

NÍVEIS DE PALHIÇO E VELOCIDADES DE ENLEIRAMENTO NA CANA-DE-AÇÚCAR EM DIFERENTES ÉPOCAS DE COLHEITA

SILVA, João Alfredo Neto da¹
ARCOVERDE, Sálvio Napoleão Soares²
SOUZA, Cristiano Márcio Alves de³
SILVA, Cesar José da⁴

Recebido em: 2023.04.22

Aprovado em: 2023.04.30

ISSUE DOI: 10.3738/1982.2278.4106

RESUMO: Manter quantidade de palhiço da cana-de-açúcar no solo é fundamental para potencializar a produção e a longevidade da cultura, todavia além de saber qual a quantidade adequada deve-se considerar a ação do equipamento utilizado para o enleiramento que pode influenciar as soqueiras da cana-de-açúcar. O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento e a produtividade da cana-de-açúcar submetida a níveis de palhiço sobre o solo e à ação mecânica do enleirador em diferentes velocidades de trabalho, para diferentes épocas de colheita. A área experimental foi conduzida em Dourados, MS, com cana-soca de terceiro corte, nas épocas 1 (variedade RB 855156, ciclo precoce), época 2 (variedade RB 835486, ciclo médio) e época 3 (variedade RB 835054, ciclo tardio). Em cada época de colheita promoveu-se o enleiramento do palhiço residual em quatro velocidades de trabalho (0 (manual); 7,1; 9,7; 11,6 e 14,2 km h⁻¹) e manteve-se sobre o solo quatro níveis de palhiço (0; 5; 10 e 15 Mg ha⁻¹). Foram avaliados altura de colmos, diâmetro dos colmos, número de colmos ha⁻¹, produtividade (TCH) e análises tecnológicas (Brix, AR da cana, Pol da cana e ATR). Conforme o aumento da velocidade de enleiramento do palhiço ocorre aumento da altura e redução do diâmetro do colmo e do TCH da variedade de ciclo médio RB 835486 (época 2), todavia proporciona melhoria da qualidade tecnológica da cana-de-açúcar mantendo a produção de açúcares dos colmos da cana por hectare (TAH). Recomenda-se utilizar maior velocidade de enleiramento (14,2 km h⁻¹) associado ao recolhimento parcial do palhiço da cana-de-açúcar correspondente a níveis de 5 a 10 Mg ha⁻¹ de palhiço, sem prejuízo à produção de açúcares dos colmos da cana por hectare.

Palavras-chave: *Saccharum spp.* Cana soca. Colheita mecanizada. Recolhimento.

LEVELS OF STRAW AND WINDROWING SPEEDS IN THE SUGARCANE IN DIFFERENT PERIODS HARVESTING

SUMMARY: Maintaining the amount of sugarcane straw in the soil is essential to enhance the production and longevity of the crop, however, in addition to knowing the appropriate amount, the action of the equipment used for windrowing must be considered, which can influence the stumps of the sugarcane. The objective of this work was to evaluate the growth and productivity of sugarcane submitted to levels of straw on the soil and to the mechanical action windrowing different work speeds, for different harvestig periods. The experimental area was conducted in Dourados, MS, with third-cut ratoon cane, in seasons 1 (variety RB 855156, early cycle), season 2 (variety RB 835486, medium season) and season 3 (variety RB 835054, late season). At each harvest period, the residual straw was windrowing at four working speeds (0 (manual); 7.1; 9.7; 11.6 and 14.2 km h⁻¹) and maintained on the soil four levels of straw (0; 5; 10 and 15 Mg ha⁻¹). Stem height, stem diameter, productivity (TCH) and technological analysis (Brix, sugarcane AR, sugarcane Pol and ATR) were evaluated. As the straw windrowing speed increases, there is an increase in the height and reduction in the diameter of the stem and the TCH of the medium cycle variety RB 835486 (season 2), however it provides an improvement in the technological quality of the sugarcane, maintaining the production of cane stalk sugars per hectare (TAH). It is recommended to use a higher windrowing speed (14,2 km h⁻¹) associated with the partial collection of sugarcane straw corresponding to levels of 5 to 10 Mg ha⁻¹ of straw, without prejudice to the production of cane stalk sugars per hectare.

Keywords: *Saccharum spp.* Ratoon cane. Mulching. Mechanized harvest. Recovery.

¹ ORCID- ID - <https://orcid.org/0000-0002-5741-4306> AGRAER

² ORCID-ID- <https://orcid.org/0000-0002-0453-4566> UFGD. Engenheiro Agrícola e Ambiental. Msc. em Engenharia Agrícola. Dr. em Agronomia (Produção vegetal).

³ ORCID- ID <https://orcid.org/0000-0002-5347-1709> UFGD

⁴ ORCID-ID <https://orcid.org/0000-0002-5084-5058> EMBRAPA

INTRODUÇÃO

Aproximadamente 83% da produção de cana-de-açúcar está concentrada em dez países, sendo o Brasil o maior produtor dessa cultura, com cerca de 37% da produção, o que representa 746 milhões de toneladas por ano (FAO, 2021). O estado de Mato Grosso do Sul destaca-se entre os principais produtores de cana-de-açúcar, tendo produtividade média de 73,27 Mg ha⁻¹ nas últimas quatro safras (CONAB, 2022).

A cana-de-açúcar é uma cultura de alta biomassa energética, com o açúcar armazenado em seu colmo, sendo utilizada tanto como matéria-prima para a produção de etanol como para a produção de açúcar. Além disso, o resíduo lignocelulósico gerado após a extração do açúcar pode ser utilizado para a produção de biocombustíveis ou outros bioprodutos (AWE; REICHERT; FONTANELA, 2020). O setor de cana-de-açúcar passa, cada vez mais, a utilizar significativamente o palhço como matéria-prima para a produção de bioenergia (SANTOS *et al.*, 2022), conseqüentemente, há um interesse crescente da indústria canavieira em retirar o palhço do campo para tais usos (LISBOA *et al.*, 2018).

