



Acúmulo e decomposição de diferentes resíduos de cultivos agrícolas no solo

Isaac da Silva Mendes^{1*}, Francisco de Assis Pereira Leonardo¹, João Costa Silva¹, João Valdenor Pereira Filho¹, Francisco de Assis Gomes Júnior¹

RESUMO: A manutenção de resíduos orgânicos no solo traz vários benefícios como melhorias para os atributos físicos, químicos e biológicos, sendo necessário conhecer a velocidade de decomposição dos diferentes resíduos. Neste sentido, objetivou-se com o estudo avaliar a taxa de decomposição de diferentes resíduos orgânicos, na superfície e enterrados no município de Uruçuí-PI. O experimento foi conduzido no período entre agosto de 2019 e julho de 2020, na área experimental da Universidade Estadual do Piauí – UESPI, campus de Uruçuí. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados (DBC), com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 4 x 2, sendo 4 resíduos orgânicos (restolho de soja, restolho de milho, restolho de milheto e serapilheira) e duas profundidades (superfície e enterrado), em quatro repetições. Foram avaliados, o material acumulado em cada tratamento, a velocidade de decomposição, coeficiente de decomposição (K) e o percentual remanescente. O percentual remanescente dos restos culturais de milho, milheto e soja após 300 dias enterrados e na superfície foram em torno de 10% e 30%, respectivamente. A serapilheira apresentou maiores valores em relação aos demais tratamentos, com percentual remanescente para superfície e enterrado entre 40% e 50%, respectivamente.

Palavras-chave: Restos culturais; serrapilheira; plantio direto.

Accumulation and decomposition of different residues from agricultural crops in soil

ABSTRACT: The maintenance of organic residues in the soil brings several benefits as improvements to the physical, chemical and biological attributes, being necessary to know the decomposition speed of the different residues. In this sense, the objective of the study was to evaluate the decomposition rate of different organic residues, on the surface and buried in the municipality of Uruçuí-PI. The experiment was carried out between August 2019 and July 2020, in the experimental area of the Universidade Estadual do Piauí - UESPI. The design used was in randomized blocks (DBC), with the treatments distributed in a 4 x 2 factorial scheme, being 4 organic residues (soy stubble, corn stubble, millet stubble and litter) and two depths (surface and buried), in four repetitions. The material accumulated in each treatment, the decomposition speed, decomposition coefficient (K), percentage remaining were evaluated. The remaining percentage of corn, millet and soybean remains after 300 days buried and on the surface were around 10% and 30%, respectively. The litter presented higher values in relation to the other treatments, with a percentage remaining for the surface and buried between 40% and 50%, respectively.

Keywords: Cultural remains; litter; decomposition coefficient.

INTRODUÇÃO

Nas regiões de clima tropical, em razão das condições elevadas de temperatura e umidade, a decomposição dos resíduos vegetais ocorre rapidamente, diminuindo a sua persistência sobre o solo, devendo-se atentar para a quantidade e durabilidade da palhada produzida pela espécie antecedente à cultura principal (ALVES et al., 1995).

Para reduzir a degradação dos solos agrícolas, a utilização de técnicas que têm como premissa a conservação das propriedades do solo e a sustentabilidade dos sistemas produtivos tem recebido importância (ALMEIDA et al., 2008).

A manutenção de resíduos orgânicos no solo traz vários benefícios como melhorias para os atributos físicos (agregação, umidade, densidade do solo),

químicos (aumento do carbono orgânico, do nitrogênio) e biológicos (maior atividade microbiana e enzimática do solo). Estudos realizados em diversas regiões do Brasil demonstraram que ocorrem aumentos na matéria orgânica e aumento da atividade microbiana do solo devido ao sistema de plantio direto quando comparado ao sistema convencional (CARNEIRO et al., 2009).

Entre as tecnologias agrícolas adotadas na região dos cerrados destaca-se o sistema plantio direto (SPD), implantado em seis milhões de hectares, com crescimento de 30% ao ano (KLUTHCOUSKI, STONE, 2003). O SPD é onde a palha e os restos vegetais (folhas, galhos, raízes e cascas) são deixados na superfície do solo, ou seja, é efetuado sem remover

solo inteiramente da cultura anterior. O solo é revolvido apenas no sulco onde são colocados sementes e fertilizantes. As plantas daninhas são controladas por herbicidas e não há preparo do solo além da mobilização no sulco de plantio (TEIXEIRA et al., 2006). O efeito benéfico SPD é o aumento da matéria orgânica no solo, onde é capitalizado mais carbono e nitrogênio e o não revolvimento do solo beneficia a biodiversidade, aprimorando a porosidade e a proliferação de inimigos naturais de pragas e doenças (AGRO ANALYSIS, 2017).

