDRADE LANDELL

**CULTIVARES DE CANA-DE-AÇÚCAR COM POTENCIAL PARA PRODUÇÃO DE
CACHAÇA DE ALAMBIQUE NO CAMPO DAS VERTENTES, MINAS GERAIS**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção de título de Bacharel.

APROVADA em 29/11/2023

Prof. Dr. Guilherme Vieira Pimentel UFLA

Luiz Daniel Rodrigues da Silva UFLA

Me. Sérgio Hebron Maia Godinho UFLA

Prof. Dr. Guilherme Vieira Pimentel
Orientador

Luiz Daniel Rodrigues da Silva
Coorientador

**LAVRAS – MG
2023**

AGRADECIMENTOS

O primeiro agradecimento será sempre para Deus, pois sem Ele nada existiria. Por isso e pela sua graça, eu sou grato.

Agradeço também à minha família, que sempre me deu todo o apoio e amor possível em todas as etapas da minha vida. Citando em especial o meu avô Pacheco, pessoa que sempre demonstrou caráter e amor pela agronomia, e que sem dúvidas, é o meu maior exemplo nessa profissão que eu escolhi.

Gostaria de agradecer também à Jéssica, uma pessoa muito especial que me deu muito apoio nessa última etapa de minha formação, sempre com muita atenção e carinho.

Por último, gostaria de agradecer ao NECANA e à República Cistema Hantigo que me acompanharam e me deram instrução por toda a minha formação, não só como agrônomo, mas também como homem.

Em especial o meu querido professor e orientador Dr. Guilherme Vieira Pimentel que, como um amigo e professor, soube me instruir e me acompanhar durante o período de formação na UFLA.

RESUMO

A cachaça tem origem no início da formação do Brasil com a introdução da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) e no decorrer dos anos evoluiu para uma homogeneização da cadeia produtiva, com destaque para o Estado de Minas Gerais. No entanto, ainda ocorre uma carência no plantel de cultivares na maioria das propriedades, que reflete no hábito de plantio com um único cultivar, muitas vezes de procedência desconhecida e/ou uso recorrente da cultivar RB867515. Com isso, objetivou-se avaliar cultivares modernos de cana-de-açúcar para a produção de cachaça de alambique no Campo das Vertentes, Minas Gerais. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 9x2, sendo nove cultivares de cana-de-açúcar: IACSP93-3046, IACCTC06-9561, IACCTC05-2562, IACCTC05-8069, IACCTC07-8044, IACCTC07-8008, IACSP97-4039, IACSP015503 e IACSP95-5094, e duas safras agrícolas: 2021/22 e 2022/23, com três repetições. Ao final das duas safras, em decorrência da colheita foram avaliados a produtividade de colmos ($t\ ha^{-1}$), número de colmos por metros, altura das plantas, solução de sólidos solúveis ($^{\circ}Brix$), peso de dez colmos e diâmetro de colmos. De acordo com os resultados houve diferença significativa ($p\text{-valor} < 0,05$) apenas para a produtividade ($t\ ha^{-1}$). Na produtividade houve interação entre os fatores, analisando o comportamento dos cultivares dentro das safras, observou-se que os cultivares IACSP93-3046 ($155,17\ t\ ha^{-1}$) e IACCTC07-8008 ($190,74\ t\ ha^{-1}$) na primeira safra foram os melhores, na segunda safra os cultivares IACCTC06-9561, IACCTC05-2562 e IACCTC05-8069 apresentaram a menor produtividade, mas ficaram acima da média nacional ($73\ t\ ha^{-1}$). Na análise da safra, dentro das variedades nota-se alta produtividade na primeira e segunda safra, respectivamente, apenas para o IACCTC07-8008 ($190,74\ t\ ha^{-1}$) e IACSP93-3046 ($152,39\ t\ ha^{-1}$), respectivamente, na primeira e segunda safra foram os melhores, em média. Em suma, os cultivares apresentaram potencial para ocupar as propriedades destinadas à cachaça de alambique visto produtividades acima de $80\ t\ ha^{-1}$ em ambas as safras.

Palavras-chave: Destilados. Plantel de cultivares. *Saccharum* spp. Sucroalcoleiro. Manejo varietal.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 REFERENCIAL TEÓRICO	8
2.1 A cultura da cana-de-açúcar	8
2.2 Cachaça	8
2.3 Variedades de cana-de-açúcar	10
3 MATERIAIS E MÉTODOS	12
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
5 CONCLUSÃO.....	22
REFERÊNCIAS	23

1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) tem desempenhado um papel fundamental na economia e cultura brasileira ao longo dos séculos. Com sua vasta aplicação na elaboração de produtos importantes no cotidiano, esta planta tornou-se um pilar na matriz agroindustrial do país (CONAB, 2023). Seu papel na produção de açúcar é historicamente significativo, colocando o Brasil como um dos maiores produtores mundiais desse importante insumo alimentar. Além disso, a cana-de-açúcar destaca-se como uma matéria-prima vital para a produção de biocombustíveis, principalmente o etanol, desempenhando um papel crucial na matriz energética do país e promovendo a sustentabilidade ambiental (MORAIS *et al.*, 2017).

A cachaça, destilado tipicamente brasileiro, representa uma faceta única da utilização da cana-de-açúcar. A qualidade da matéria-prima exerce um papel central na obtenção de cachaças de excelência. Os açúcares presentes no caldo de cana são fermentados e destilados, resultando em uma bebida, além de refletir as características da região de produção.

