



## Decomposição em áreas com diferentes doses de remoção da palha de cana-de-açúcar no estado de São Paulo<sup>(1)</sup>.

**Laisa Gouveia Pimentel<sup>(2)</sup>; Rosane dos Reis Martins Saciloto<sup>(3)</sup>; Lana Maria de Oliveira<sup>(3)</sup>; Marcelo Augusto Fonseca<sup>(3)</sup>; Paulo Marcelo Bosco Mofatto<sup>(3)</sup>; Carlos Clemente Cerri<sup>(4)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos do Conselho Nacional de Pesquisa e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.

<sup>(2)</sup> Doutorando do Programa de Solos e Nutrição de Plantas; Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz"; Piracicaba, SP; pimentel.laisa@usp.br; <sup>(3)</sup> Estagiários; Centro de Energia Nuclear na Agricultura; <sup>(4)</sup> Professor; Centro de Energia Nuclear na Agricultura.

**RESUMO:** A taxa de decomposição de resíduos vegetais é regida, especialmente, pela sua quantidade adicionada ao solo e por fatores ambientais, como temperatura e precipitação. Nesse sentido, o objetivo do estudo foi avaliar a velocidade de decomposição de diferentes doses de palha de cana-de-açúcar removidas do solo em duas condições edafoclimáticas contrastantes. O estudo foi conduzido em condição de campo, nos municípios de Capivari - Unidade Bom Retiro BR, e Valparaíso - Unidade Univalém UV. O delineamento experimental foi composto por cinco doses de palha de cana-de-açúcar (25, 50, 75, 100 e 200% de palha) dispostos em quatro blocos e com cinco datas (30, 65, 110, 175 e 250 dias) pré-definidas de coleta do material no campo. O material foi coletado, limpo, pesado e seco para determinação da MS da palha. A quantidade de resíduo que retornou ao solo foi de 13,4 e 19 Mg ha<sup>-1</sup> na UV e BR, respectivamente. Esses resíduos tiveram decaimento da MS irregular ao longo do tempo, entre os tratamentos e entre os ensaios. Em relação à porcentagem final de decaimento da MS no ensaio BR não houve diferença entre os tratamentos. Já, no ensaio UV a menor dose apresentou a menor taxa de decaimento da MS e a maior perda foi na maior dose. Dessa forma, conclui-se que as doses de palha pouco afetaram a decomposição e que essa sofreu maior influência das diferentes condições edafoclimáticas.

**Termos de indexação:** resíduos, matéria seca.

bilhões de litros. Para isso, uma estratégia deve ser o uso do etanol de segunda geração (Palacios-Bereche et al., 2013). Essa estratégia tem ganhado destaque devido ao recente processo de colheita mecanizada da cana-de-açúcar, que deposita grandes quantidades de material vegetal ao solo, variando de 10 a 20 Mg de matéria seca ha<sup>-1</sup> (Leal et al., 2013).

Por um lado têm-se benefícios econômicos e ambientais na produção do etanol 2G. Por outro, têm-se benefícios da não retirada desse material sobre o solo e sobre o ambiente (Leal et al., 2013). Estudos têm reportado que a colheita mecanizada, aportando material orgânico, tem aumentado os estoques de C do solo (Canellas et al., 2010; Brandani et al., 2014).

Esse incremento no estoque de C advindo da deposição de biomassa vegetal é controlado, especialmente, pela dinâmica de decomposição desse material vegetal, bem como pela sua taxa de liberação de nutrientes (Thorburn et al., 2012). A taxa de decomposição de resíduos de plantas é regida pela quantidade e qualidade dos resíduos adicionados ao solo (García-Ruiz & Baggs, 2007), por fatores ambientais (Zhang et al., 2008), e pelo contato entre resíduo e solo (Thorburn et al., 2012).

Nesse sentido, o presente estudo tem como objetivo avaliar a velocidade da decomposição de diferentes doses de remoção da palha de cana-de-açúcar em duas condições edafoclimáticas contrastantes do estado de São Paulo.