O sucesso do SPD está no fato de as palhadas acumuladas por culturas de cobertura e restos culturais de lavouras comerciais criarem ambientes favoráveis à recuperação e à manutenção da qualidade do solo. A adaptação de plantas mais aptas ao sistema de rotação e à cobertura de solo torna o sistema agrícola sustentável e favorece o meio ambiente (MENEZES, 2002).

O estudo da ciclagem de nutrientes minerais via decomposição de restos culturais, é fundamental para o conhecimento da estrutura e funcionamento de ecossistemas agrícolas, pois faz parte do processo de retorno de matéria orgânica e de nutrientes para o solo, sendo este considerado o meio mais importante de transferência de elementos essenciais da vegetação para o solo (VITAL et al., 2004).

A investigação dos processos da decomposição de materiais orgânicos é essencial para a compreensão da dinâmica dos seus ciclos nutricionais. Devido este ser um fator chave na manutenção do ecossistema, o processo de decomposição do material deve ser mais amplamente estudado e conhecido, especialmente nas condições dos trópicos, onde há grande ocorrência de solos com baixos níveis de nutrientes (SANTANA, SOUTO, 2011).

Para aferir a taxa de decomposição dos resíduos vegetais utiliza-se o método de sacolas de decomposição (*litterbags*). Ele permite a interação interna entre vários tipos de organismos, assim possibilitando um decaimento real do material na superfície do solo. De acordo com Berg, McLaugherty (2003), em relação à perda de massa foliar, com o uso do método de sacolas de decomposição, o experimento pode ser acompanhado até obter valores de 60 a 70% da perda de biomassa contida na sacola.

Neste contexto, a necessidade de pesquisas que identifique a velocidade de decomposição e o estoque de material orgânico no solo é de fundamental importância para o manejo e conservação adequados nos diversos cultivos agrícolas, principalmente em ambientes de clima tropical, onde as condições climáticas podem levar a uma taxa elevada de decomposição.

Objetivou-se com o estudo avaliar a taxa de decomposição de diferentes resíduos orgânicos, na superfície e enterrados no solo, em Uruçuí-PI.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período entre agosto de 2019 e julho de 2020, na área experimental da Universidade Estadual do Piauí – UESPI. Segundo a classificação de Köppen, o clima é Aw, tropical quente e úmido, com chuvas no verão e seca no inverno, com temperatura média anual de 26,1°C, umidade relativa do ar média anual de 64,2% e precipitação pluviométrica entre 800 e 1200 mm anuais (MEDEIROS et al., 2013).

Os restos vegetais utilizados (soja, milho (folhas) e milheto), foram coletados após a colheita na fazenda Almirante no município de Uruçuí – PI, nas coordenadas geográficas 7° 20' 59.0" S e 44° 31' 09.8" W. A serrapilheira foi coleta em um local com vegetação de mata nativa, nas coordenadas 7° 24' 39.70" S e 44° 54' 75.29" W.

A estimativa dos resíduos culturais foi feita após a colheita dos materiais estudados (soja, milho, milheto), onde foi utilizado um molde vazado com 1,0 m² de área, sendo lançado aleatoriamente em oito amostragens para cada material. Para a coleta da serrapilheira foi feito o mesmo procedimento, em um local de mata nativa. Após a coleta, os mesmos foram acondicionados em sacos devidamente etiquetados e foram secos em estufa a 65°C até obter peso constante e em seguida os materiais foram pesados em balança. Após a pesagem os dados foram transformados de g m⁻² para kg ha⁻¹.

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados (DBC), com tratamentos distribuídos em esquema fatorial 4 x 2, sendo 4 resíduos orgânicos (restolho de soja, milho e milheto e a serrapilheira) e duas profundidades (superfície e enterrado), em quatro repetições.