A cana-de-açúcar apresenta uma notável diversidade de variedades. No entanto, o hábito de plantar uma única variedade, como a RB867515 ou a aposta em variedades onde muitas vezes não se conhece a procedência, faz com que se perca em produtividade e longevidade do canavial. Assim, a seleção criteriosa da variedade de cana-de-açúcar é, portanto, crucial para a obtenção de produtos finais diferenciados e de alta qualidade.

Diante deste contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar o desempenho biométrico e a produtividade de nove variedades de cana-de-açúcar durante o período de duas safras. Com finalidade para cachaça.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) é uma gramínea semi-perene pertencente à família *Poaceae*, sendo esta utilizada tanto para a produção de açúcar como de etanol. Sendo uma planta monocotiledônea que pode atingir grande estatura, geralmente variando de 2 a 6 metros, com folhas compridas e estreitas, que crescem a partir do topo de caules espessos (LOPES *et al.*, 2011). Apresenta crescimento na forma de touceira, caules robustos, fibrosos e articulados que são ricos em sacarose. Os caules da cana-de-açúcar são chamados de colmos, local principal de armazenamento de sacarose, de formato cilíndricos, firmes e ocos, com nós e entrenós bem definidos. Os nós são os pontos de ligação das folhas aos colmos e os entrenós são as seções entre os nós.

A parte subterrânea é composta por raízes e rizomas, este último sendo espessos e ricos em reservas nutritivas, providos de nós e entrenós e que crescem horizontalmente (SILVA *et al.*, 2012). A planta também possui raízes fibrosas que se estendem em profundidade no solo para absorver água e nutrientes (LOPES *et al.*, 2011).

Embora o cultivo de cana-de-açúcar seja há muitos anos difundido no país, atualmente seu cultivo e processamento têm uma importância econômica significativa, contribuindo para a produção de alimentos, combustíveis e muitos outros produtos (ALVES *et al.*, 2021). Além disso, a cana-de-açúcar é uma cultura que está no centro da discussão sobre a sustentabilidade, devido à sua relação com a produção de biocombustíveis e a necessidade de manejo responsável dos recursos naturais (OLIVEIRA; NUNES; SOUSA, 2020).

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, destinado à produção de açúcar e etanol. Na última safra, foram produzidos 33,89 milhões de toneladas de açúcar, reduzindo 3% em relação à safra anterior. Foram produzidos também 26,53 milhões de litros de etanol anidro e hidratado, havendo redução de 2,2% da produção (CONAB, 2023). A área cultivada com cana-de-açúcar e destinada à atividade sucroalcooleira, na safra 2022/23, foi de em 8.288,3 mil hectares, redução de 2,6% em relação à área colhida na safra 2021/22, perdendo espaço para plantios de soja e milho (CONAB, 2023).

2.2 Cachaça

A cachaça, destilado derivado da cana-de-açúcar, é uma bebida nacional de elevado teor alcoólico (38% a 48%) que desempenha um papel importante no panorama cultural brasileiro (ALCARDE, 2017). Desde os tempos coloniais, a cachaça é parte integrante de celebrações

festivas, rituais religiosos e expressões artísticas. A indústria da cachaça exerce considerável impacto na economia brasileira, gerando empregos, estimulando o turismo e contribuindo para a balança comercial através do mercado local e de exportações. Em 2021, 7,22 milhões de litros de cachaça foi exportada para 67 países, gerando uma receita de US\$ 13,17 milhões (MAPA, 2022). Os principais países de destino foram Estados Unidos, Alemanha, Paraguai e Portugal.

A produção e comercialização da cachaça movimentam uma cadeia produtiva extensa, desde os pequenos produtores familiares até as grandes empresas. Existem diferentes denominações para a cachaça, de acordo com o processo de elaboração (QUEIROZ *et al.*, 2021). A mais comum é a cachaça tradicional ou branca, que não passa por processo de envelhecimento em madeira, sendo armazenada em recipientes de inox ou madeira neutra por um curto período. Por este motivo, possui sabor mais próximo ao da cana-de-açúcar, com notas mais intensas e alcoólicas (QUEIROZ *et al.*, 2021).

Quando envelhecida em tonéis de madeira, é denominada de cachaça envelhecida ou extra envelhecida, a depender do tempo de envelhecimento (RAMOS; GONÇALVES, 2018). Esta técnica confere características específicas de cor, aroma e sabor à bebida. Diferente de outros destilados, a cachaça é o único que utiliza mais de 30 tipos de madeiras em seu armazenamento e envelhecimento como o angico, castanheira, carvalho europeu, carvalho americano ipê, ipê-amarelo, jatobá, jequitibá, pau-brasil e dentre outras (IBRAC, 2023).

A cachaça pode ser classificada ainda como orgânica, quando é produzida a partir de cana-de-açúcar cultivada organicamente, sem o uso de pesticidas ou fertilizantes químicos (GARCIA; JANZANTTI, 2011). Quanto ao local de elaboração, a cachaça pode ser denominada cachaça de alambique, quando obtida por meio de métodos tradicionais de destilação em alambiques de cobre, ou como cachaça de engenho, quando produzida de forma artesanal em pequenos engenhos, muitas vezes utilizando métodos tradicionais (ALCARDE, 2017). Dentro do cenário de produção nacional, 30% da cachaça é elaborada de forma artesanal (SEBRAE GOIÁS, 2021).

