



EFEITOS DO MANEJO DA PALHA NA PRODUTIVIDADE E NA QUALIDADE DA CANA-DE-AÇÚCAR

Maria Eduarda Simione Lupion¹, Aparecida Cátia Alves Nunes², Stéphanie Abisag Sáez Meyer Piazza³, Helio Henrique Soares Franco⁴, Edison Schmidt Filho⁵, Anny Rosi Mannigel⁶

¹Acadêmica do Curso de Agronomia, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. Bolsista PIBIC/ICETI-UniCesumar. simionemaria635@gmail.com

²Acadêmica do Curso de Agronomia, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. catia_alvesnunes@hotmail.com

³Pós-Doutoranda, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. Bolsista ICETI-UniCesumar/Fundação Araucária. s.meyer.piazza@gmail.com

⁴Pós-Doutorando, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. Bolsista ICETI-UniCesumar/Fundação Araucária. hhsfranco@hotmail.com

⁵Doutor, Docente no Curso de Agronomia, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. Pesquisadora do Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação – ICETI. edison.schmidt@unicesumar.edu.br

⁶Orientadora, Doutora, Docente no Curso de Agronomia, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. Pesquisadora do Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação – ICETI. anny.mannigel@unicesumar.edu.br

RESUMO

Com produção prevista para a safra 22/23 em torno de 628 milhões de toneladas, o Brasil lidera o ranking mundial de produção da cana-de-açúcar, sendo os principais produtos produzidos o etanol e o açúcar. A partir da lei que proíbe o sistema de cana queimada nas lavouras (Decreto Estadual nº 10.068/2014), e com a inserção da colheita mecanizada no mercado, uma camada de palhada permanece sobre o solo, palhada esta que pode contribuir para o desenvolvimento das plantas. Diante da necessidade de novos estudos que possam contribuir para o aumento da produtividade da cana-de-açúcar e levando em consideração a quantidade de palhada que esta cultura deixa no solo, este estudo teve como objetivo principal avaliar diferentes formas de manejo da palhada do canavial. O experimento foi realizado no município de Maringá/PR e a variedade utilizada foi a CTC 9001, sendo avaliada a influência do manejo da palhada de cana-de-açúcar em relação à produtividade e à qualidade da cultura cana-de-açúcar após colheita mecanizada e sem queima quanto a diferentes sistemas de manejo (T1 - Palha em área total; T2 - Linha descoberta e T3 - Aleiramento). Conclui-se com este trabalho que não ocorreu diferença significativa entre os diferentes tratamentos analisados para o manejo da palhada do canavial no que tange à produtividade e à qualidade da cana analisada, sendo o estresse hídrico a principal causa que afetou o desenvolvimento e o rendimento final do experimento.

PALAVRAS-CHAVE: Palhada; Rendimento; Saccharum officinarum.

1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é pertencente à família Poaceae e possui as seguintes características: inflorescência em forma de espiga, crescimento do caule em forma de colmos, folhas com lâminas de sílica em suas bordas e bainhas abertas (SANTOS et al., 2011). Sua cultura é classificada como semiperene e possibilita de cinco a seis cortes, sendo o primeiro corte cana – planta e soqueira nas próximas colheitas (FREITAS, 2011).

O metabolismo C4 está presente na cultura da cana-de-açúcar e a planta se comporta com uma alta taxa fotossintética, resgatando o CO₂ da atmosfera. Possui condições vantajosas em relação à incidência solar, a altas temperaturas e à falta de água. Isso ocorre até mesmo no período noturno, quando ocorre acúmulo de sacarose (LUCENA, 2020).

Com produção prevista para a safra 22/23 em torno de 628 milhões de toneladas, o Brasil lidera o ranking mundial de produção de cana-de-açúcar, seguido da Índia e da China (CONAB, 2022). Essa produção deve-se principalmente ao grande avanço em tecnologias de maquinário, ao melhoramento genético e ao manejo adotado (BEZERRA et al., 2018). Em termos de área plantada, o Estado de São Paulo é o maior produtor da



cultura, com 4,5 milhões de hectares, seguido de Goiás e Minas Gerais. No Brasil, a produção da cultura destina-se principalmente à produção de açúcar e etanol (PEREIRA et al., 2020).

