

5.01.01 - Agronomia / Ciência do Solo.

DECOMPOSIÇÃO DE DIFERENTES QUANTIDADES DE PALHA DE CANA-DE-AÇÚCAR COM E SEM ADUBAÇÃO NITROGENADA

Mathias R. L. Rambo¹, Rafael A. Bick¹, Roberta L. Giovelli¹, Giovanni A. Barcellos¹, Bruno Chaves², Raquel Schmatz², Guilherme Dietrich², Patrick L. Pinheiro², Heitor L. S. Bazzo³, Adriane L. Schu³, Sandro J. Giacomini⁴.

1. Estudante de IC da Agronomia da UFSM
2. Doutorando(a) do Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo da UFSM
3. Mestrando(a) do Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo da UFSM
4. Professor de Agronomia da UFSM (Orientador)

Resumo:

A remoção parcial da palha de cana-de-açúcar para a produção de etanol de segunda geração altera a proporção da palha no *mulch* em contato com o solo e sua decomposição. Assim, o objetivo do estudo foi avaliar o efeito da quantidade de palha presente em superfície e da adubação nitrogenada sobre a decomposição durante 360 dias.

O estudo avaliou a decomposição de três quantidades de palha (4, 8 e 12 Mg MS ha⁻¹) e duas doses de nitrogênio (0 e 100 kg N ha⁻¹) em Santa Maria/RS. As quantidades de 8 e 12 Mg MS ha⁻¹ foram divididas em 2 e 3 camadas, respectivamente. O carbono remanescente (CR) das 10 coletas foi obtido por combustão seca e as médias dos tratamentos foram comparadas entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

A quantidade de palha e a adubação nitrogenada não afetaram a decomposição da palha. Assim, o efeito maior do contato que atua na decomposição de menores quantidades de palha pode ser compensado pela manutenção da umidade das camadas inferiores em maiores espessuras de *mulch*.

Palavras-chave: Carbono remanescente; etanol de segunda geração; umidade do *mulch*.

Apoio financeiro: EMBRAPA-PETROBRAS e CAPES.

Trabalho selecionado para a JNIC pela instituição: UFSM.

Introdução:

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) se caracteriza como uma das principais alternativas para suprir a crescente demanda mundial por etanol (Manochio et al., 2017). Isso se deve em virtude do crescimento da área de cultivo (OECD-FAO, 2017) e da utilização da palha remanescente após a colheita mecanizada como matéria-prima para a produção do biocombustível (Leal et al., 2013).

A remoção da palha da superfície do solo para a produção de energia provoca alguns efeitos positivos no processo produtivo, entre eles, a redução da incidência de pragas e da emissão de gases de efeito estufa (Carvalho et al., 2016), por outro lado, foram relatados menores níveis de umidade do solo, maior incidência de plantas daninhas (Carvalho et al., 2016) e perdas da qualidade do solo e do agroecossistema (Giller et al., 2011). Diversos estudos têm sido conduzidos para elucidar os efeitos desta prática, entre eles, estão a ciclagem de nutrientes (Fortes et al., 2012) e a decomposição de diferentes quantidades de palha (Dietrich et al., 2017). Neste último ponto, especificamente, estudos têm demonstrado que a remoção da palha após a colheita não altera as taxas de decomposição, independente das quantidades de palha mantidas na superfície do solo (Ramos et al., 2016; Dietrich et al., 2017).

A ausência de alterações na taxa de decomposição pode estar relacionada a espessura do *mulch*, onde, a menor decomposição da camada superior poderia ser compensada pela maior decomposição da camada inferior do *mulch*, em função da prolongada manutenção da umidade no solo encontrada por Anjos et al. (2017) na presença de *mulch* mais espessos. Além da umidade do *mulch*, a disponibilidade de N também pode acelerar a taxa de decomposição da palha de cana-de-açúcar presente na superfície do solo (Potrich et al., 2014). No sistema de colheita da cana-de-açúcar sem queima da palha, a adubação nitrogenada é realizada sobre a palha remanescente na superfície do solo e os efeitos desta prática sobre a decomposição das camadas do *mulch* ainda são parcialmente desconhecidos.

Portanto, no contexto da retirada parcial da palha da cana-de-açúcar da superfície do solo para a produção de energia, o objetivo do nosso estudo é compreender como as diferentes quantidades iniciais, a localização e a umidade da palha no interior do *mulch* e a adubação nitrogenada afetam a decomposição de diferentes quantidades de palha na superfície do solo.