Segundo o Anuário da Cachaça (MAPA, 2021), o registro de estabelecimentos produtores de cachaça junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) mostrou diminuição de 2% em relação ao levantamento anterior, somando um total de 936 estabelecimentos. Embora 98 cachaçarias tenham se registrado pela primeira vez, outras 117 cancelaram seus registros, o que auxiliou na queda de registros. Minas Gerais é o estado com maior número de registros, possuindo de acordo com o último levantamento 353 estabelecimentos (MAPA, 2022). Os municípios mineiros de Salinas, Alto Rio Doce e Córrego

Fundo são os que possuem maior número de cachaçarias, com 16, 11 e 10 estabelecimentos, respectivamente.

2.3 Variedades de cana-de-açúcar

A diversidade de variedades de cana-de-açúcar influencia diretamente a qualidade e a eficiência na produção de etanol, açúcar e cachaça, destacando-se em diferentes regiões do país. Para a produção de etanol, busca-se variedades de cana-de-açúcar com alto teor de sacarose. Estados como São Paulo, Goiás e Minas Gerais destacam-se na produção de cana destinada à fabricação de etanol, aproveitando suas condições climáticas favoráveis e expertise técnica (MATSUOKA *et al.*, 2012). Embora pouco expressiva no cenário nacional de produção de cana-de-açúcar, regiões de clima tropical, como o encontrado no nordeste brasileiro tornaram-se locais de produção de cana-de-açúcar voltada à indústria açucareira (NICCHIO *et al.*, 2020).

Para a produção de cachaça, a escolha da variedade de cana-de-açúcar influencia diretamente nas características sensoriais da bebida final (GARCIA; JANZANTTI, 2011). Variedades como a Cana Caiana são apreciadas por produtores de cachaça artesanal, proporcionando sabores e aromas únicos. Estados como Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo são notáveis por abrigar destilarias que exploram essa diversidade de cana para criar cachaças distintas e de alta qualidade (CASCUDO, 2015).

Através do Censo Varietal, realizado pelo Instituto Agrônomo de Campinas, ao analisarem 268 unidades produtoras situadas em 6,7 milhões de hectares mil (72,9% da área total de cana-de-açúcar) durante a safra 2021/22, mostrou que a variedade RB867515, pelo 15º ano consecutivo, foi a mais utilizada no país (IAC, 2023). Contudo, nas últimas quatro safras houve um decréscimo da utilização desta variedade em campo, principalmente por sua menor adaptação à mecanização (IAC, 2023). Em Minas Gerais analisou-se 647 mil hectares, somando 28 unidades produtoras e observou-se que as duas variedades mais cultivadas, RB867515 e CTC4, também serão substituídas em breve, uma vez obtiveram valores negativos na relação “%plantio - %colheita”. Além delas, as variedades SP80-1816, RB92579 e SP80-1842 também mostrando valores negativos neste parâmetro e podem ser substituídas (IAC, 2023).

Diante deste levantamento, surgem oportunidades para o cultivo de novas variedades disponibilizadas às unidades produtoras, a exemplo da IACSP93-3046, IACCTC06-9561, IACCTC05-2562, IACCTC05-8069, IACCTC07-8044, IACCTC07-8008, IACSP97-4039, IACSP01-5503 e IACSP95-5094, desenvolvidas pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). Destacam as características destas variedades:

- Precoces: IACCTC06-9561 variedade com alto teor de sacarose, ótima performance no plantio e colheita mecanizados e ótima brotação sob palha, indicada para ambientes A, B e C; IACCTC07-8044 variedade com ótima performance no plantio e colheita mecanizados, ótima brotação sob palha e rápido fechamento entrelinhas, indicada para ambientes A, B e C;

- Precoces a médias: IACSP93-3046 variedade com ótima performance no plantio mecanizado, ótima brotação de soqueira sob palha e ótimo fechamento de entrelinhas, indicada para ambientes A, B e C; IACCTC05-2562 variedade com alto TCH, alto teor de sacarose e ótima performance no plantio e colheita mecanizados, indicada para ambientes A, B e C; IACSP97-4039 variedade com porte ereto, velocidade de crescimento inicial rápido e alto teor de sacarose, indicada para ambientes C, D e E;

- Médias: IACCTC05-8069 variedade com ótima performance no plantio e colheita mecanizados, ótima brotação sob palha e rápido fechamento entrelinhas, indicada para ambientes A, B e C; IACCTC07-8008 variedade com porte ereto, alto TCH e alta população de colmos ao longo dos ciclos, indicada para ambientes A, B, C e D; IACSP95-5094 variedade com ótima brotação de soqueira sob palha, ótimo fechamento de entrelinhas e perfil responsivo à irrigação, indicada para ambientes A, B e C;

- Médias a tardias: IACSP01-5503 variedade com porte ereto, velocidade de crescimento inicial rápido e alto TCH, indicada para ambientes A, B, C e D.

É importante lembrar a tecnologia e produtividade que um bom plantel varietal podem trazer à uma propriedade produtora de cachaça. Visto que o plantel varietal representa trinta por cento da produtividade de um canavial, é muito importante estar a par dos benefícios tecnológicos que os programas de melhoramento genético têm a oferecer e lançar mão desses recursos.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo no Centro de Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia (CDTT) do Departamento de Agricultura (DAG) da Escola de Ciências Agrárias de Lavras – ESAL da Universidade Federal de Lavras (UFPA), localizada em Ijaci - MG (latitude 21°9'54.46"S, longitude 44°55'8.02"O), adotando delineamento em blocos casualizados (DBC), com nove tratamentos e três repetições, durante o período de duas safras (2022 e 2023 - 25 meses).

Os tratamentos foram constituídos das variedades de cana-de-açúcar: IACSP93-3046, IACCTC06-9561, IACCTC05-2562, IACCTC05-8069, IACCTC07-8044, IACCTC07-8008, IACSP97-4039, IACSP01-5503 e IACSP95-5094. A implantação do experimento ocorreu no dia 02/03/2021, sendo cada parcela composta de três linhas com espaçamento de 1,5 m por cinco metros de comprimento, utilizando colmos de cana-planta de 12 meses para o plantio.