De acordo com Aquino *et al.* (2017), é gerado grande quantidade de palhço oriundo da colheita mecanizada da cana-de-açúcar como consequência dessa operação que se consolidou em razão de restrições ambientais, da falta de mão de obra e da busca por maior eficiência. Ainda, segundo os autores, a manutenção de 50% de palhço (10 Mg ha⁻¹) é suficiente para favorecer o desenvolvimento e proporcionar maior produtividade da cana-de-açúcar, sendo possível utilizar os 50% excedente do campo (10 Mg ha⁻¹) para produção de etanol de segunda geração ou energia elétrica, sem prejuízos à produtividade da cultura. Todavia, deve-se ressaltar que essa quantidade de palhço remanescente varia de acordo com as condições de solo, clima e época de colheita da cana-de-açúcar (LISBOA *et al.*, 2018).

Castioni *et al.* (2019) ao manterem 15 Mg ha⁻¹ ou 10 Mg ha⁻¹ de palhço durante quatro anos, correspondendo a não remoção e a baixa remoção de palhço, respectivamente, verificaram que estas quantidades resultaram no incremento de produtividade de colmos de cana-de-açúcar, em relação aos recolhimentos de 15 Mg ha⁻¹ (recolhimento total) e 10 Mg ha⁻¹ (parcial). Nesses tratamentos houve maior compactação, tanto no solo arenoso quanto no argiloso, devido a maior exposição destes ao longo do tempo. Melo *et al.* (2020), trabalhando em solo franco-arenoso, para avaliar o impacto de quatro taxas de remoção de palha: sem remoção (18,9 Mg ha⁻¹ de massa seca); remoção moderada (8,7 Mg ha⁻¹); alta remoção (4,2 Mg ha⁻¹) e remoção total no sistema radicular e produtividade de colmos da cana-de-açúcar, observaram que a remoção moderada da palha resultou em maior massa de raízes (3,6 Mg ha⁻¹) e produção de colmos (23 Mg ha⁻¹ de massa seca), bem como estimou-se que a manutenção de quantidades de palhço no solo, entre

8,5 e 13 Mg ha⁻¹, é suficiente para sustentar as condições físicas do solo para o crescimento das raízes e melhorar o rendimento da cana-de-açúcar.

Lisboa *et al.* (2018), avaliando cinco tratamentos proporcionais a 0, 25, 50, 75 e 100% de retirada de palhicho, em dois anos, na estação seca e chuvosa, verificaram que a manutenção de quantidade de palhicho entre 4 e 9 Mg ha⁻¹ sobre o solo aumentou a produtividade de colmos, mas as diferentes taxas de remoção da palha não afetaram a qualidade industrial do colmo. Ressaltando que a remoção parcial, pelo menos em curto prazo é viável por sustentar a produtividade da cana-de-açúcar e fornecer matéria prima para a cogeração de bioeletricidade e/ou produção de etanol 2G.

Resultados obtidos em trabalhos de pesquisa demonstram a importância da manutenção de quantidades de palhicho remanescente da colheita de cana-de-açúcar sobre o solo, sem incorporação, em razão dos impactos positivos na conservação da matéria orgânica do solo e do C orgânico (SEGNINI *et al.*, 2013; BORDONAL *et al.*, 2018; CASTIONI *et al.*, 2019), ao aumento da massa de raízes (MELO *et al.*, 2020), a melhoria da nutrição das plantas (CHERUBIN *et al.*, 2019) e ao aumento de 20% na produtividade de colmos com a manutenção parcial de palhicho (MELO *et al.*, 2020; AQUINO *et al.*, 2017) e aumento de açúcar (AQUINO *et al.*, 2017).

Recomendações de práticas de manejo de palhicho combinado com outras práticas conservacionistas de manejo do solo se fazem necessário visando à sustentabilidade desses sistemas de produção por meio da conservação do solo e da água, da mitigação da compactação e suas implicações negativas na produtividade e longevidade da cana-de-açúcar e outros serviços ecossistêmicos (CASTIONI *et al.*, 2019).

Nesse contexto, aliado a informação acerca da quantidade de palhicho viável à produção agrícola e à cogeração de energia e outras formas de aproveitamento na indústria, é de fundamental importância na tomada de decisão qual a maneira adequada de retirar o palhicho do campo, de modo a manter a quantidade correta do resíduo no solo e considerar os efeitos no ciclo posterior da cana-de-açúcar em razão da utilização do equipamento destinado ao enleiramento que pode causar injúrias mecânicas às plantas, afetando de forma direta e indireta seu desenvolvimento.

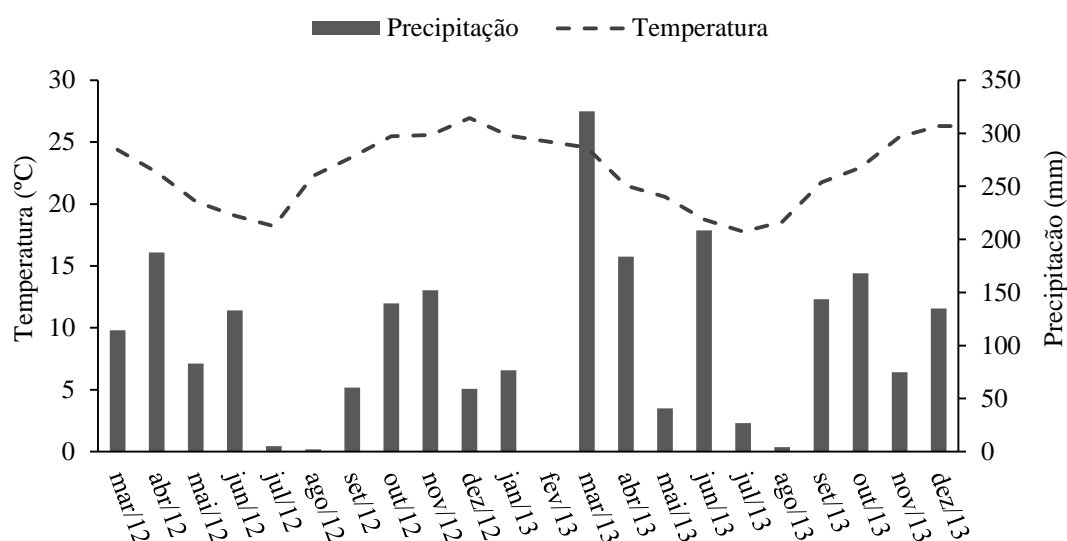
Assim o objetivo desse trabalho foi avaliar o crescimento e produção da cana-de-açúcar submetida a diferentes níveis de palhicho, à ação mecânica do enleirador, para diferentes variedades de cana (épocas de colheita) cultivadas na região Sul do estado de Mato Grosso do Sul.

MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi conduzido na Fazenda São Marcos em parceria com a Usina São Fernando Açúcar e Álcool, no município de Dourados-MS, com altitude média de 434 m. O experimento foi conduzido de Março de 2012 a dezembro de 2013.

Segundo Fietz *et al.* (2017), o clima da região, conforme a classificação de Köppen-Geiger (1928), é o Cwa, mesotérmico úmido, com verões quentes e invernos secos. As precipitações pluviométricas e temperaturas médias mensais durante a condução do experimento constam na Figura 1, e foram obtidas da estação meteorológica de Dourados do Guia Clima (www.cpao.embrapa.br/clima/).

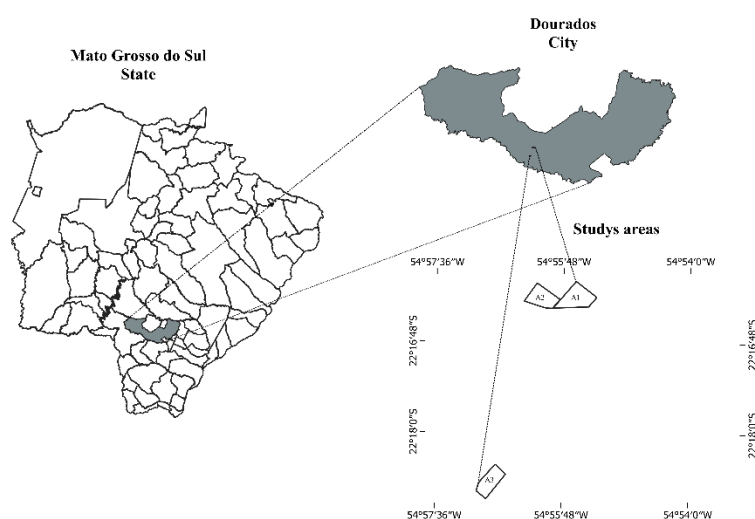
Figura 1. Precipitação pluviométrica e temperatura média mensais nas safras 2012 e 2013.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O solo das áreas experimentais é classificado como um Latossolo Vermelho distroférico (SANTOS *et al.*, 2018). O relevo é plano, com declive até 3%, sendo o solo profundo e de textura argilosa (65 a 70% de argila).

Após a colheita mecanizada de cana crua de terceiro corte foram demarcadas três áreas experimentais para instalação dos experimentos (Figura 2), sendo cada um correspondente a uma época de colheita. Ou seja, foram realizados três experimentos independentes, cada um correspondente a uma época de colheita em função da variedade cultivada na respectiva área.

Figura 2. Mapa de localização das áreas experimentais.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados da composição granulométrica do solo em cada experimento correspondente à respectiva época de colheita são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Composição granulométrica do solo nas diferentes épocas de colheita da cana-de-açúcar.

Profundidade m	Época 1			Época 2			Época 3		
	Argila	Silte	Areia	Argila	Silte	Areia	Argila	Silte	Areia
0,00 – 0,05	666,0	150,0	184,0	558,0	184,0	258,0	624,0	165,0	211,0
0,05-0,10	666,0	150,0	184,0	558,0	184,0	258,0	624,0	165,0	211,0
0,10-0,20	682,0	134,0	184,0	576,0	166,0	258,0	635,0	158,0	207,0

Fonte: Elaborado pelo autor.

As análises químicas do solo para a caracterização das áreas experimentais (épocas) são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Caracterização química do solo nas diferentes épocas de avaliação.

	Profundidade m	pH	Ca	Mg	H+Al	K	P	SB	CTC	V	MO
		CaCl ₂		cmol dm ⁻³			Mg dm ⁻³	cmol dm ⁻³		%	g kg ⁻¹
Época 1	0,00-0,05	5,58	6,22	2,25	4,27	1,56	9,72	10,03	14,30	69,88	47,89
	0,05-0,10	5,62	6,30	2,28	4,22	1,55	9,72	10,13	14,35	70,35	46,45
	0,10-0,20	5,45	5,30	2,00	5,45	1,03	5,06	8,33	13,78	63,28	39,39
Época 2	0,00-0,05	4,58	2,31	0,86	7,76	1,50	5,57	4,67	12,43	37,88	36,03
	0,05-0,10	4,53	2,04	0,71	8,16	1,37	4,24	4,11	12,28	34,11	32,58
	0,10-0,20	4,44	1,70	0,55	8,47	1,14	2,90	3,39	11,86	29,16	28,95
Época 3	0,00-0,05	5,24	4,23	1,27	4,14	0,85	5,96	6,36	10,50	60,60	37,06
	0,05-0,10	5,25	4,09	1,25	4,32	0,65	4,84	5,99	10,31	57,87	35,19
	0,10-0,20	5,07	3,17	1,06	4,88	0,43	3,04	4,66	9,54	48,64	30,85

Fonte: Elaborado pelo autor.

As áreas experimentais foram conduzidas com cana soca que havia passado pelo terceiro corte, após a colheita mecanizada de cana crua as áreas foram demarcadas para instalação dos experimentos. Os experimentos corresponderam a três épocas de colheita (variedades), cada experimento com uma variedade diferente de cana-de-açúcar em função do ciclo de maturação.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), em que cada experimento foi montado em parcelas subdivididas, sendo quatro níveis de palhiço e cinco velocidades de enleiramento, com três repetições, totalizando 60 parcelas para cada área experimental (época de colheita). Cada experimento tinha área útil correspondente a 0,8 ha.

Na área colhida na primeira época, em 02/05/2012, com a variedade de ciclo precoce RB 855156, estabeleceu-se os níveis de palhiço em 07/05/2012; após 12 meses de se estabelecer os níveis de palhiço, em 21/05/2013, foi realizado novamente a colheita da cana para avaliação final. Na área colhida na segunda época, em 08/08/2012, com a variedade de ciclo de maturação intermediário RB 835486, estabeleceu-se os níveis de palhiço em 15/08/2012; após 12 meses de se estabelecer os níveis de palhiço, em 14/08/2013, foi realizada novamente a colheita da cana para avaliação final. Na área colhida na terceira época, em 20/11/2012, com a variedade de ciclo de maturação tardio RB 835054, estabeleceu-se os níveis de palhiço em 27/11/2012; após 9,5 meses de se estabelecer os níveis de palhiço, em 10/09/2013, foi realizada novamente a colheita da cana para avaliação final, e esta foi antecipada devido às fortes geadas.