Para avaliar a decomposição, foi pesado 20,0 gramas de cada material para ser colocado em sacolas de náilon (*litterbags*). Para a confecção das sacolas foi utilizado tela de náilon de malha de 1,0 mm, as onde as sacolas tinham dimensões de 20,0 x 20,0 cm (Wieder & Lang, 1982).

O experimento foi iniciado em campo no dia 30 de agosto de 2019. Foram feitas 48 amostras de cada resíduo orgânico, essas amostras foram distribuídas em quatro áreas ao acaso, em duas profundidades, na superfície e enterrado no solo a 5,0 cm de profundidade.

As sacolas foram todas distribuídas na implantação e a cada 60 dias após a implantação do experimento foi retirado uma amostra na superfície e enterrada no solo de cada área. Após a coleta as amostras foram levadas ao laboratório onde foi retirado o excesso de solo presente, e em seguida as

mesmas foram colocadas em estufa para secagem a $\pm 65^{\circ}\text{C}$ até atingir a massa constante e após o tempo decorrido as amostras foram pesadas em uma balança. A massa residual foi determinada em balança analítica com precisão de 0,01 grama, onde foi estimado a taxa de decomposição do material em relação ao peso inicial (20,0 g). O percentual de material remanescente foi calculado através da equação 1.

$$\% \text{Remanescente} = \frac{MF}{MI} \times 100 \quad (\text{Equação 1})$$

Em que: MF: massa final (g); MI: massa inicial (g).

A taxa de decomposição (k) foi calculada utilizando a equação exponencial de primeira ordem (Equação 2):

$$C = C_0 e^{-kt} \quad (\text{Equação 2})$$

Em que: C: massa final das amostras; C_0 : massa inicial das amostras; t: tempo decorrido do experimento; k: constante de decomposição.

Para estimar o prazo de meia vida ou período para que 50% da biomassa seja transformada, utiliza-se a equação 3.

$$t_{0,5} = 2/k \quad (\text{Equação 3})$$

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e aplicado teste de Tukey para comparação entre os restos culturais para avaliar o acúmulo e análise regressão para a taxa de decomposição, utilizando o software SISVAR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção de biomassa acumulada dos resíduos estudados foi verificada na Figura 1. Houve diferença entre os tratamentos estudados, sendo a serapilheira coletada na mata nativa responsável pela maior produção de biomassa acumulada. Já entre as culturas estudadas, o milho foi a que apresentou maior biomassa acumulada, apresentando diferenças em relação aos cultivos de milho e soja que não se diferenciam entre si.

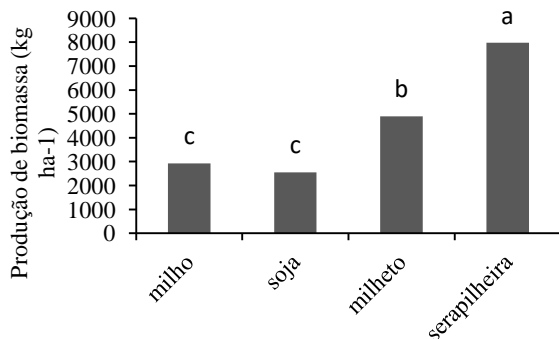


Figura 1. Acúmulo de biomassa vegetal de três culturas após a colheita e serapilheira de mata nativa no município de Uruçuí-PI.

A camada de biomassa acumulada é um fator condicionante para a manutenção da fertilidade do solo e sustentação do ecossistema, por constituírem

um importante processo de transferência de nutrientes da fitomassa para o solo (SILVEIRA et al., 2007).

De acordo com Godinho et al. (2015), diversos fatores podem proporcionar maior produção de serapilheira nas florestas, associados à magnitude dos fluxos energéticos que circulam o sistema, fluxos estes dependentes das características climáticas, florísticas e edáficas. Além disso, a biomassa acumulada adquire mais um papel fundamental, que é proteger o solo da ação direta da precipitação, principalmente nas primeiras precipitações (LOPES et al., 2009).

A velocidade de decomposição dos resíduos de soja pode ser observada na Figura 2. Pode-se observar que a decomposição dos materiais vegetais enterrados no solo foi maior, chegando a um percentual de material remanescente abaixo de 10%, diferente da porcentagem remanescente do material na superfície, chegando a um valor de 30% do material inicial.