Os tratos culturais foram realizados de acordo com as necessidades culturais encontradas na área. A adubação foi feita procurando representar o cultivo dos produtores de cachaça da região, com o uso do adubo formulado NPK (08-28-16), aplicando-se 340 kg por hectare no plantio. A adubação de cobertura foi feita na 1ª e na 2ª safra, utilizando o adubo formulado NPK (20-00-20) aplicando-se 200 e 400 kg por hectare, respectivamente. O controle de plantas daninhas foi feito de forma manual. No controle de pragas, realizou-se apenas o controle de formigas cortadeiras após o plantio e após o 1º corte do canavial, sendo realizado através de iscas formicidas, não houve infestação de broca da cana (*Diatraea saccharalis*) ao longo do cultivo nas duas safras.

Figura 1 – Análise química de solo da área em que foi implantado o experimento.

		Universidade Federal de Lavras Laboratório de Análises de Solo Departamento de Ciência do Solo											
Solicitante: JOSÉ MARIA VILELA PÁDUA Município: Endereço: Telefone:		Complemento: Observações: Valor: 20,25		Entrada: 18/06/2021 Saída: 14/07/2021 CEP:									
Resultados Analíticos													
Protocolo	Identificação Amostra	pH(KCl)	pH	K	P	Na	Ca	Mg	Al	H+Al			
				--- mg/dm³ ---			--- cmol/dm³ ---						
2632	1 - TRIGO	-	5,1	164,00	0,01	0,00	3,54	1,05	0,10	3,30			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Protocolo	SB	t	T	V	m	M.O.	P-Ram	Zn	Fe	Mn	Cu	B	S
	--- cmol/dm³ ---		--- % ---		dag/kg	mg/L	--- mg/dm³ ---						
2632	4,61	4,71	7,91	58,29	2,12	2,34	33,00	2,40	67,90	21,20	0,58	0,15	11,10
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Protocolo	Classificação do Solo	Argila	Silte	Areia	Areia(Grossa)	Areia(Fina)							
		--- dag/kg ---											
2632	-	-	-	-	-	-							
-	-	-	-	-	-	-							
-	-	-	-	-	-	-							
-	-	-	-	-	-	-							
-	-	-	-	-	-	-							

pH em água, KCl e CaCl₂ - Relação 1:2,5
 Ca - Mg - Al- Extrator: KCl - 1 mol/L
 SB= Soma de Bases Trocáveis
 CTC (T) - Capacidade de Troca Catiónica a pH 7,0
 m= Índice de Saturação de Alumínio
 P-rem: Fósforo Remanescente
 S - Extrator - Fosfato monoclínico em ácido acético

P- Na - K- Fe - Zn- Mn- Cu- Extrator Mehlich 1
 H + Al- Extrator: SMP
 CTC (t) - Capacidade de Troca Catiónica Elétrica
 V= Índice de Saturação de Bases
 Mat. Org. (MO) - Oxidação: Na₂Cr₂O₇ 4N+ H₂SO₄ 10N
 B- Extrator Água quente
 Solo Tipo 1: Textura Arenosa
 Solo Tipo 2: Textura Média
 Solo Tipo 3: Textura Argilosa

Márcio da Silva Marques
CRQ: 02102206

Laboratório de Análises de Solo - Caixa Postal 3037 - CEP: 37200-000 - Lavras - MG - Telefone/Fax: (35) 3029-1866 - E-mail: analises@ufla.br

Fonte: Laboratório de Análises de Solo - UFLA (2023).

Em consequência da colheita, realizada nas datas de 08/07/2022 e 21/07/2023, respectivamente para cada safra, foram avaliados os dados biométricos de diâmetro do colmo, número de colmos por metro e altura das plantas. Além dos dados de produção, sendo o peso de dez colmos, teor de sólidos solúveis em uma solução de sacarose (°Brix) e toneladas de colmo por hectare (TCH). Todas as avaliações foram realizadas na linha útil (central), descartando as bordaduras (1ª e 3ª linha e o primeiro metro linear do início e do fim da 2ª linha na parcela).

A avaliação de diâmetro foi realizada no momento de colheita com auxílio de um paquímetro sendo posicionado na parte inferior do terço médio da cana-de-açúcar e no entrenó, sendo o resultado expresso em milímetros (mm). A medição de altura de plantas foi feita até a folha +1 e foi realizada selecionando cinco amostras (plantas/tratamento) em campo que representassem um padrão. A aferição foi realizada com auxílio de uma fita métrica e os resultados foram expressos em metros (m). O peso de dez colmos foi realizado em balança digital de carga, utilizando dez colmos de cada variedade e foi expresso em quilogramas (kg).