Metodologia:

O estudo foi conduzido em Santa Maria/RS, com início em novembro de 2015, logo após a colheita da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), a duração foi de 360 dias. O clima local é o subtropical úmido conforme a classificação de Köppen (Alvares et al., 2013) e o solo é classificado como Argissolo Vermelho Distrófico arênico (EMBRAPA, 2013). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com

quatro repetições. Os tratamentos consistiram de três quantidades de palha de cana-de-açúcar (RB956911) e duas doses de nitrogênio (N). As quantidades de palha adicionadas ao solo foram equivalentes a 4, 8 e 12 Mg MS ha⁻¹, o que representa a remoção de 66, 33 e 0% da palha proveniente da colheita mecanizada. As quantidades de 8 e 12 Mg MS ha⁻¹ foram divididas em 2 e 3 camadas de palha, respectivamente. Dessa forma, os tratamentos contendo 8 Mg MS ha⁻¹ foram divididos em camada superior (8S) e inferior (8I) e os tratamentos contendo 12 Mg MS ha⁻¹ foram divididos em camada superior (12S), central (12C) e inferior (12I). As doses de N foram de 0 e 100 kg N ha⁻¹, e foram aplicadas em superfície na forma de ureia aos 52 dias após o início do estudo.

A palha utilizada no estudo foi colhida mecanicamente e seca ao ar até o início do estudo. Quantidades equivalentes de palha foram adicionadas em quadros telados com dimensões internas 0,4 m x 0,4 m (0,16 m²) e altura de 0,08 m. As estruturas foram teladas na parte inferior com tela de nylon (2 mm) e na parte superior com tela plástica (10 mm). As camadas internas da palha foram separadas por rede de pesca de malha 10 mm. As coletas foram realizadas aos 0, 15, 36, 51, 72, 103, 168, 238, 296 e 360 dias após o início do estudo.

Após as coletas, cada camada de palha foi pesada e seca a 65°C. Posteriormente, o solo aderido à palha foi removido com auxílio de um pincel e o restante foi pesado para a determinação da umidade e matéria seca remanescente (MSR). A MSR livre de cinzas foi determinada através da incineração de uma subamostrada de 0,4 gramas em mufla a 550 °C por 3 horas. Uma subamostra da palha seca a 65°C foi finamente moída em almofariz para a determinação da concentração do carbono (C) total por combustão seca em analisador elementar. A MSR no mulch, expressa como uma função da massa inicial foi calculada pela divisão da massa de palha de cada coleta pela massa inicial do mulch, após dedução do conteúdo de cinzas em cada amostra. O C remanescente (CR), em % do C adicionado, foi obtido pela multiplicação da concentração de C pela MSR.

Inicialmente, as variáveis foram testadas através da ANOVA em três fatores: quantidade de resíduos (4, 8 e 12 Mg MS ha⁻¹), adubação nitrogenada (0 e 100 kg N ha⁻¹) e o tempo de decomposição. Em seguida, foram testadas novamente com três fatores: camadas de resíduos (4S/I, 8S, 8I, 12S, 12C e 12I), adubação nitrogenada e o tempo de decomposição. Na presença de diferença significativa, os resultados foram submetidos ao teste de Tukey (P <0,05).

Resultados e Discussão:

A quantidade de CR da palha de cana-de-açúcar não foi afetado pela adubação nitrogenada, sendo em média ao final do estudo, de 25 e 26% para os tratamentos com e sem N, respectivamente (Fig. 1a). Este resultado difere do encontrado por Vitti et al. (2008) que encontrou decomposição superior nos tratamentos com adubação nitrogenada. A inexistência de efeito da adubação nitrogenada pode ter sido causada por um período de estiagem ocorrido logo após a adubação.

O CR também não foi afetado pela quantidade de palha na superfície do solo (Fig. 1b). Nesse caso, o conteúdo de CR foi de 60, 64 e 64 e 28, 26 e 22% para os tratamentos 4, 8 e 12 Mg MS ha⁻¹, aos 51 e 360 dias, respectivamente. Resultados semelhantes foram encontrados por Dietrich et al. (2017) que avaliou a decomposição das mesmas quantidades de palha durante um ano em cinco locais do estado do Rio Grande do Sul. No entanto, Souza Junior (2015), ao avaliar a decomposição de 3, 5, 7, 14 e 21 Mg MS ha⁻¹ durante um ciclo agrícola, encontrou decomposição superior nas maiores quantidades de palha, possivelmente em função da maior umidade do solo encontrada nesses tratamentos.