A RB855156 é uma variedade de bom perfilhamento, especialmente nas socas; possui crescimento ereto e despalha fácil. Devido à sua propensão ao florescimento, recomenda-se a sua colheita sempre no início da safra, ainda mais porque, se deixada por mais tempo, pode apresentar intenso “declínio de outono”. Apresenta produtividade agrícola média, alto teor de sacarose e médio teor de fibra. No aspecto fitossanitário não requer nenhum cuidado especial, pois é bastante resistente às principais doenças: carvão, escaldadura-das-folhas, estrias vermelhas, ferrugem marrom e mosaico (RIDESA, 2010).

A RB 835486 é uma variedade de médio perfilhamento, especialmente nas socas; possui crescimento decumbente e despalha fácil. Florescimento eventual. Maturação precoce média, alto teor de sacarose, médio teor de fibra; no aspecto fitossanitário, é tolerante a carvão, suscetível a ferrugem marrom, resistente à escaldadura e mosaico (RIDESA, 2010).

A RB 835054 apresenta bom comportamento como cana de ano; alta produtividade agrícola e industrial e difícil florescimento. Possui perfilhamento médio, crescimento ereto, despalha fácil, alto teor de sacarose, médio teor de fibra e é resistente a doenças (RIDESA, 2010).

Após a colheita realizada no início do experimento, antes da aplicação dos tratamentos, foi avaliada a quantidade de palhiço na área, sendo encontrados valores médios de 15,20 Mg ha⁻¹

na época 1, de 18,64 Mg ha⁻¹ na época 2 e de 17,10 Mg ha⁻¹ na época 3. Após o enleiramento o palhiço foi retirado totalmente da área e posteriormente retornado com valores da massa (níveis) estipulado para cada parcela.

Em cada área experimental foi realizado o enleiramento do palhiço e foram mantidos sobre as soqueiras quatro níveis de palhiço (0; 5; 10 e 15 Mg ha⁻¹). Após a instalação desses tratamentos, as áreas experimentais receberam os mesmos manejos das áreas comerciais da Usina, sendo feito o controle de plantas daninhas por meio de aplicação de herbicidas e capina manual; a adubação realizada com 380 kg ha⁻¹ de nitrato de amônio e 360 m³ ha⁻¹ de vinhaça por meio de fertirrigação, divididas em três aplicações de 120 m³ ha⁻¹ com intervalo entre 3 a 5 dias entre as aplicações.

O conjunto de máquinas utilizado para realizar o enleiramento do palhiço foi um ancinho enleirador com 4 rodas com 145 cm diâmetro e 40 dentes flexíveis por roda, acionado por contato das rodas com a palha, engate em três pontos, sem a necessidade de tomada de potência, movimentação vertical do equipamento através de acionamento hidráulico, tracionado por um trator marca John Deere, modelo 6165J com 165 cv de potência.

As parcelas foram constituídas de seis linhas de cana-de-açúcar e 15 metros de comprimento. Todas as amostragens foram feitas unicamente nas quatro linhas centrais de cada parcela, cuja área útil correspondeu a 90 m².

A altura de colmos foi mensurada com auxílio de uma trena graduada, com resolução de 0,1 mm. Foram utilizadas três amostras de 10 plantas por parcela para determinação da altura média. O número de colmos foi obtido por contagem dos perfilhos amostrados aos 12 MAC onde se contabilizou o número de colmos industrializáveis, em três linhas centrais de cinco metros, respeitando as bordaduras, sendo a área útil correspondente a 22,5 m².

O diâmetro do colmo foi mensurado com o auxílio de um paquímetro digital, com resolução de 0,01 mm. As leituras foram realizadas no centro do segundo entrenó localizado na base do colmo. Foram utilizadas três amostras de 10 plantas por parcela, para determinação do diâmetro médio.

Para a avaliação da produtividade de colmos industrializáveis foram coletadas três subamostras de 10 plantas nas linhas centrais da parcela, retirando-se manualmente a palha, e feito o desponte na altura da lígula da folha +1 (a primeira lígula visível).

Posteriormente, foi obtida a produtividade de colmos (TCH, Mg ha⁻¹), com os dados da massa dos feixes de cana e número de colmos por hectare.

As análises tecnológicas industriais da cana-de-açúcar foram realizadas no Laboratório de Análises da Usina São Fernando, onde se determinou o teor de sólidos solúveis (°Brix), o teor de açúcares redutores (AR, %), a porcentagem aparente de sacarose (Pol, %) e o teor de açúcar total

recuperado (ATR, kg Mg⁻¹), pureza (PUR, %) e fibra (%) (ARCOVERDE *et al.*, 2019). A estimativa da produtividade de açúcar (TAH, Mg ha⁻¹) foi feita multiplicando os dados de ATR pelos resultados de TCH.

Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias submetidas à análise de regressão realizada considerando a significância dos coeficientes, o coeficiente de determinação e o estudo do fenômeno, com 5% de probabilidade. As análises foram feitas com o auxílio do programa do programa estatístico AGROSTAT (BARBOSA; MALDONADO JÚNIOR, 2015).

RESULTADO E DISCUSSÃO

Para os índices de crescimento, produtividade de colmos (TCH), produtividade de açúcar (TAH) e pureza (PUR) não foram observados efeito significativo dos fatores nível de palhiço e velocidade de enleiramento na primeira época de colheita (Tabela 3). Na segunda época de colheita, verificou-se efeito do nível de palhiço sobre diâmetro e efeito da velocidade sobre todas as variáveis avaliadas, enquanto na terceira época houve efeito significativo do nível de palhiço para TCH e TAH e da velocidade para todas as variáveis, exceto para altura de colmo. Quanto à interação entre os fatores de variação, não se verificou significância para as variáveis avaliadas em nenhuma época de colheita.

Tabela 3. Resumo da análise de variância para altura de colmo (ALT), diâmetro de colmo (DC), produtividade de colmos (TCH) e de açúcares por hectare (TAH) e pureza nas três épocas de colheita da cana-de-açúcar.