A análise do número de colmos por metro foi feita através da contagem de colmos viáveis por metro linear, estendendo uma fita métrica ao chão. O teor de sólidos solúveis em uma solução de sacarose foi obtido através da moagem de três canas por tratamento, utilizando a moenda B120 Baixo Ferro – Elétrico. Produção (aprox.): 80 litros por hora. Do caldo gerado, aferiu-se o °Brix com auxílio de refratômetro digital. Para medir os valores de tonelada de colmos por hectare 2 feixes de colmos com 10 colmos cada foram pesados em balança digital de carga a campo, sendo realizada a média do peso destes 10 colmos. Em sequência, multiplicado pelo número de colmos por hectare e dividido pelo espaçamento (1,5 m) seguindo a fórmula:

$$TCH = \frac{(P10) \times NCM}{E}$$

Sendo:

TCH = toneladas de colmos por metro;

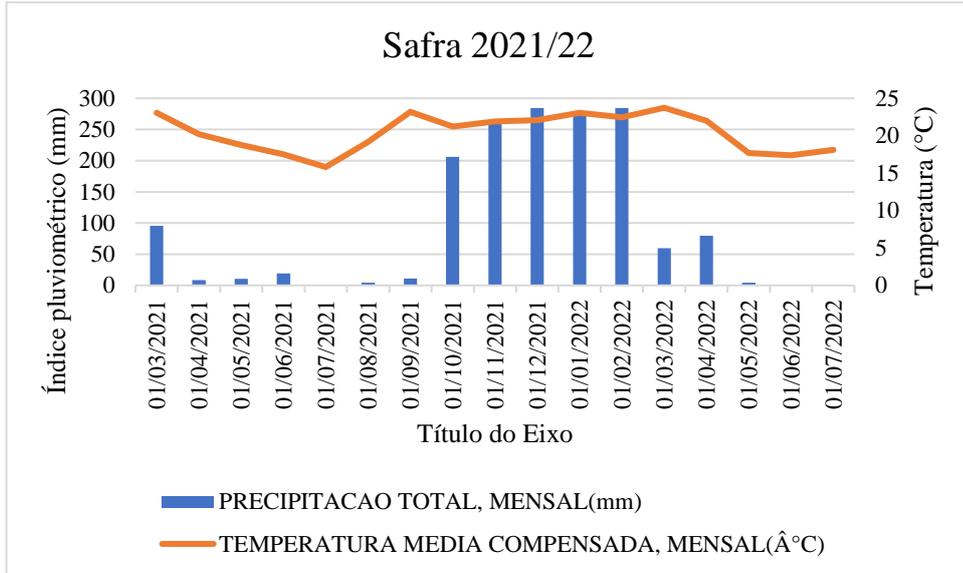
P10 = peso de 10 colmos (despontados e despalhados);

NCM = número de colmos por metro;

E = espaçamento entrelinhas (1,5 m).

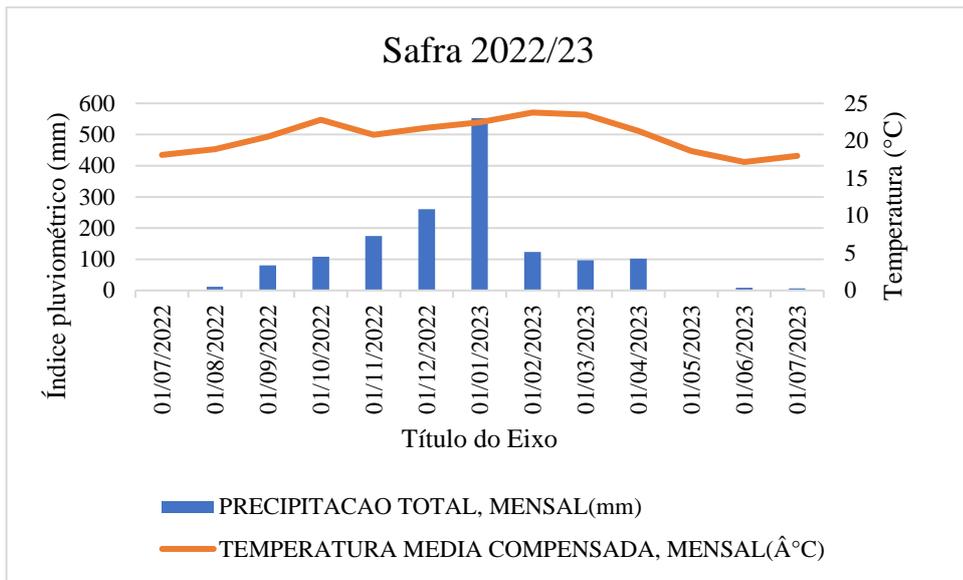
É importante analisar junto aos dados os dados de condições climatológicas, para que possa ser feita uma análise completa entre as safras e entre os tratamentos, possibilitando a análise de comportamento das variedades de acordo com as condições. Como podemos ver nos gráficos abaixo (**Figura 1 e 2**).

Figura 1 – Dados pluviométricos e de temperatura no período de 01/03/2021 a 01/07/2022.



Fonte: INMET (2023).

Figura 2 – I Dados pluviométricos e de temperatura no período de 01/07/2022 a 01/07/2023.



Fonte: INMET (2023).

Após as análises, os dados foram submetidos a análise de variância avaliando as relações entre safras e entre variedades de cana-de-açúcar. Posteriormente, os dados foram submetidos ao teste de Scott Knott a 5% de significância com auxílio do software SISVAR® (FERREIRA, 2019).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na cana-de-açúcar, o colmo é importante na sustentação das folhas e panículas, apresentando uma postura que varia entre ereta, semiereta ou decumbente, conforme a maturidade da planta (SOUZA *et al.*, 2020). As nove variedades mostraram respostas diferentes quanto ao diâmetro de colmo, embora não tenha ocorrido diferença significativa entre as safras (TABELA 1).

Na primeira safra (2022, cana-planta), as variedades IACCTC07-8008, IACSP97-4039 e IACSP95-5094 mostraram maiores valores de diâmetro de colmo em relação às outras variedades, com 31,63; 30,26 e 33,94 mm, respectivamente. Tendo em vista que medir o diâmetro do colmo possibilita avaliar a eficiência de produção de açúcar, além do controle de qualidade da matéria prima e o desenvolvimento da planta, os resultados mostram potencial dos genótipos IACCTC07-8008, IACSP97-4039 e IACSP95-5094. Contudo, na segunda safra (2023, cana-soca) não houve diferença estatística entre nenhuma das variedades.