Em relação as camadas de palha que compõem o *mulch*, a palha em contato direto com o solo nos tratamentos com 8 e 12 Mg MS ha⁻¹ apresentaram menor quantidade de CR (Fig. 1c e 1d). Os tratamentos 12S, 12C e 12I apresentaram conteúdo de CR de 64, 68 e 59 e 30, 22 e 16% aos 51 e 360 dias, respectivamente (Fig. 1c), enquanto que os tratamentos 8S e 8I apresentaram conteúdos de CR de 72 e 56 e 30 e 23% aos 51 e 360 dias, respectivamente (Fig. 1d). A proximidade do solo pode favorecer a decomposição da palha em contato direto através da transferência de água e consequente manutenção de condições mais favoráveis ao processo de decomposição. Em valores médios, o conteúdo de água no solo foi de 0,21, 0,23 e 0,23 g cm⁻³ para os tratamentos 4, 8 e 12 Mg MS ha⁻¹, respectivamente (dados não mostrados).

Ao comparar o efeito da distância entre a palha e a superfície do solo aos 360 dias, os tratamentos 4S/I, 8S e 12S apresentaram CR de 28, 30 e 30%, respectivamente (Fig. 1e). Em contrapartida, os tratamentos 4 S/I, 8I e 12I apresentaram valores de CR de 28, 23 e 15%, respectivamente (Fig. 1f). Essa variação no CR das camadas pode estar associada sua umidade média. Em valores médios, o conteúdo de água da palha foi de 35, 34, 44, 33, 45 e 56% para os tratamentos 4 S/I, 8S, 8I, 12S, 12C e 12I, respectivamente (Fig. 2). Enquanto que o conteúdo médio de água foi de 35, 39 e 45% para os tratamentos 4, 8 e 12 Mg MS ha⁻¹, respectivamente (dados não mostrados). A manutenção da umidade da camada do *mulch* pode estar relacionada com a incidência direta da radiação solar sobre a palha, onde camadas do mulch que apresentam palha acima tendem a perder menos umidade em função da radiação solar e consequentemente maior liberação de C. Da mesma forma, as camadas do mulch que se encontram em contato direto com o solo podem ser favorecidas pela maior manutenção da umidade e consequentemente fornecem condições mais favoráveis para que os micro-organismos possam atuar na decomposição.

Os menores teores de CR das camadas inferiores do *mulch* evidenciam a estreita dependência entre a proximidade do solo e a umidade da palha, bem como a transferência de água no interior do mulch. Em períodos úmidos, a liberação de C de menores quantidades de palha pode ser favorecida em função da alta umidade do mulch associado ao maior contato com o solo. Já em períodos secos, a liberação de C das maiores quantidades de palha pode ser favorecida em virtude da maior umidade do solo e do *mulch*.