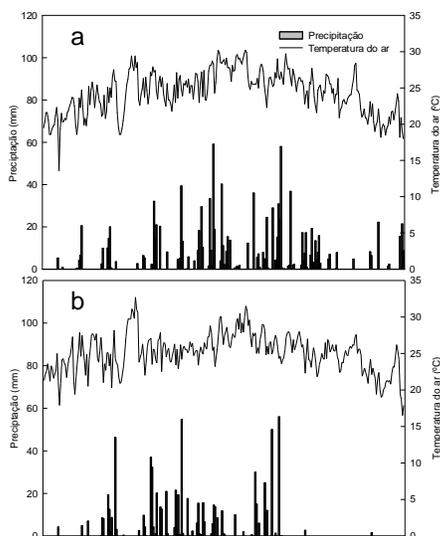
### INTRODUÇÃO

O Brasil não é apenas o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, mas também o primeiro na produção de açúcar e etanol e conquista, cada vez mais, o mercado externo com o uso do biocombustível (MAPA, 2014). Projeções do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2014) apontam que em 2019 a produção de etanol deverá alcançar 58,8

### MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em condição de campo, em duas diferentes áreas experimentais em ensaios instaladas em São Paulo. As áreas se localizam nos municípios de Capivari, Unidade Bom Retiro - BR (Lat.: 22°59'42" S; Long.: 47°30'34" O) e Valparaíso, Unidade Univalém - UV (Lat.: 21°14'48" S; Long.: 50°47'04" O). Cujos climas, segundo a classificação de Köppen, são

Cwa, característico do clima tropical de altitude, com chuvas no verão e seca no inverno, em BR e Aw, tropical chuvoso com inverno seco e com período chuvoso que se atrasa para o outono, na UV (CEPAGRI, 2015). As informações sobre temperatura e precipitação médias foram obtidas das estações meteorológicas de cada ensaio e estão contidas na **Figura 1**.



**Figura 1.** Dados meteorológicos (a) Unidade Bom Retiro, (b) Unidade Univalem

A seleção desses locais considerou os seguintes critérios: área tradicionalmente produtora de cana-de-açúcar; com colheita sem queima da palhada; com primeira colheita da cana; e com condições edafoclimáticas distintas.

A classificação, ao nível de ordem, dos solos de cada área foi realizada a partir da abertura de uma trincheira de 1 m para descrição morfológica de cada um desses solos. O solo de BR foi classificado como Latossolo e o da UV como Argissolo.

#### Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento experimental foi composto por cinco doses de palha de cana-de-açúcar (25, 50, 75, 100 e 200% (enleirado) de palha – **Tabela 1**) dispostos em quatro blocos e com cinco datas pré-definidas de coleta do material no campo. Desta forma, cada bloco foi composto por 25 parcelas (25 câmaras). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com os tratamentos dispostos em faixas.

O experimento foi instalado na estação seca, em agosto, logo após a colheita da cana. As diferentes quantidades de palha foram acondicionadas em câmaras de aço galvanizado de 0,5 x 0,5 m com diferentes alturas, de acordo com a porcentagem de palha a ser alocada em

cada câmara, e o conjunto foi fixado ao solo até a profundidade de 0,1 m. As câmaras foram cobertas com tela de aço galvanizado de 1" de malha, para evitar perda ou entrada de material externo.

**Tabela 1.** Doses de palha ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) por tratamento e por ensaio.

Ensaio	% de palha sobre o solo	Massa de palha sobre o solo ( $\text{Mg ha}^{-1}$ )
Bom Retiro (BR)	20	3,9
	47	9,0
	79	15,0
	100	19,0
	200	38,0
Univalem (UV)	31	4,3
	53	7,4
	74	10,3
	100	13,4
	200	26,8

#### Decomposição da Palhada

Para determinar a velocidade de decomposição da palha de cana-de-açúcar ao longo de 250 dias de experimento foram feitas cinco coletas de material, aos 30, 65, 110, 175 e 250 dias após a instalação do experimento. Além de uma coleta no dia da instalação do experimento para determinar a quantidade inicial de palha depositada sobre o solo.

O material coletado foi transportado, em sacos plásticos, para o Laboratório de Biogeoquímica Ambiental no Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA/USP), onde foi ligeiramente limpo, pesado e seco em estufa de ventilação forçada regulada para 60°C por 72 horas.

Posteriormente o material foi pesado e determinado o peso de matéria seca (MS) da palha, ao longo dos 250 dias de avaliação.

#### Análise estatística

Os dados das taxas de decomposição foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Analisaram-se as diferenças das médias das porcentagens de decaimento da MS entre os tratamentos em cada ensaio (BR e UV) separadamente e entre os ensaios dentro do mesmo tratamento. Quando as variáveis foram diferentes estatisticamente, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Sendo esses procedimentos realizados com o auxílio do programa estatístico ASSISTAT 7.7.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