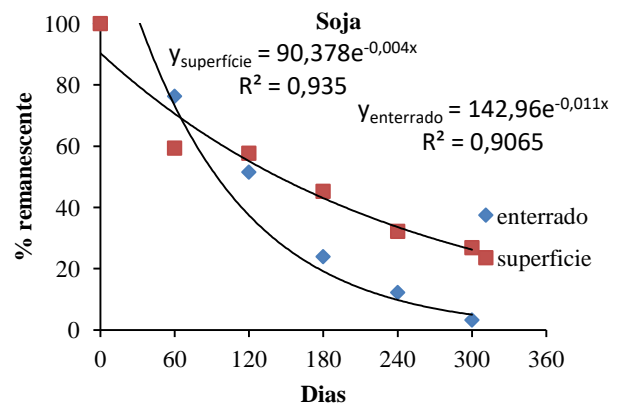


Figura 2. Velocidade de decomposição de restos culturais de soja na superfície e enterrado no sul do Piauí.

Pode-se observar também que os resíduos de soja enterrados tiveram uma maior velocidade de decomposição até os 180 dias após a implantação do experimento, diferente do material sobre a superfície, onde se mostrou uma curva de decomposição menos acentuada, tendo assim uma velocidade de decomposição constante. Fatores como a baixa relação de C/N e a necessidade de dessecação para a colheita (NUNES et al., 2010) podem contribuir para a alta degradabilidade de resíduos da soja, assim como a alta concentração de compostos (açúcares, amidos e proteínas) mais atraentes aos organismos decompositores e mais fáceis de decomposição (PRIMAVESI et al., 2002).

Os resultados obtidos para milho e milho foram expressos nas figuras 3 e 4, onde pode-se observar um padrão semelhante no processo de decomposição de ambos os materiais. Para os materiais dispostos na superfície, aos 150 dias, o percentual de material remanescente se aproximava de 50% do total; aos 300 dias, os valores apresentaram um valor aproximado de 30%. Para as amostras enterradas no solo, a

decomposição foi ainda mais rápida, onde, aos 120 dias o material remanescente apresentava valores abaixo de 40% tanto para o milho, quanto para o milheto, podendo ser comparado até com a soja. Aos 300 dias, para as amostras enterradas a porcentagem de material remanescente apresentou valores abaixo de 10%, para ambos os materiais.

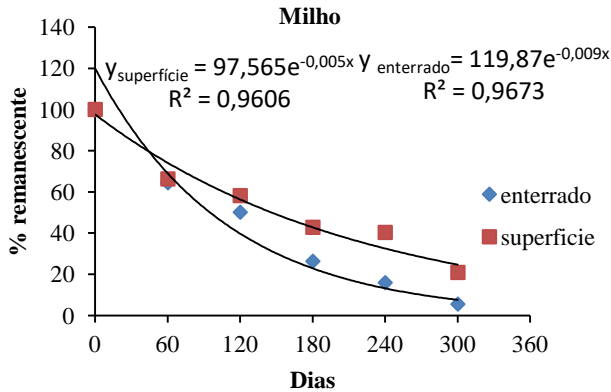


Figura 3. Velocidade de decomposição de restos culturais de milho na superfície e enterrado no sul do Piauí.

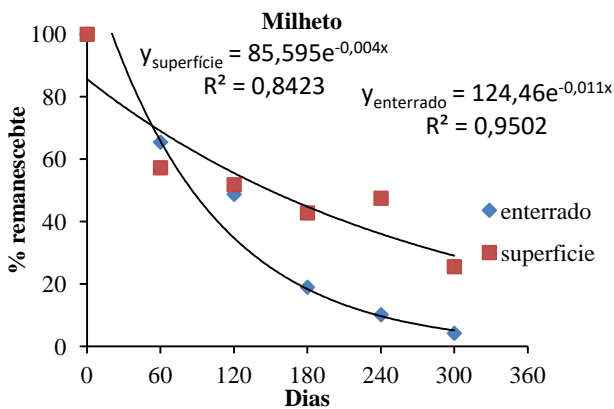


Figura 4. Velocidade de decomposição de restos culturais de milheto na superfície e enterrado no sul do Piauí.

A alta velocidade de decomposição dos materiais enterrados no solo em relação aos dispostos na superfície pode ser explicada por os mesmos estarem em maior contato com solo, onde, encontrasse condições favoráveis à proliferação de macro e microrganismos decompositores, acelerando assim o processo (FREITAS et al., 2012).