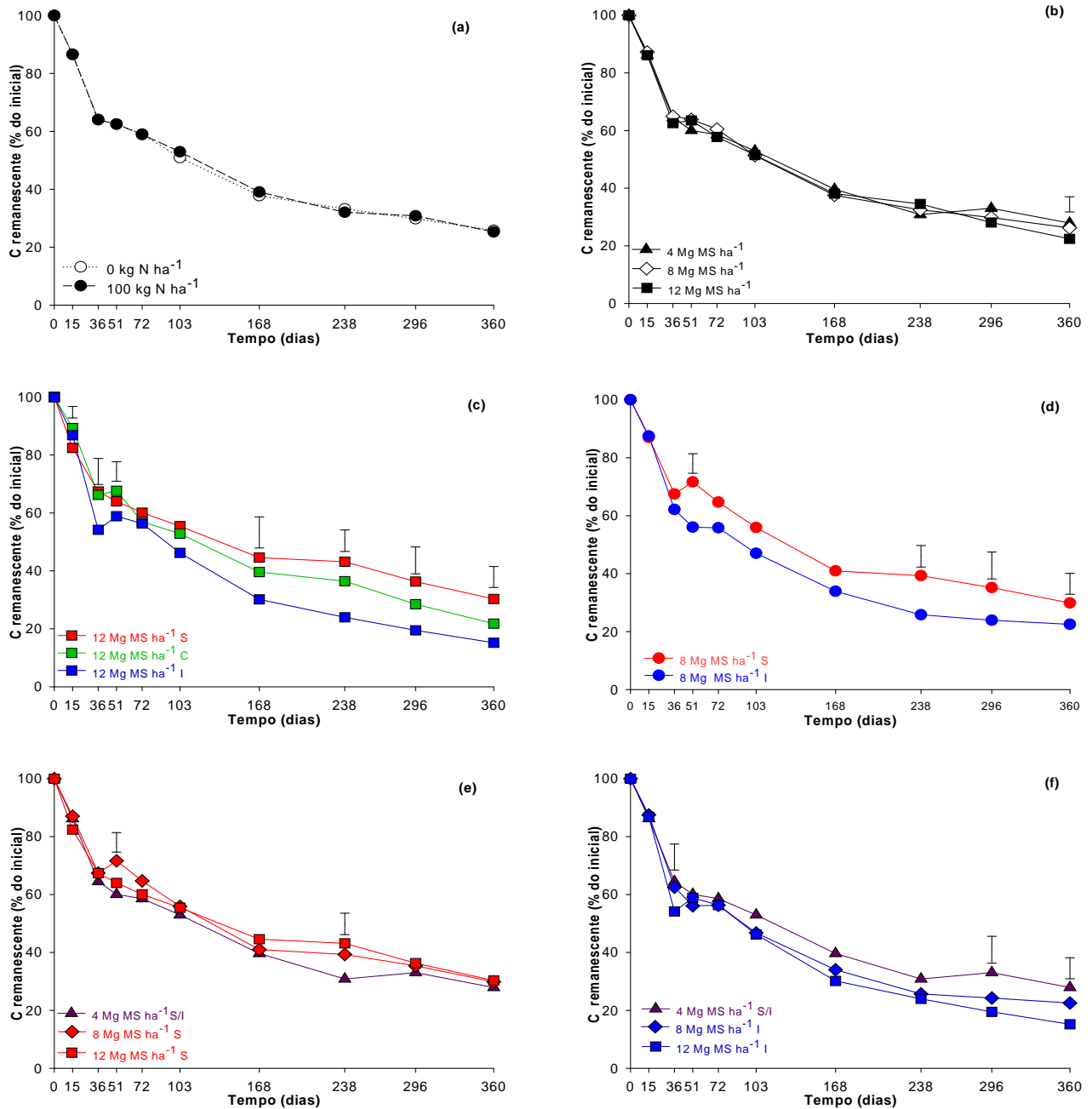


Figura 1. Carbono remanescente da palha de cana-de-açúcar com e sem aplicação de N (a), diferentes quantidades de palha de cana-de-açúcar (b), 12 Mg MS ha⁻¹ (c), 8 Mg MS ha⁻¹ (d), camadas superiores (e) e camadas inferiores (f). As barras verticais representam a diferença mínima significativa entre os tratamentos (Tukey a 5%).

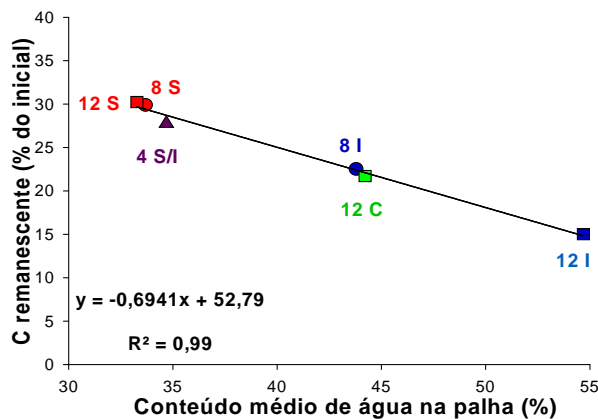


Figura 2. Correlação linear entre o carbono remanescente aos 360 dias e o teor médio de água nas camadas de palha (S: superior; C: Central; I: inferior) dos três tratamentos (4, 8 e 12 Mg MS ha⁻¹) durante os 360 dias do estudo.

Conclusões:

A ausência do efeito do contato na decomposição pode ter sido modulada pela dinâmica da água no *mulch*. Assim, maiores quantidades de palha podem apresentar quantidade de CR semelhantes a menores quantidades de palha, devido o efeito do contato sobre a decomposição ser compensado pela manutenção da umidade das camadas inferiores da palha em maiores espessuras de *mulch*.