Quadrado médio						
FV	GL	ALT	DC	TCH	TAH	Pureza
ÉPOCA 1						
NP	3	0,026	251,09	225,40	3449432,45	4,126
Velocidade	4	0,025	297,46	155,57	3428538,31	4,904
NP x Velocidade	12	0,014	256,38	123,25	3003433,83	2,814
Resíduo	32	0,029	279,05	164,45	3338431,01	5,512
ÉPOCA 2						
NP	3	0,036	5,238*	20,571	513889,46	10,394
Velocidade	4	0,096**	2,476*	334,79**	3470712,19	15,266*
NP x Velocidade	12	0,017	0,810	19,678	663219,61	6,357
Resíduo	32	0,021	0,890	77,166	1710845,63	4,831
ÉPOCA 3						
NP	3	0,016	4,338	139,297**	2746749,97	6,580
Velocidade	4	0,022	4,825*	181,278*	696336,34	63,965**
NP x Velocidade	12	0,005	1,638	55,450	971882,83	10,877
Resíduo	32	0,012	1,579	59,102	729959,97	15,965

*(p<0,05); **(p<0,01).

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na primeira época de colheita não houve efeito significativo dos fatores isolados tampouco da interação entre eles sobre os parâmetros de qualidade tecnológica °Brix, Pol, ATR, AR (Tabela 4). Na segunda e terceira épocas de colheita, constatou-se efeito significativo da velocidade de enleiramento sobre todas as variáveis avaliadas, exceto para Brix. E, por fim, nas três épocas não se verificou efeito dos fatores e sua interação para o número de colmos ha⁻¹ (NC).

Tabela 4. Resumo da análise de variância para teor de sólidos solúveis (BRIX), porcentagem aparente de sacarose (POL da cana), teor de açúcar total recuperado (ATR), e de teor de açúcares redutores (AR) e número de colmos ha⁻¹ (NC) nas três épocas de colheita da cana-de-açúcar.

Quadrado médio						
FV	BRIX	POL da cana	ATR	AR	NC	BRIX
ÉPOCA 1						
NP	3	0,500	0,228	18,145	0,002	1,371
Velocidade	4	0,907	1,313	110,74	0,004	0,180
NP x Velocidade	12	0,978	0,704	61,235	0,002	0,555
Resíduo	32	0,674	0,671	55,897	0,004	0,272
ÉPOCA 2						
NP	3	0,933	0,304	24,550	0,007	0,208
Velocidade	4	0,736	1,560*	122,313*	0,013*	0,356
NP x Velocidade	12	0,584	0,503	42,538	0,005	0,212
Resíduo	32	0,684	0,476	40,643	0,04	0,103
ÉPOCA 3						
NP	3	0,895	0,337	27,997	0,005	0,208
Velocidade	4	1,110	3,562**	257,41**	0,053*	0,356
NP x Velocidade	12	0,201	0,381	25,623	0,001	0,212
Resíduo	32	0,471	0,608	43,799	0,014	0,103

*($p < 0,05$); **($p < 0,01$).

Fonte: Elaborado pelo autor.

Esses resultados sugerem que a manutenção do palhicho sobre o solo, independentemente de sua quantidade, em apenas um ano, pode não refletir significativamente na produção da cana-de-açúcar, conforme verificado por Lisboa *et al.* (2018), sendo essencial a manutenção constante de quantidades de palhicho remanescente da colheita de cana-de-açúcar, sem incorporação, conforme afirmam Segnini *et al.* (2013), Bordonal *et al.* (2018) e Castioni *et al.* (2019). Por outro lado, também não se espera grande aumento na produtividade da cana em curto prazo pela manutenção do palhicho sobre a soqueira devido a lenta liberação dos nutrientes na sua composição (LUCA *et al.*, 2008).

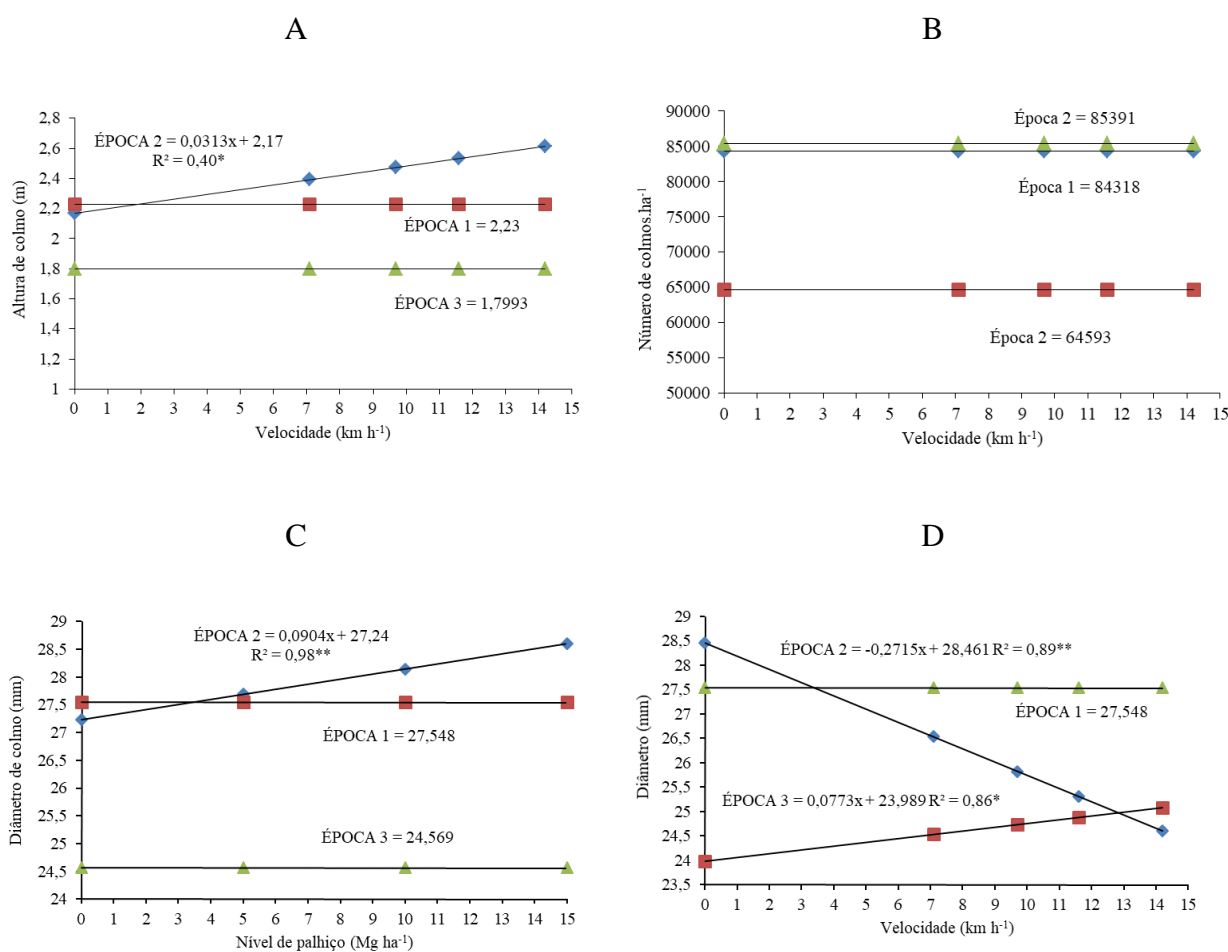
Essa estabilidade na produtividade encontrada neste estudo também pode ser atribuída ao fato de que desenvolvimento inicial da cana em 2012 teve precipitação relativamente boa