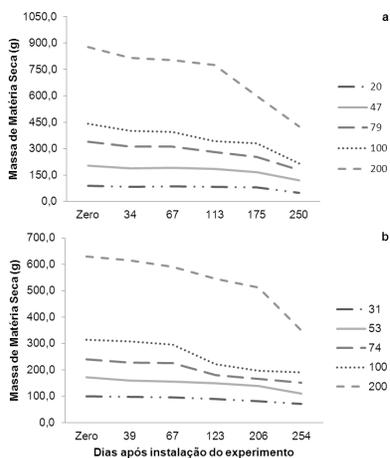
A quantidade de resíduo que retornou ao solo em sistemas de colheita de cana-de-açúcar

mecanizada nos ensaios avaliados foi grande, na ordem de 13,4 e 19 Mg ha<sup>-1</sup> na UV e BR, respectivamente (Tabela 1), se comparada a outras culturas, como o trigo, cevada e aveia que aportam ao solo em média 4,7, 4,8 e 6,8 Mg ha<sup>-1</sup> de MS, respectivamente (Curtin & Fraser, 2003). No entanto, foi semelhante ao encontrado por Spain & Hodgen (1994) que reportaram valores na ordem de 15 Mg ha<sup>-1</sup> para a resíduos de cana-de-açúcar.

Esses resíduos depositados sobre o solo tiveram decaimento da MS irregular ao longo do tempo, entre os tratamentos e entre os ensaios (Figura 2). Possivelmente, isso esteja ligado à irregularidade do clima durante o ano. Notadamente durante o tempo avaliado, agosto de 2014 a maio de 2015, a precipitação, especialmente no ensaio UV, se comportou de forma atípica, com menor precipitação no verão.

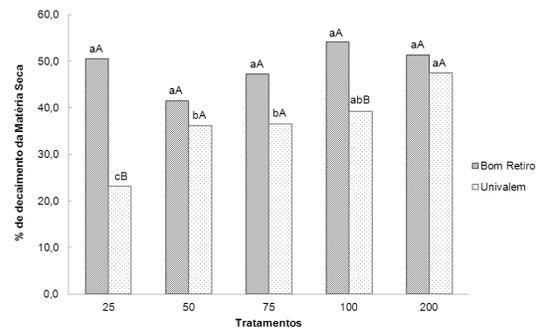
No entanto, essa sazonalidade do clima, com destaque para temperatura e precipitação (Figura 1), pode não refletir adequadamente a temperatura e a umidade na interface resíduo-solo, que é a região de interesse, já que é onde ocorre grande parte da decomposição efetivamente. O mesmo comportamento foi concernido em um estudo na Austrália com resíduos de cana-de-açúcar (Robertson & Thorburn, 2007).

Na figura 2, podemos observar que a decomposição foi mais significativa com o passar do tempo. Isso pode ser pelo maior grau de contato resíduo-solo, que possivelmente aumentou com o progresso da decomposição. Diferente do que Curtin & Fraser, 2003 expuseram em seu estudo, onde a maior taxa de decomposição, de 31-39%, ocorreu nos dois primeiros meses da instalação do experimento e não com o passar do tempo.



**Figura 2.** Dinâmica da decomposição da palha de cana-de-açúcar em 250 dias, (a) Unidade Bom Retiro e (b) Unidade Univailem

Em relação à porcentagem final de decaimento da MS (Figura 3) pode-se observar que no ensaio BR não houve diferença significativa ( $\alpha < 0,05$ ) entre os tratamentos, ou seja, a dose de palha não afetou a perda de MS final, tendo em média uma perda de 49%. Já em relação ao ensaio UV a menor dose (31%) apresentou a menor taxa de decaimento da MS, com apenas 23,2% de queda e a maior perda foi na maior dose (200%), com 47,6% de declínio da MS.



**Figura 3.** Porcentagem de decaimento da matéria seca. Letras minúsculas iguais significam que não houve diferença estatística significativa nas doses pelo Teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade. Letras maiúsculas iguais indicam que não houve diferença estatística significativa nos ensaios pelo Teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade.

Os resultados são corroborados por Abramo-Filho et al. (1993) que em 10 meses de condução do experimento encontraram perda de MS na ordem de 60%. Além disso, Fortes et al. (2012) encontraram valores de 72% de MS perdida em 12 meses de avaliação, o que difere um pouco do presente estudo pelo tempo de condução do experimento.

Oliveira et al. (2002) em condições edafoclimáticas muito parecidas às do ensaio BR, apresentou alta taxa de decaimento da MS, na ordem de 70%. Isso, diferente do que aconteceu no ensaio de BR e também no da UV, foi devido à aplicação da vinhaça, que por suas características, acarreta em aumento de nutrientes e umidade ao solo, acelerando sobremaneira a decomposição. O mesmo pode ser observado em estudo realizado por Robertson & Thorburn (2007) que apresentou elevadas taxas de decomposição na ordem de 82-98%, sendo justificada pela elevada precipitação que ocorreu na área durante o ano de avaliação e pela alta aplicação de uréia no início de desenvolvimento da cana-de-açúcar.