Nos últimos anos, a agroindústria sucroenergética no Estado do Paraná vem se adaptando ao sistema de colheita sem a queima prévia, observando o Decreto Estadual nº 10.068/2014, que determina prazos quanto à eliminação gradativa da despalha da cana-de-açúcar mediante a queima controlada nos canaviais (PARANÁ, 2014). Com o advento da colheita mecanizada e em razão da proibição das queimadas, práticas mais conservacionistas de manejo foram adotadas (LEAL et al., 2013), entre elas, a manutenção da palhada após a colheita, que permite a cobertura adequada do solo, reduzindo efeitos negativos anteriormente observados, como a erosão, a redução da atividade da microbiota, entre outros (SOUZA et al., 2012).

Quanto à palhada de cana-de-açúcar e a sua permanência sobre o solo, diversos fatores interferem nesse cenário, tais como: condições ambientais, precipitação, evapotranspiração, temperatura, aeração e umidade do solo, ocasionando a sua decomposição com o passar do tempo (ZHANG et al., 2008). Outro ponto importante que exerce papel fundamental na decomposição do resíduo é a presença das fibras, que são os níveis altos de lignina, celulose e hemicelulose e que refletem na liberação de nutrientes para o solo (MEIER et al., 2006). A permanência da palhada no campo atua como fonte de adubação, pois por meio da sua decomposição ocorre a liberação de elementos minerais para o solo e nutrientes para a planta, bem como na proteção física do solo, sendo de extrema importância, já que protege o mesmo contra a erosão (CARVALHO, 2021).

A decomposição dos resíduos vegetais fornece nutrientes importantes para o ciclo da cultura, facilita a retenção de água, transforma as propriedades físicas do solo e melhora a produtividade e a atividade dos organismos do solo (YUAN et al., 2021).

Alguns benefícios da manutenção da palhada no solo são a proteção contra erosão, suprimentos nutritivos mineralizados de origem da palhada para o solo, a redução da incidência solar direta ao solo, menor infestação de plantas invasoras, a manutenção da umidade, menores diferenças térmicas no solo durante o dia e a noite, maior agregação de partículas de solo, o aumento da atividade microbológica, da taxa de infiltração de água no solo, do pH e do aporte produtivo, principalmente durante secas prolongadas (OLIVEIRA et al., 2020).

Por outro lado, a brotação, bem como a emergência e o crescimento das plantas também são influenciados pelas mudanças físico-químicas no ambiente de produção. Este fato ganha importância particular considerando que as variedades de cana-de-açúcar disponíveis atualmente foram desenvolvidas em sistema de cana queimada, de modo que cada variedade pode apresentar resposta diferente quanto à adaptabilidade a mudanças, não apenas em relação a aspectos físicos, mas também quanto às particularidades do manejo (CAMPOS et al., 2010).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência do manejo da palhada de cana-de-açúcar no que tange à produtividade e à qualidade após colheita mecanizada e sem queima, submetida a diferentes sistemas de manejo (com palha, sem palha e retirada parcial).

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado no município de Maringá/PR, com latitude de 23°20'08.2"S e longitude de 52°10'39.3"W. O clima é o mesotérmico, de verão quente (Cfa) e, pelo critério de classificação climática de Köppen, a área é de topografia considerada plana.



O solo da área foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo. A variedade utilizada foi a CTC 9001, cujo plantio foi realizado em 22 de abril de 2019, com segundo corte em 30 de julho de 2021 – colheita realizada com sistema mecanizado e sem queima. A quantidade de palha remanescente na área foi estimada em 10 t ha⁻¹.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições e três tratamentos, totalizando 12 parcelas. Os tratamentos são:

- T1 = Palhada em área total (permanência de 100% da palha);
- T2 = Linha descoberta (retirada total da palha);
- T3 = Aleiramento (retirada parcial da palha 50%)

As parcelas foram constituídas de cinco linhas de 10m de comprimento, com o espaçamento de 1,5m, totalizando 75m², com carregadores de 2m entre cada parcela. A área considerada para a estimativa das variáveis que foram analisadas foi de três linhas centrais de cada parcela.