(principalmente entre outubro e novembro de 2012), conforme a Figura 1, sendo que na região de Dourados ocorre significativa variação de um ano para outro. No caso de uma seca na época de início de desenvolvimento do canavial, o nível de palhizo, deixado após o último corte, ajudaria a reduzir o prejuízo causado pela seca. Pois a influência do palhizo sobre disponibilidade de água é muito maior no início de desenvolvimento.

Constatou-se efeito significativo de velocidade de enleiramento sobre TCH nas épocas de colheita 2 e 3 (Figura 4 A). Na colheita de meio de safra (época 2), a produtividade de colmos apresentou ligeiro decréscimo conforme o aumento da velocidade de enleiramento.

Esse resultado demonstra uma possível relação do TCH com o decréscimo de diâmetro de colmo (Figura 3 D) apesar do incremento apresentado em altura (Figura 3A), já que não se verificou efeito da velocidade de enleiramento sobre o número de colmos ha^{-1} em cada época de avaliação (Figura 3 B).

Figura 3. Altura de colmo em função da velocidade de enleiramento do palhizo (A) e diâmetro de colmo em função do nível de palhizo (B) e velocidade de enleiramento (C) em cada época de colheita.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O diâmetro de colmos é uma das características morfológicas que apresenta menor variação, pois essa variável depende das características genéticas da planta, do número de perfilhos, do espaçamento utilizado, da altura da planta, da área foliar e das condições climáticas (COSTA *et al.*, 2011). De fato, a altura e o diâmetro de colmos são um dos principais componentes que mais se correlacionam com a produtividade de colmos (SILVA; JERÔNIMO; LÚCIO, 2008; MORAIS *et al.*, 2017).

Quanto ao TCH (época 3), observou-se tendência de crescimento linear atingindo valor máximo (90 Mg ha^{-1}) quando se realizou o enleiramento em maior velocidade ($14,2 \text{ km h}^{-1}$).

Na época 1 obteve-se o valor médio 95 Mg ha^{-1} que esteve ligeiramente acima dos observados na época 2, cuja diferença em magnitude de valores aumentou entre conforme o incremento da velocidade de enleiramento (Figura 4 A).

Este resultado está associado ao maior estímulo à brotação das soqueiras em solos de menor fertilidade (Tabela 2) pelo enleiramento do palhicho a maiores velocidades, fato este que pode resultar em maior número e produção de colmos, compensando o peso médio de colmos menor que é resultante da menor disponibilidade de nutrientes. Morais *et al.* (2017) verificaram que clones com maiores valores de número colmos m^{-1} , altura e diâmetro do colmo foram aqueles que apresentaram maior produtividade de colmos. Todavia, embora a velocidade de enleiramento não tenha influenciado o número de colmos por hectare em cada época de avaliação (Figura 3 B), observou-se que seus valores médios foram significativamente discrepantes entre as épocas, obtendo-se na época 1 $84318 \text{ colmos m}^{-1}$; na época 2 $85391 \text{ colmos m}^{-1}$ e na época 3 $64593 \text{ colmos m}^{-1}$. Resultados estes semelhantes aos verificados para o TAH (Figura 4 E).

Avaliando a velocidade de enleiramento, houve efeito significativo apenas para a época 2, onde o aumento de velocidade de enleiramento resultou em maior teor de ATR por tonelada de cana (Figura 4 B). Observou-se que os valores médios de ATR nas épocas 1 e 3 foram $139,58$ e $118,54 \text{ kg Mg}^{-1}$, respectivamente, cuja diferença entre tais épocas representa cerca de 18%. E analisando as épocas 2 e 3, quando se utilizou a velocidade de $14,2 \text{ km h}^{-1}$, verificou-se diferença de ATR em torno de 35% (Figura 4 B).

Os valores de ATR estão próximos aos verificados por Arcoverde *et al.* (2019) avaliando oito cultivares de cana-de-açúcar em dois preparos de solo e ambiente edafoclimático semelhante ao deste estudo, quando verificaram valores entre $121,00$ e $155,00 \text{ kg Mg}^{-1}$. Além disso, os autores observaram maiores valores de ATR nas variedades de ciclo precoce e médio, concordando com os resultados obtidos no presente estudo para as variedades RB 855156 e RB 835486.

Observou-se que a época 1 não foi influenciada pela velocidade de enleiramento, enquanto a época 2 teve resposta linear conforme o aumento da velocidade de enleiramento, reduziu os teores de Açúcares Redutores (AR) da cana. Para a época 3, a velocidade de enleiramento 14,2 km h⁻¹ resultou em maior teor de AR da cana (Figura 4 C). Analisando os dados de AR da cana observou-se que a época 3 apresentou maiores valores, devido a mesma ter sido colhida antes de atingir a maturação. Os valores observados estão de acordo com os relatados por Teixeira *et al.* (2014).