Por fim, vale destacar que outros fatores vinculados à decomposição, como qualidade do material, características do solo, entre outros, não foram discutidos no estudo. No entanto, esses são parâmetros a serem avaliados em estudos



futuros e são de suma importância para discutir com precisão a dinâmica do processo de decomposição da palha nos mais diversos cenários.

### CONCLUSÕES

As diferentes doses de palha pouco afetaram a decomposição.

A decomposição sofreu maior influência entre os ensaios, ou seja, das diferenças edafoclimáticas, especialmente da precipitação.

### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio da Empresa Raízen e a Delta CO<sub>2</sub> durante a instalação dos experimentos.

### REFERÊNCIAS

ABRAMO-FILHO, J.; MATSUOKA, S.; SPERANDIO, M. L.; RODRIGUES, R. C. D.; MARCHETTI, L. L. Resíduo da colheita mecanizada de cana crua. Álcool & Açúcar [Residues of sugarcane mechanical harvesting. Alcohol Sugar], 67; 23-5, 1993.

BRANDANI, C. B.; ABBRUZZINI, T. F.; WILLIAMS, S.; EASTER, M.; CERRI, C. E. P.; PAUSTIAN, K. Simulation of management and soil interactions impacting SOC dynamics in sugarcane using the Century Model. *Global Change Biology Bioenergy*, 2014.

CANELLAS, L. P.; BUSATO, J. G.; DOBBSS, L. B.; BALDOTTO, M. A.; RUMJANEK, V. M.; OLIVARES, F. L. Soil organic matter and nutrient pools under long-term non-burning management of sugar cane. *European Journal of Soil Science*, 61; 375-383, 2010.

CURTIN, D. & FRASER, P. M. Soil organic matter as influenced by straw management practices and inclusion of grass and clover seed crops in cereal rotations. *Australian Journal of Soil Research*, 41; 95-106, 2003.

FORTES, C.; TRIVELIN, P. C. O.; VITTI, A. C. Long-term decomposition of sugarcane harvest residues in Sao Paulo state, Brazil. *Biomass and Bioenergy*, 42; 189-198, 2012.

GARCIA-RUIZ, R. & BAGGS, E. M. N<sub>2</sub>O emission from soil following combined application of fertilizer-N and ground weed residues. *Plant and Soil*, 299; 263-274, 2007.

LEAL, M. R. L. V.; GALDOS, M. V.; SCARPARE, F. V.; SEABRA, J. E. A.; WALTER, A.; OLIVEIRA, C. O. F. Sugarcane straw availability, quality, recovery and energy use: A literature review. *Biomass and Bioenergy*, 53; 11-19, 2013.

PALACIOS-BERECHÉ, R.; MOSQUEIRA-SALAZAR, K. J.; MODESTO, M.; ENSINAS, A. V.; NEBRA, S. A.; SERRA, L. M.; LOZANO, M. Exergetic analysis of the integrated first- and second generation ethanol production from sugarcane. *Energy*, 62; 46-61, 2013.

ROBERTSON, F. A. & THORBURN, P. J. Decomposition of sugarcane harvest residue in different climatic zones. *Australian Journal of Soil Research*, 45; 1-11, 2007.

SPAIN, A. V. & HODGEN, M. J. Changes in the decomposition of sugarcane harvest residues during the decomposition as a surface mulch. *Biology Fertility Soils*, 17; 25-31, 1994.

THORBURN, P. J.; MEIER, E. A.; COLLINS, K.; ROBERTSON, F. A. Changes in soil carbon sequestration, fractionation and soil fertility in response to sugarcane residue retention are site-specific. *Soil & Tillage Research*, 120; 99-111, 2012.

ZHANG D, HUI D, LUO Y, ZHOU G. Rates of litter decomposition in terrestrial ecosystems: global patterns and controlling factors. *Journal Plant Ecology*, 1; 85-93, 2008.

OLIVEIRA, M. W.; TRIVELIN, P. C. O.; KINGSTON, G.; BARBOSA, M. H. P.; VITTI, A. C. Decomposition and release of nutrients from sugarcane trash in two agricultural environments in Brazil. In: CONFERENCE OF THE AUSTRALIAN SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS. PROCEEDINGS, CAIRNS, 24, 2002. p. 1-10.

CEPAGRI - Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura. Disponível em: <<http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/climados-municipios-paulistas.html>>. Acesso em 5 jun. 2015.

MAPA, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em 5 jun. 2015.