Tabela 1 – Diâmetro de colmo (mm) de variedades de cana-de-açúcar.

Variedades	Safras	
	2021/22 (cana-planta)	2022/23 (cana-soca)
IACSP93-3046	25,31 Ab	27,55 Aa
IACCTC06-9561	28,01 Ab	28,55 Aa
IACCTC05-2562	28,80 Ab	29,88 Aa
IACCTC05-8069	26,51 Ab	33,88 Aa
IACCTC07-8044	26,91 Ab	25,11 Aa
IACCTC07-8008	31,63 Aa	31,11 Aa
IACSP97-4039	30,26 Aa	28,99 Aa
IACSP01-5503	27,63 Ab	29,00 Aa
IACSP95-5094	33,94 Aa	30,44 Aa
CV (%)	11,91	

¹Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Fonte: Do autor (2023).

Em relação à altura das plantas, houve diferenças significantes entre as variedades e as safras (TABELA 2). As variedades IACSP93-3046, IACCTC05-2562, IACCTC05-8069, IACCTC07-8008, IACSP97-4039, IACSP01-5503 e IACSP95-5094 não mostraram diferenças neste parâmetro de acordo com as safras. A variedade IACCTC06-9561 mostrou melhor desempenho na primeira safra, enquanto a variedade IACCTC07-8044 mostrou melhor desempenho na segunda safra.

Em relação à comparação entre variedades, não houve diferenciação na primeira safra. No entanto, na segunda safra a variedade IACCTC07-8044 mostrou maior altura comparada as outras variedades, com 3,13 m. Barbosa (2017) descreveu como a região de plantio influencia na altura das plantas, uma vez que em sua pesquisa as mesmas variedades plantadas no Paraná mostraram diferenças de 0,5 m a mais na altura do que quando plantadas em São Paulo. Estes resultados reforçam a importância de avaliar variedades em regiões diversas, uma vez que as respostas virão de acordo com as condições fenotípicas (interação ambiente e genética).

Tabela 2 – Altura de planta (m) de variedades de cana-de-açúcar.

Variedades	Safras	
	2022 (cana-planta)	2023 (cana-soca)
IACSP93-3046	2,45 Aa	2,66 Ab
IACCTC06-9561	2,64 Aa	2,15 Bb
IACCTC05-2562	2,49 Aa	2,63 Ab
IACCTC05-8069	2,43 Aa	2,84 Ab
IACCTC07-8044	2,62 Ba	3,13 Aa
IACCTC07-8008	2,56 Aa	2,49 Ab
IACSP97-4039	2,67 Aa	2,69 Ab
IACSP01-5503	2,58 Aa	2,66 Ab
IACSP95-5094	2,69 Aa	2,62 Ab
CV (%)	10,02	

¹Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Fonte: Do autor (2023).

A análise do peso de dez colmos mostrou significância quando observado os valores obtidos entre as safras, no entanto não houve variância significativa entre as variedades (TABELA 3). Na segunda safra, as variedades IACCTC05-2562, IACCTC05-8069, IACCTC07-8008 e IACSP01-5503 mostraram menor peso de dez colmos, em relação a primeira safra. Para canas-de-açúcar voltadas para elaboração de cachaça, como o caso das variedades estudadas, este parâmetro é importante, pois canas com maior peso de colmo podem mostrar maior rendimento de caldo (CARDOSO *et al.*, 2021).

Tabela 3 – Peso de dez colmos (kg) de variedades de cana-de-açúcar.

Variedades	Safras	
	2022 (cana-planta)	2023 (cana-soca)
IACSP93-3046	13,30 Aa	13,46 Aa
IACCTC06-9561	11,24 Aa	15,02 Aa
IACCTC05-2562	15,23 Aa	10,06 Ba
IACCTC05-8069	17,78 Aa	12,42 Ba
IACCTC07-8044	13,57 Aa	13,01 Aa
IACCTC07-8008	15,77 Aa	9,60 Ba
IACSP97-4039	15,83 Aa	13,61 Aa
IACSP01-5503	17,30 Aa	12,41 Ba
IACSP95-5094	14,79 Aa	12,11 Aa
CV (%)	20,45	

¹Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Fonte: Do autor (2023).

Os resultados das avaliações de número de colmos por metro (NCM) mostraram diferenças significativas tanto entre safras como entre as variedades (TABELA 4). As variedades IACSP01-5503 e IACSP95-5094 apresentaram menor desempenho na primeira safra, com 9,67 e 10,77 colmos por metro, respectivamente. Estes resultados corroboram com os encontrados por Silva (2008), que encontrou para variedades do programa genético do IAC valores entre 11,9 e 13,55 para número de colmos. Ferreira e colaboradores (2007) citam em suas conclusões que o diâmetro de colmos e número de colmos são parâmetros base para mensurar a produtividade em cana-de-açúcar e os resultados deste trabalho mostraram boas médias, principalmente na segunda safra.

Quanto ao número de colmos por metro das variedades, na primeira safra foram destaque as variedades IACSP93-3046 e IACCTC07-8008. Na segunda safra, IACCTC07-8044, IACCTC07-8008, IACSP01-5503 e IACSP95-5094 foram as variedades de melhor desempenho. É importante ressaltar que o motivo aparente da substituição de variedades tradicionais em novas é a dificuldade de mecanização, sendo importante o equilíbrio do número de colmos em áreas mais tecnificadas (IAC, 2023).