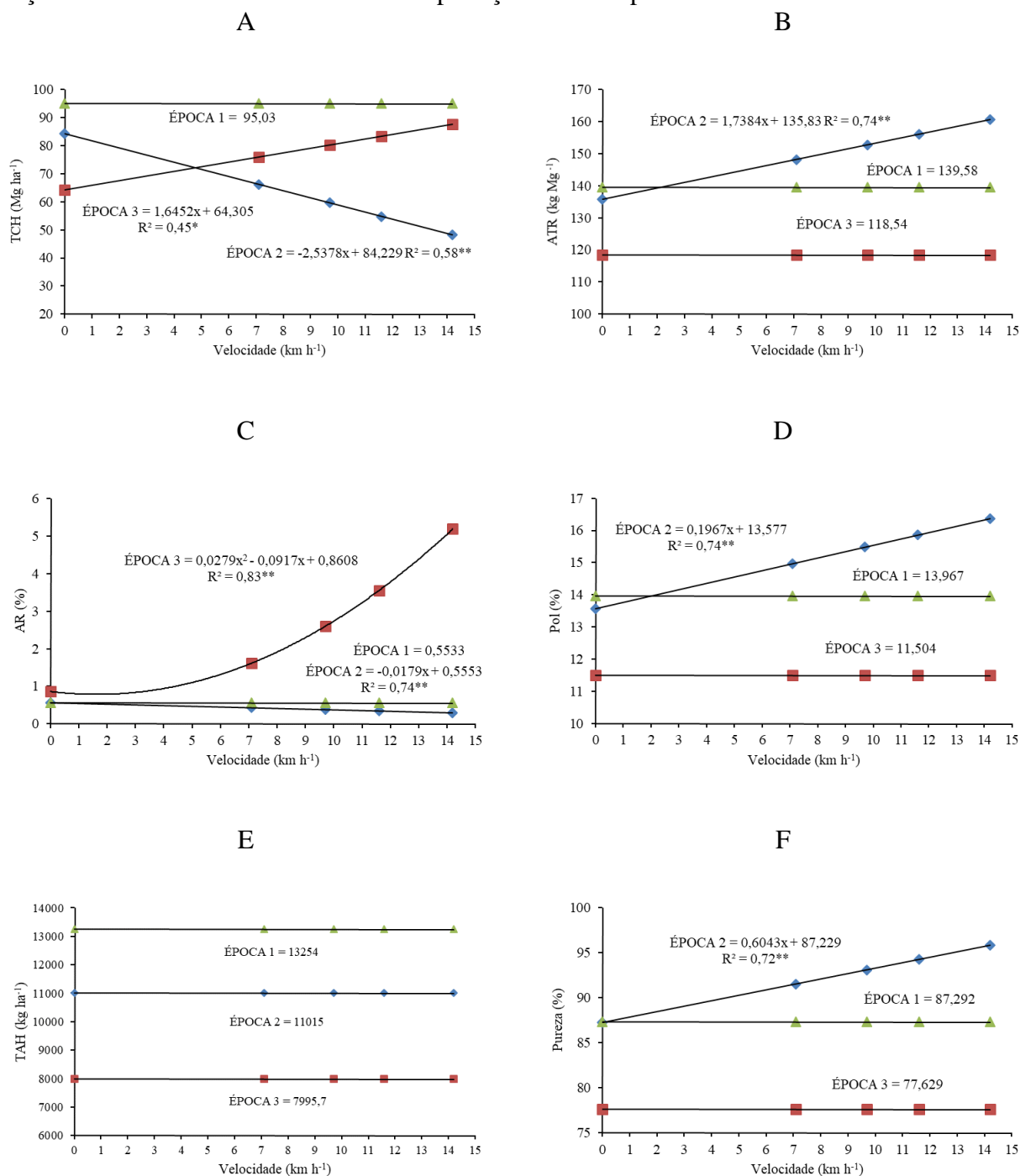
Quanto ao teor de Pol do caldo da cana (época 2), observou-se crescimento linear com o aumento da velocidade de enleiramento, tendo valor médio de 13,97 e 11,50% na época 1 e 3, respectivamente (Figura 4 D). Silva *et al.* (2014) relatam que o valor de Pol superior a 13% viabiliza o processamento industrial; valor que está próximo aos encontrados neste trabalho para as épocas 1 e 2, exceto para a época 3 devido ao período insuficiente de maturação (colhida aos 9,5 meses).

Apesar dos menores valores de TCH para a RB835486 (Época 2), nas maiores velocidades de enleiramento; especificamente nessa época de colheita, observou-se maiores ATR, Pol e pureza, bem como menores valores de AR que decresceram com a velocidade.

Indicando ser esta uma variedade rica e com maior viabilidade econômica a indústria e ao produtor. Salienta-se que essas variáveis tecnológicas são influenciadas pela variedade, pelo ambiente de produção e, sobretudo pela disponibilidade de água visto que o teor de açúcar costuma ser adversamente afetado pelo excesso de umidade no estágio de maturação (Silva *et al.* 2014).

Observou-se que os valores de TAH não foram influenciados pela velocidade de enleiramento, mas destacam-se para as épocas 1, 2 e 3 os valores médios 13254 kg ha⁻¹; 11015 kg ha⁻¹; 7995,7 kg ha⁻¹, demonstrando desempenho satisfatório da variedade RB855156 quanto ao TAH e pelos resultados intermediários para as demais variáveis de crescimento e tecnológicas, superiores à época 3 (RB 835054).

Figura 4. TCH (A), ATR (B), AR (C), Pol (D), TAH (E) e Pureza (F) da cana-de-açúcar em função da velocidade de enleiramento do palhão em cada época de colheita.



Fonte: Elaborado pelo autor.

CONCLUSÃO

Conforme o aumento da velocidade de enleiramento do palhiço ocorre aumento da altura e redução do diâmetro do colmo e do TCH da variedade de ciclo médio RB 835486 (época 2), todavia proporciona melhoria da qualidade tecnológica da cana-de-açúcar mantendo a produção de açúcares dos colmos da cana por hectare.

Não houve efeito na produção de açúcares dos colmos da cana por hectare e Brix em função dos níveis de palhiço residual e das velocidades de enleiramento do palhiço, nas três épocas de colheitas.