Foi realizada a colheita do experimento em 15 de julho de 2022 e, com a análise da produtividade, expressa em tonelada de cana-de-açúcar por hectare (TCH), seguindo a metodologia estabelecida por Landell e Silva (1995), os dados foram obtidos por meio de biometria, com contagem do número de canas por metro e pesagem com uso de balança. Na mensuração do TCH em cada parcela foi estabelecida desconsiderando o primeiro e o último metro da parcela; para o cálculo foi considerada a quantidade, bem como o peso das canas analisadas em cada amostra.

Para a determinação dos parâmetros de qualidade foram analisadas as variáveis de análises químico-tecnológicas (ATR, BRUX, POL E FIBRAS) que foram constituídas de dez colmos de cana, coletados em sequência nas linhas centrais da parcela, desconsiderando o primeiro e o último metro da parcela. Após a coleta, as folhas verdes e secas foram retiradas e o desponte ocorreu na gema apical, seguindo a metodologia em laboratório, utilizando o método CONSECANA (UDOP, 2006).

É importante destacar que o termo ATR pode ser definido como a soma total dos açúcares contidos na cana-de-açúcar e que são efetivamente utilizados para a produção de álcool e açúcar. Já o Brix é a porcentagem em massa de sólidos solúveis contida em uma solução de sacarose quimicamente pura. O termo POL se refere à porcentagem em massa de sacarose aparente contida em uma solução açucarada de peso normal, determinada pelo desvio provocado pela solução no plano de vibração de luz polarizada, enquanto a fibra da cana pode ser definida como o material componente da cana que é insolúvel em água, sendo composto de celulose, hemicelulose, lignina, pentosanas, pectinas, proteínas, compostos fenólicos entre outros.

Os resultados foram submetidos à análise de variância utilizando o pacote estatístico SISVAR (FERREIRA, 2019) e quando detectadas diferenças significativas, as médias foram comparadas por Scott-Knott ($p < 0,05$).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 1 apresenta os resultados da análise estatística que foi aplicada para os parâmetros de produtividade (TCH) e os de qualidade (ATR, BRUX, POL E FIBRAS).

Tabela 1: Valores de tonelada de cana-de-açúcar por hectare (TCH) e características químico-tecnológicas da cana-de-açúcar (ATR, BRUX, POL E FIBRAS) mediante diferentes manejos da palhada



TRAT	TCH (ton ha ⁻¹)	ATR (kg t ⁻¹)	BRIX (%)	POL (%)	FIBRAS (%)
T1	48,50 a	164,40 a	18,38 a	20,33 a	13,16 a
T2	46,50 a	167,42 a	18,52 a	20,90 a	13,52 a
T3	45,91 a	160,93 a	18,09 a	19,81 a	13,00 a
CV (%)	15,73	2,46	1,97	3,37	3,73

Nota: Teste realizado pelo método de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Medias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott.

Fonte: Os autores, 2025.

Conforme pode ser observado na Tabela 1, não ocorreu diferença significativa nos manejos da palhada analisados neste experimento quanto aos parâmetros de produtividade, tonelada de cana-de-açúcar por hectare (TCH). Este resultado concorda com o de Pessatte (2009), que verificou que a retirada total da palha ou sua permanência na área (total ou enleirada) não influenciou no rendimento da produção (TCH). Entretanto, ressalta-se que no período analisado ocorreu severo estresse hídrico (Figura 1) e sabe-se que a disponibilidade de água para a cana-de-açúcar atua como principal fator climático responsável pela variabilidade da produtividade (SILVA et al., 2020).

Segundo Sobrinho et al., (2019), a exigência de precipitação por ciclo de produção da cana-de-açúcar é acima de 2500mm, de acordo com a variedade adotada, sendo que durante a realização deste experimento foi constatada a precipitação anual em torno de 1500mm apenas, conforme pode ser observado na Figura 1.