Tabela 4 – Número de colmos por metro de variedades de cana-de-açúcar.

Variedades	Safras	
	2022 (cana-planta)	2023 (cana-soca)
IACSP93-3046	16,88 Aa	14,00 Ab
IACCTC06-9561	10,89 Ab	11,00 Ab
IACCTC05-2562	13,22 Ab	14,00 Ab
IACCTC05-8069	10,89 Ab	12,33 Ab
IACCTC07-8044	12,55 Ab	17,66 Aa
IACCTC07-8008	18,11 Aa	19,66 Aa
IACSP97-4039	12,11 Ab	15,00 Ab
IACSP01-5503	9,67 Bb	16,66 Aa
IACSP95-5094	10,77 Bb	17,00 Aa
CV (%)	20,39	

¹Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Fonte: Do autor (2023).

As variedades mostraram diferenciação significativa quanto aos teores de sólidos solúveis (°Brix) apenas em relação as safras (TABELA 5). A maior parte das variedades mostrou menor teor de sólidos solúveis na segunda safra, não havendo diferenciação apenas para as variedades IACCTC05-8069 e IACSP97-4039. O valor de Brix° de uma variedade de cana para produção de cachaça pode variar de acordo com a vontade do produtor em elaborar um produto com mais ou menos robusto de acordo com o teor alcoólico, no entanto a faixa mais comum é entre 18 e 24 °Brix (MELO *et al.*, 2021), valores nos quais os resultados deste estudo estão contidos.

Maior desempenho nos parâmetros fitotécnicos como peso e número de colmos pode ser relacionado a maior rendimento total, no entanto, pode gerar maior competição entre plantas e, conseqüentemente, menor produção de açúcar (CARDOSO *et al.*, 2021). Tal relação pode ter ocorrido neste trabalho, uma vez que os valores observados nos parâmetros biométricos avaliados (TABELAS 1, 2, 3 e 4) são superiores aos trabalhos supracitados.

Tabela 5 – Sólidos solúveis (°Brix) de variedades de cana-de-açúcar.

Variedades	Safras	
	2022 (cana-planta)	2023 (cana-soca)
IACSP93-3046	20,46 Aa	20,20 Ba
IACCTC06-9561	20,93 Aa	17,50 Ba
IACCTC05-2562	20,73 Aa	17,40 Ba
IACCTC05-8069	20,50 Aa	18,25 Aa
IACCTC07-8044	20,66 Aa	17,95 Ba
IACCTC07-8008	19,80 Aa	15,95 Ba
IACSP97-4039	21,20 Aa	19,20 Aa
IACSP01-5503	20,80 Aa	17,75 Ba
IACSP95-5094	21,03 Aa	18,30 Ba
CV (%)	9,22	

¹Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Fonte: Do autor (2023).

Na comparação entre as safras, as variedades IACCTC07-8044 e IACCTC07-8008 apresentaram redução de tonelada por hectare na primeira e segunda safra, respectivamente (TABELA 6). No entanto, todas as variedades mostraram bom valor produtivo considerando as duas safras, uma vez que obtiveram produtividades acima de 100 t ha⁻¹, produtividade ideal para canas-de-açúcar destinada a produção de cachaça (ALCARDE, 2017).

Tabela 6 – Produtividade TCH (t ha⁻¹) de variedades de cana-de-açúcar.

Variedades	Safras	
	2022 (cana-planta)	2023 (cana-soca)
IACSP93-3046	155,17 Aa	126,62 Aa
IACCTC06-9561	109,26 Ab	83,43 Ab
IACCTC05-2562	130,49 Ab	105,64 Ab
IACCTC05-8069	121,15 Ab	102,03 Ab
IACCTC07-8044	109,61 Bb	152,39 Aa
IACCTC07-8008	190,74 Aa	124,80 Ba
IACSP97-4039	122,92 Ab	135,93 Aa
IACSP01-5503	121,36 Ab	138,07 Aa
IACSP95-5094	110,60 Ab	137,32 Aa
CV (%)	18,70	

¹Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Fonte: Do autor (2023).

Nota-se altas produtividades, diferindo das demais as variedades IACSP93-3046 e IACCTC07-8008, na primeira e segunda safra, mostrando 155,17 t ha⁻¹ e 190,74 t ha⁻¹ na primeira

safra (respectivamente) e 126,62 t ha⁻¹ e 124,80 t ha⁻¹ na segunda safra, respectivamente. Vale ressaltar que ambas as variedades também apresentaram maior número de colmos na primeira safra (TABELA 4), justificando este resultado. Contudo, o valor de produtividade destas variedades não diferiu na segunda safra das variedades IACCTC07-8044, IACSP97-4039, IACSP015503 e IACSP95-5094 que mostraram 152,39 t ha⁻¹, 135,93 t ha⁻¹, 138,07 t ha⁻¹ e 137,32 t ha⁻¹, respectivamente. Uma vez que não houve diferenciação quanto ao teor de sólidos solúveis, as variedades mais produtivas são desejadas tanto em campo e como no processamento, por estarem associadas ao aumento do rendimento de açúcar por hectare e, conseqüentemente, melhor consistência na qualidade do caldo (GONÇALVES, 2021), o que sugere que as variedades estudadas são interessantes para produção de cachaças de qualidade.

5 CONCLUSÃO

Das nove variedades estudadas, IACCTC07-8008, IACSP97-4039 e IACSP95-5094, IACCTC07-8044, IACSP93-3046 e IACSP015503 mostraram ter potencial para produção de cachaça, por atenderem melhor os atributos biométricos e de produtividade. Sendo as variedades IACSP93-3046 e IACCTC07-8008 as mais produtivas em ambas as safras.