Recomenda-se utilizar maior velocidade de enleiramento ($14,2 \text{ km h}^{-1}$) associado ao recolhimento parcial do palhiço da cana-de-açúcar correspondente a níveis de 5 a 10 Mg ha^{-1} de palhiço, sem prejuízo à produção de açúcares dos colmos da cana por hectare.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de doutorado do primeiro autor e à Usina São Fernando pela cessão da área e apoio nas operações agrícolas.

REFERÊNCIAS

AQUINO, G. S.; MEDINA, C. C.; COSTA, D. C.; SHAHAB, M.; SANTIAGO, A. D. Sugarcane straw management and its impact on production and development of ratoons. **Industrial Crops and Products**, v.102, p.58-64, 2017.

ARCOVERDE, S.N.S.; SOUZA, C.M.A.; CORTEZ, J.W.; MACIAK, P.A.G.; SUÁREZ, A.H.T. Soil physical attributes and production components of sugarcane cultivars in conservationist tillage systems. **Revista Engenharia Agrícola**, v.39, n.2, p.216-224, 2019.

AWE, G.O.; REICHERT, J.M.; FONTANELA, E. Sugarcane production in the subtropics: Seasonal changes in soil properties and crop yield in no-tillage, inverting and minimum tillage. **Soil and Tillage Research**, v.196, 104447, 2020.

BARBOSA, J.C.; MALDONADO JÚNIOR, W. **Experimentação Agronômica & AgroEstat: Sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos**. Jaboticabal: Multipress, 2015.

BORDONAL, R.O.; MENANDRO, L.M.S.; BARBOSA, L.C.; LAL R.; MILORI, D.M.B.P.; KOLLN, O.T.; FRANCO H.C.J.; CARVALHO, J.L.N. Sugarcane yield and soil carbon response to straw removal in south-central Brazil. **Geoderma**, v.328, p.79-90, 2018.

CASTIONI, G.A.F.; CHERUBIN, M.R.; BORDONAL, R.O.; BARBOSA, L.C.; MENANDRO, L.M.S.; CARVALHO, J.L.N. Straw Removal Affects Soil Physical Quality and Sugarcane Yield in Brazil. **BioEnergy Research**, v.12, p.789–800, 2019.

CHERUBIN, M.R.; FRANCHI, M.R.A.; LIMA, R.P. DE.; MORAES, M.T.; LUZ, F.B. DA. Sugarcane straw effects on soil compaction susceptibility. **Soil and Tillage Research**, v.212, 105066, 2021.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Boletim de safra de cana-de-açúcar, safras 2018/2019, 2019/2010, 2020/2021, 2021/2022, 4º levantamento, Junho 2022**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana/boletim-da-safra-de-cana-de-acucar> (Acessado em 15 de julho de 2022).

COSTA, C.T.S.; FERR, V.M.; ENDRES, L.; FERREIRA, D.T.R.; GONÇALVES, E.R. Crescimento e produtividade de quatro variedades de cana-de-açúcar no quarto ciclo de cultivo. **Revista Caatinga**, v.24, n.3, p.56-63, 2011.

FAO. **Food and Agriculture Organization**. Corporate statistical database. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2021. <http://www.fao.org/faostat/en/#data> (Acessado em 20 de maio de 2022).

FIETZ, C.R.; FISCH, G.F.; COMUNELLO, E.; FLUMIGNAN, D.L. **O clima da região de Dourados, MS**. Dourados, Embrapa Agropecuária Oeste. Dourados, MS: Embrapa (Série Documentos, 138), 2017.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. Wall-Map 150cmx200cm. 1928.

LISBOA, I.P.; CHERUBIN, M.R.; LIMA, R.P.; CERRI, C.C.; SATIRO, L.S.; WIENHOLD, B.J.; SCHMER, M.R.; JIN, V.L.; CERRI, C.E.P. Sugarcane straw removal effects on plant growth and stalk yield. **Industrial Crops and Products**, v.111, p.794-806, 2018.

LUCA, E.F.; FELLER, C.; CERRI, C.C.; BARTHÉS, B.; CHAPLOT, V.; CAMPOS, D.C.; MANECHINI, C. Avaliação de atributos físicos e estoques de carbono e nitrogênio em solos com queima e sem queima de canavial. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.2, p.789-800, 2008.

MELO, P.L.A., CHERUBIN, M.R., GOMES, T.C.A., LISBOA, I.P., SATIRO, L.S., CERRI, C.E.P., SIQUEIRA-NETO, M. Straw removal effects on sugarcane root system and stalk yield. **Agronomy**, v.10, e1048, 2020.

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

RIDESA -REDE INTERUNIVERSITÁRIA PARA O DESENVOLVIMENTO DO SETOR SUCROALCOOLEIRO). **Liberação nacional de novas variedades "RB" de cana-de-açúcar. Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro.** Curitiba, Paraná, 2010. 64f. Disponível em: Acesso em: 05 julho de 2017.

SANTOS, A.K.B. DOS.; POPIN, G.V.; GMACH, M.R.; CHERUBIN, M.R.; SIQUEIRA NETO, M.; CERRI, C.E.P. Changes in soil temperature and moisture due to sugarcane straw removal in central-southern Brazil. **Scientia Agricola**. 79, e20200309, 2022.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A.; ARAUJO FILHO, J.C.; OLIVEIRA, J.B.; CUNHA, T.J. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília: Embrapa, 2018. 187 p.

SEGNINI, A.; CARVALHO, J.L.N.; BOLONHEZI, D.; MILORI, M.B.P.; SILVA, W.T.L.; SIMÕES, M.L.; CANTARELLA, H.; MARIA, I.C. DE; MARTIN-NETO, L. Carbon stock and humification index of organic matter affected by sugarcane straw and soil management. **Sci. Agric**, v.70, p.321-326, 2013.

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**, v.18, n.3, p.241-249, 2014.

SILVA, M.A.; JERÔNIMO, E. M.; LÚCIO, A.D. Perfilhamento e produtividade de cana-de-açúcar com diferentes alturas de corte e épocas de colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.8, p.979-986, 2008.

TEIXEIRA, W.G.; SOUSA, R.T.X. DE.; KORNDORFER, G.H. Resposta da cana-de-açúcar a doses de fósforo fornecidas por fertilizante organomineral. **Bioscienci Journal**, v.30, n.6, p.1729-1736, 2014.