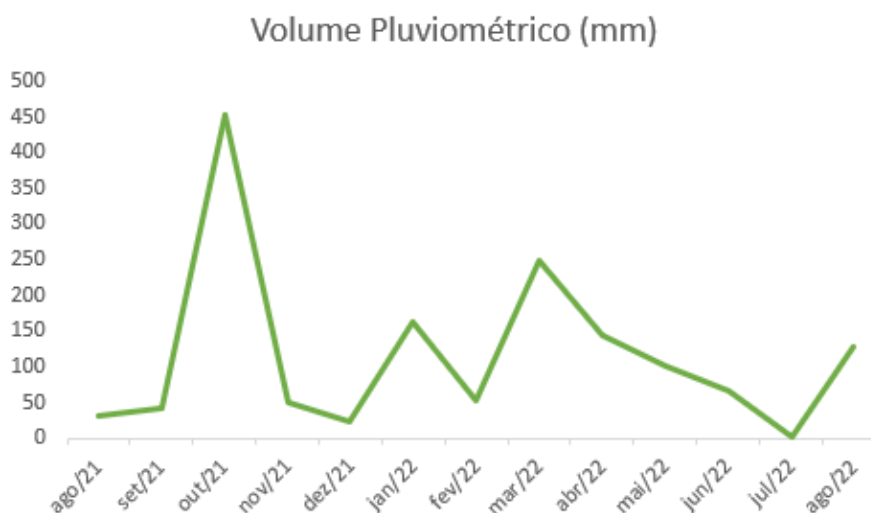


Figura 1. Volume pluviométrico durante a realização do experimento

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Por meio dos dados pluviométricos é possível observar que, além da quantidade de precipitação anual ser abaixo do necessário para a cultura da cana, o volume de água também foi irregularmente distribuído, sendo que, somente em outubro de 2021 choveu aproximadamente 33% do ocorrido anualmente. A baixa taxa de precipitação, aliada à



distribuição irregular da chuva, influenciou diretamente no desenvolvimento da cultura e, conseqüentemente, na produção de biomassa.

Verifica-se também pela Tabela 1 que não ocorreram diferenças significativas dos tratamentos avaliados nas principais características químico-tecnológicas da cana-de-açúcar, isto é, não houve efeito na qualidade da matéria-prima colhida. Estes resultados se assemelham aos obtidos por Pessatte (2009) e Quintela (2001).

Resultado esse que pode ser explicado pelo fato de que a decomposição da palha de cana-de-açúcar e os potenciais benefícios advindos desse processo sofrem grande influência das condições climáticas. Conforme já citado anteriormente, o estresse hídrico ocasionou grandes dificuldades. Comportamento semelhante foi observado Freitas (2011) e Oliveira et al. (2002), que avaliaram a decomposição da palha de cana-de-açúcar em dois ambientes agrícolas e observaram valores de massa seca da palha variando de 30% aos 330 dias a 78% aos 360 dias, atribuindo tal diferença à disponibilidade hídrica e à umidade do solo.

De acordo com Silva (2022), recomenda-se que a avaliação referente à cultura da cana seja feita por períodos maiores que dois anos consecutivos, tendo em vista que o material orgânico demora para decompor e ter seus nutrientes absorvidos pelas plantas. Considera-se que a relação carbono/nitrogênio (C/N) inicial da palhada de cana-de-açúcar é de aproximadamente 101/1 (PEREIRA et al., 2022). A palhada da cana acumulada na superfície do solo apresenta baixa taxa de mineralização e, devido ao fato de que nos anos anteriores foi utilizada a modalidade de sistema de colheita com queima, os teores de matéria orgânica do solo foram afetados.

Resultado diferente obteve Figueiredo (1995), que constatou aumento no teor de fibra da cana e uma diminuição nos valores de Brix e Pol (%) cana, na presença de uma grande quantidade de palha sobre a área (15 t.ha⁻¹ de massa seca), o que provavelmente pode explicar os resultados diferentes, uma vez que diante da maior quantidade de palha há maior umidade no solo e, com isso, maior é o desenvolvimento vegetativo e a quantidade de fibra e, portanto, menor a quantidade de sacarose.

Contrariando os resultados encontrados neste trabalho, também existem diversos estudos que comprovam que a manutenção da palhada da cana sobre o canavial após a colheita contribui para aumentos das propriedades físicas e químicas do solo (AQUINO; MEDINA, 2014; DIETRICH, 2014). Pimentel (2022) concluiu que a remoção total da palha deve ser evitada para fins de manejo sustentável da palha de cana-de-açúcar.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se com este trabalho que não ocorreu diferença significativa entre os diferentes tratamentos analisados para o manejo da palhada do canavial sobre a produtividade e a qualidade da cana analisada. O fator determinante para esse resultado está relacionado ao estresse hídrico enfrentado na região Noroeste do Paraná durante o ciclo da cultura, que influencia diretamente na velocidade da decomposição da matéria orgânica oriunda da palhada presente no solo e no retorno dos benefícios.