REFERÊNCIAS

- ALCARDE, André Ricardo. **Cachaça: ciência, tecnologia e arte**. Editora Blucher, 2017.
- ALVES, Lázaro Quintino *et al.* **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.
- BARBOSA, Alexandrius de Moraes. **Ambiente de produção na eficiência da conversão de energia solar em cultivares de cana-de-açúcar**. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2017.
- CARDOSO, Bruno Cesar *et al.* **Rendimento de cana-de-açúcar e graus Brix em função de diferentes formas de adubação**. Scientific Electronic Archives, v. 14, n. 4, 2021.
- CASCUDO, Luís da Câmara. **Prelúdio da cachaça**. Global Editora e Distribuidora Ltda, 2015.
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira cana-de-açúcar – safra 2023/24 2º levantamento**. Companhia Nacional de Abastecimento, v. 11, n. 2, 2023. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana/boletim-da-safra-de-cana-de-acucar> >. Acesso em: 05 nov. 2023.
- FERREIRA, Daniel Furtado. **SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs: Sisvar**. Brazilian Journal of Biometrics, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.
- FERREIRA, Fábio Medeiros *et al.* **Relações fenotípicas e genotípicas entre componentes de produção em cana-de-açúcar**. Bragantia, v. 66, p. 605-610, 2007.
- GARCIA, Carolina Celia Tito; JANZANTTI, Natalia Soares. **Influência da expectativa do consumidor na aceitação de cachaça orgânica**. Semina: Ciências Agrárias, v. 32, n. 3, p. 1069-1082, 2011.
- GONÇALVES, Elienai Constatino. **Zoneamento territorial para a cana-de-açúcar no estado de São Paulo (ZTC): uma proposta crítica ao zoneamento agroambiental para o setor sucroalcooleiro (ZAA)**. Revista NERA, v. 24, n. 56, 2021.
- IAC. **Boletim censo varietal IAC de cana-de-açúcar no Brasil - Safra 2021/22**. Instituto Agrônomo de Campinas, 2023. Disponível em: < <https://www.iac.sp.gov.br/media/publicacoes/iacbt230.pdf> >. Acesso em: 02 nov. 2023.
- IBRAC. **Madeiras para cachaça**. Instituto Brasileiro da Cachaça, 2023. Disponível em: < <https://ibrac.net/cachaca/3/cachaca-e-madeiras> >. Acesso em: 02 nov. 2023.
- LOPES, Cláudia da Costa *et al.* **Desempenho, digestibilidade, composição corporal e morfologia intestinal de pintos de corte recebendo dietas contendo levedura de cana-de-açúcar**. Acta Scientiarum. Animal Sciences, v. 33, n. 1, p. 33-40, 2011.
- MAPA. **Anuário da Cachaça 2021**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 1 ed., 29 p., 2022. Disponível em: < <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/publicacoes/anuario-da-cachaca-2021-1.pdf> >. Acesso em: 05 nov. 2023.
- MATSUOKA, Sizuo *et al.* **Bioenergia da cana**. Cana-de-açúcar: bioenergia, açúcar e álcool, v. 2, p. 487-517, 2012.

MELO, Tayonara dos Santos *et al.* **Process of production of the brandy and cachaça: a review.** Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 10, p. 95981-96001, 2021.

MORAIS, Katiule Pereira *et al.* **Produtividade de colmos em clones de cana-de-açúcar.** Revista Ceres, v. 64, p. 291-297, 2017.

NICCHIO, Bruno *et al.* **Efeito da adubação foliar em soqueira de cana-de-açúcar.** Acta Iguazu, v. 9, n. 2, p. 10-24, 2020.

OLIVEIRA, Regina Maria Mendes *et al.* **Pré-tratamento químico e caracterização do bagaço da cana: uma perspectiva para produção de etanol a partir de resíduos agroindustriais.** Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 11, p. 87865-87879, 2020.

QUEIROZ, Fabiana Ilka de *et al.* **Expansão das indicações geográficas para impulsionar o desenvolvimento da cachaça brasileira.** Research, Society and Development, v. 10, n. 12, p. e323101220682-e323101220682, 2021.

RAMOS, Jacqueline; GONÇALVES, Daniel Bertoli. **Produção sustentável de cachaça artesanal.** Revista da Universidade Vale do Rio Verde, v. 16, n. 1, 2018.

SEBRAE GOIÁS. **A cachaça de alambique.** Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas de Goiás, 2021. Disponível em: < <https://sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/GO/Sebrae%20de%20A%20a%20Z/A%20Cacha%C3%A7a%20de%20Alambique%20-%20Um%20estudo%20sobre%20o%20h%C3%A1bito%20de%20Consumo%20em%20Goi%C3%A2nia.pdf> >. Acesso em: 05 nov. 2023.

SILVA, Marcelo de Almeida. **Interação genótipo x ambiente e estabilidade fenotípica de cana-de-açúcar em ciclo de cana de ano.** Bragantia, v. 67, p. 109-117, 2008.

SILVA, Thieres GF da *et al.* **Requerimento hídrico e coeficiente de cultura da cana-de-açúcar irrigada no semiárido brasileiro.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 16, p. 64-71, 2012.

SOUZA, Marliezer Tavares *et al.* **Altura de planta e diâmetro de colmo em cana-de-açúcar de segundo corte fertilizada com organomineral de lodo de esgoto e bioestimulante.** Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 1, p. 1988-1994, 2020.