A decomposição ocorre de forma heterogênea no interior do *mulch* e é regulada principalmente pela umidade da palha. Diante disso, as camadas de palha que possuem uma camada acima apresentam taxas de decomposição superiores quando comparadas as camadas mais distantes do solo em função de estarem protegidas contra a perda de água causada pela evaporação. Da mesma forma, as camadas de palha mais próximas ao solo também podem ser beneficiadas pela transferência de água para o *mulch*.

Referências bibliográficas

Alvares, C.A., Stape, J.L., Sentelhas, P.C., Gonçalves, J.L.M., Sparovek, G., 2013. **Köppen's climate classification map for Brazil**. Meteorologische Zeitschrift 22, 711-728.

Anjos, J.C.R. dos, Andrade Júnior, A.S. de, Bastos, E.A., Noletto, D.H., Melo, F. de B., & Brito, R.R. de. 2017. **Water storage in a Plinthtaqualf cultivated with sugarcane under straw levels**. Pesquisa Agropecuária Brasileira 52, 464–473.

Carvalho, J.L.N., Nogueirol, R.C., Menandro, L.M.S., Bordonal, R. de O., Borges, C.D., Cantarella, H., & Franco, H.C.J. 2016. **Agronomic and environmental implications of sugarcane straw removal: a major review**. GCB Bioenergy 9, 1181–1195.

Dietrich, G., Sauvadet, M., Recous, S., Redin, M., Pfeifer, I.C., Garlet, C.M., Bazzo, H., & Giacomini, S.J. 2017. **Sugarcane mulch C and N dynamics during decomposition under different rates of trash removal**. Agriculture, Ecosystems & Environment 243, 123–131.

EMBRAPA. 2013. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Embrapa Solos-Livros técnicos (INFOTECA-E).

Fortes, C., Trivelin, P.C.O., & Vitti, A.C. 2012. **Long-term decomposition of sugarcane harvest residues in Sao Paulo state, Brazil**. Biomass and Bioenergy 42, 189–198.

Giller, K.E., Corbeels, M., Nyamangara, J., Triomphe, B., Affholder, F., Scopel, E., & Tittonell, P. 2011. **A research agenda to explore the role of conservation agriculture in African smallholder farming systems**. Field Crops Research 124, 468–472.

Leal, M.R.L.V., Galdos, M. V., Scarpore, F. V., Seabra, J.E.A., Walter, A., & Oliveira, C.O.F. 2013. **Sugarcane straw availability, quality, recovery and energy use: A literature review**. Biomass and Bioenergy 53, 11–19.

Manochio, C., Andrade, B.R., Rodriguez, R.P., & Moraes, B.S. 2017. **Ethanol from biomass: A comparative overview**. Renewable and Sustainable Energy Reviews 80, 743–755.

OECD-FAO. 2017. **OECD-FAO Agricultural Outlook 2017-2026**. OECD Publishing, Paris.

Potrich, D.C., Marchetti, M.E., Potrich, D.C., Ensinas, S.C., Serra, A.P., Da Silva, E.F., & De Souza, N.H. 2014. **Decomposição de resíduos culturais de cana-de-açúcar submetidos a diferentes doses de nitrogênio**. Semina: Ciências Agrárias 35, 1751–1759.

Ramos, N.P., Yamaguchi, C.S., Pires, A.M.M., Rossetto, R., Possenti, R.A., Packer, A.P., Cabral, O.M.R., & Andrade, C.A. de. 2016. **Decomposição de palha de cana-de-açúcar recolhida em diferentes níveis após a colheita mecânica**. Pesquisa Agropecuária Brasileira 51, 1492–1500.

Souza Junior, J. G. de A. **Decomposição de diferentes doses de palhada de cana-de-açúcar e seu efeito sobre o carbono do solo**. 2015. Tese (Doutorado em Química na Agricultura e no Ambiente) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015.

Vitti, A.C., Trivelin, P.C.O., Cantarella, H., Franco, H.C.J., Faroni, C.E., Otto, R., Trivelin, M.O., & Tovajar, J.G. 2008. **Mineralização da palhada e crescimento de raízes de cana-de-açúcar relacionados com a adubação nitrogenada de plantio**. Revista Brasileira de Ciência do Solo 32, 2757–2762.