REFERÊNCIAS

AQUINO, G. S.; MEDINA, C. C. Crescimento e produtividade de cana-de-açúcar sob doses de palhada. In: SEMINÁRIO DE GESTÃO AMBIENTAL NA AGROPECUÁRIA, 3., 2012, Bento Gonçalves. **Anais [...]**. Bento Gonçalves, 2012.

BEZERRA, J. D. C. et al. Cana-de-açúcar: Melhoramento genético e suas finalidades forrageiras. **Nucleus Animalium**, v. 10, n. 2, p. 131-147, 2018. Disponível em: <https://nucleus.feituverava.com.br/index.php/animalium/article/view/3518/3021>. Acesso em: 4 dez. 2022.

BRASIL. **Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). Boletim da Safra de cana-de-açúcar**. 2º Levantamento – Safra 2022/23. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana/boletim-da-safra-de-cana-de-acucar>. Acesso em: 4 dez. 2022.

CAMPOS, L. H. F. et al. Sistema de manejo de palhada influenciam no acúmulo de biomassa e produtividade da cana-de-açúcar (var. R8855453). **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 2, p. 345-350, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asagr/a/mwg6kvfBFCDFSdDX9sKXncf/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 4 dez. 2022.

CARVALHO, J. B. **A importância da palhada de cana-de-açúcar sobre o solo**. 2021. 18 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrônoma) – Centro Universitário de Toledo, 2021. Disponível em: <https://servicos.unitoledo.br/repositorio/bitstream/7574/2390/1/TCC%20-%20Jessica%20Barbieri%20Carvalho.pdf>. Acesso em: 4 dez. 2022.

DIETRICH, G. **Decomposição e liberação de nitrogênio da palha de cana-de-açúcar em função do ambiente e quantidade de palha**. 2014. 58 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/5599/DIETRICH%2c%20GUILHERME.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 4 dez. 2022.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019. Disponível em: <https://biometria.ufla.br/index.php/BBJ/article/view/450>. Acesso em: 4 dez. 2022.

FIGUEIREDO, P. A. M. de. **Efeitos de espaçamentos, variedades e períodos de matocompetição na incidência de plantas daninhas e rendimentos da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*)**. 1995. 64 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.

FREITAS, L. de. **Influência de fragmentos florestais nativos sobre os parâmetros químicos, físicos e microbiológicos de solos cultivados com cana-de-açúcar**. 2011. 112 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2011. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/87858/freitas_l_me_rcla.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 4 dez. 2022.



LANDELL, M. G. A.; SILVA, M. A. **Manual do experimentador: melhoramento da cana-de-açúcar**. In: IAC (org.). Metodologia de experimentação: ensaios de competição em cana-de-açúcar. Pindorama: Instituto Agrônomo, 1995. p. 3-9 (Apostila de Treinamento Interno).

LEAL, M. R. L. et al. Sugarcane straw availability, quality, recovery and energy use: a literature review. **Biomass and Bioenergy**, v. 53, p. 11-19, 2013. Disponível em: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201500155310>. Acesso em: 4 dez. 2022.

LUCENA, R. A. F. et al. Produção da cana-de-açúcar e sua fisiologia. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 64881-64892, 2020.

MEIER, E. A. et al. The availability of nitrogen from sugarcane trash on contrasting soils in the wet tropics of North Queensland. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 75, p. 101-114, 2006. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10705-006-9015-0>. Acesso em: 4 dez. 2022.

OLIVEIRA, M. H. R. et al. Gestão dos resíduos pós colheita da cana-de-açúcar no cerrado: uso da palhada versus contribuição econômica. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 1, p. 3406-3421, 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/6300>. Acesso em: 4 dez. 2022.

OLIVEIRA, M. W. Decomposition and release of nutrients from sugarcane trash in two agricultural environments in Brazil. In: AUSTRALIAN SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 24., 2002. Cairns. **Anais [...]** Cairns: D.M. Hogarth, 2002. p. 40. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/DECOMPOSITION-AND-RELEASE-OF-NUTRIENTS-FROM-TRASH-Oliveira-Trivelin/893e23c699b371e7748b1db9bce8898e09048100>. Acesso em: 4 dez. 2022.

PARANÁ. **Decreto nº 10.068, de 6 de fevereiro de 2014**. Estabelece critérios, prazos e procedimentos para adequação ambiental das Usinas de Beneficiamento de cana-de-açúcar para produção de Etanol, Açúcar e Energia Elétrica e dá outras providências. Curitiba: Assembleia Legislativa, [2014]. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=265471>. Acesso em: 4 dez. 2022.

PEREIRA, L. A. G.; BARRETO, J. B. Geografia das exportações de açúcar e de etanol no estado de Minas Gerais. **Revista Campo-Território**, v. 15, n. 36, p. 230-258, 2020. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/campoterritorio/article/view/52185>. Acesso em: 4 dez. 2022.

PEREIRA, M. G. et al. Decomposição e liberação do nitrogênio, fósforo e potássio da palhada de duas variedades de cana-de-açúcar no nordeste do Brasil. **Concilium**, v. 22, n. 4, p. 411-418, 2022. Disponível em: <https://clium.org/index.php/edicoes/article/view/331>. Acesso em: 4 dez. 2022.

PESSATTE, A. C. **Efeitos do manejo da palha no rendimento da soqueira e na qualidade da cana-de-açúcar**. 2009. 39 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009. Disponível em: http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/3947/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Efeitos%20



do%20manejo%20da%20palha%20no%20rendimento%20da%20soqueira%20e%20na%20qualidade%20da%20cana-de-a%C3%A7%C3%BAcar.pdf. Acesso em: 4 dez. 2022.

PIMENTEL, L. M. **Quantidade, qualidade e proteção física do carbono do solo associado à remoção da palha de cana-de-açúcar no sudeste do Brasil**. 2022. 39 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal, 2022.

QUINTELA, A. C. R. **Controle de plantas daninhas e rendimentos de duas variedades de cana crua, no sistema integrada palha, herbicida e vinhaça**. 2001. 75 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

SANTOS, A. F. et al. Potencial da palha da cana de açúcar para produção de etanol. **Química Nova**, São Paulo, v. 35, n. 5, p. 1004-1010, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/39pFr9k5VPS9hqhs4yTjdb/>. Acesso em: 4 dez. 2022.

SEGATO, S. V. **Aspectos fenológicos da cana-de-açúcar**. In: SEGATO, S. V. et al. Atualização em produção de cana-de-açúcar. Piracicaba, 2006. p. 19-36.

SILVA, G. F. D. F. **Adubação mineral e orgânica na cultura da cana-de-açúcar e sua influência na produtividade e nos parâmetros físicos do solo**. 2022. 36 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, 2022. Disponível em: <https://monografias.ufma.br/jspui/handle/123456789/5488>. Acesso em: 4 dez. 2022.

SILVA, N. F. et al. Crescimento e rendimento da cana-de-açúcar irrigada submetida a diferentes reposições hídricas e nitrogênio. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 14, p. 3792-3802, 2020. Disponível em: <http://inovagri.org.br/revista/index.php/rbai/article/view/955>. Acesso em: 4 dez. 2022.

SOUZA, R. A. et al. Effects of sugarcane harvesting with burning on the chemical and microbiological properties of the soil. **Agriculture, ecosystems & environment**, v. 155, p. 1-6, 2012. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S016788091200103X>. Acesso em: 4 dez. 2022.

UNIÃO DOS PRODUTORES DE BIOENERGIA (UDOP). CONSECANA. **Circular nº 05/06 - 30/06/2006**. Disponível em: https://www.udop.com.br/consecana-arquivos/sp/2006/circular_05.pdf. Acesso em: 4 dez. 2022.

YUAN, G. et al. Effects of straw incorporation and potassium fertilizer on crop yields, soil organic carbon, and active carbon in the rice–wheat system. **Soil and Tillage Research**, 209, 2021. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167198721000283?casa_token=QecCBEcotVIAAAAA:smaYWA_cdD2clLkd2hunKv5Oc7J3kkTwV-K3LBqgOgG1_MLk_2eMxczT0dotwo22yd8fayXH-oOF. Acesso em: 4 dez. 2022.

ZHANG, D. et al. Rates of litter decomposition in terrestrial ecosystems global patterns and controlling factors, **Journal of Plant Ecology**, Oxford, v. 1, n. 2, p. 85-93, 2008.



Disponível em: <https://academic.oup.com/jpe/article/1/2/85/989869>. Acesso em: 4 dez. 2022.