Observa-se na figura 5 que a dinâmica de decomposição da serapilheira para as amostras dispostas tanto na superfície quanto enterrado, apresentaram um padrão semelhante, onde após 150 dias, cerca de 40% do material já havia sido

decomposto e aos 300 dias o valor decomposto aproximava dos 60% do material. A baixa velocidade de decomposição da serapilheira, pode ser explicada pelos altos teores de lignina e tanino contidos na mesma (Lima et al., 2015). A lignina atua tornando a serapilheira mais resistente à decomposição química causada por bactérias e fungos, e o tanino menos palatável para a macro e mesofauna presente no solo (CORREIA, ANDRADE, 1999).

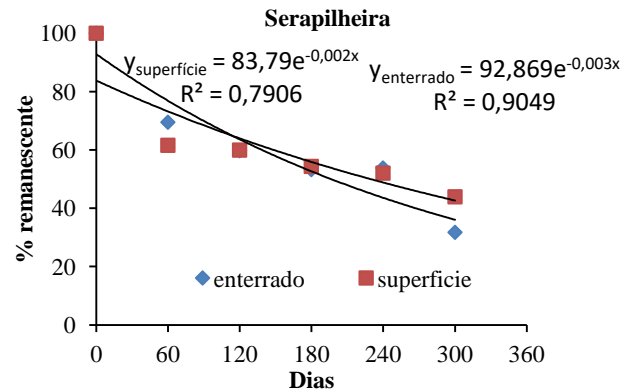


Figura 5. Velocidade de decomposição de serapilheira na superfície e enterrado no sul do Piauí.

Para os tratamentos soja, milho e milheto, a cinética de decomposição dos resíduos culturais, apresentou um padrão semelhante, com uma fase inicial de decomposição rápida, seguida por uma fase mais lenta. Após a primeira coleta, aos 60 dias, pode-se observar que a taxa de decomposição dos tratamentos soja, milho e milheto não apresentaram diferença na quantidade de material remanescente, o que foi presenciado de forma diferente por Rossi et al., (2013), onde ao estudarem a decomposição e liberação de nutrientes da palhada de braquiária, sorgo e soja no cerrado goiano, verificaram uma velocidade de decomposição mais rápida para as leguminosas em relação as gramíneas.

O tempo de meia vida indica a quantidade de dias para que ocorra 50% de decomposição do restante do material. Verifica-se na Tabela 1 o tempo de meia vida, onde o milho e a serapilheira apresentaram os maiores valores, com 2582,25 dias, seguido por soja com 2263,15 dias e milheto com 2258,57 dias. O percentual remanescente dos restos culturais soja, milho e milheto, apresentaram valores semelhantes e a serapilheira se destacou, apresentando uma biomassa final de 37,5%.

Tabela 1. Biomassa final, coeficiente de decomposição (K), tempo necessário para decompor 50% do restante do material (T_{0,5}), expresso em meses dias e anos, nas condições de Uruçuí-PI.

Tratamentos	Biomassa final (%)	K	T _{0,5} (meses)
Soja	15	0,0092	75,44
Milho	13	0,0093	86,07
Milheto	14,5	0,0092	75,29
Serapilheira	37,5	0,0081	86,07

CONCLUSÕES

O percentual remanescente dos restos culturais de milho, milheto e soja após 300 dias enterrados e na superfície foram em torno de 10% e 30%, respectivamente.

A serrapilheira apresentou maior percentual remanescente para superfície e enterrado entre 40% e 50%.

A serrapilheira apresentou o menor coeficiente de decomposição (K).

REFERÊNCIAS

AGRO ANALYSIS. **Agro Analysis a revista do negócio da FGV**. As Vantagens do Plantio Direto 2017. Disponível em: <<http://www.agroanalysis.com.br/>>. Acesso em: junho de 2020.

ALMEIDA, M. D. C., TRINDADE, A. V., MAIA, I. C. S., MARQUES, M. C. Influências dos diferentes sistemas de manejo no comportamento da microbiota do solo em áreas sob cultivo de mamão na região de Cruz das Almas, BA. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, vol. 8, n.1 p. 67-75, 2008.

ALVES, A.G.C., COGO, N.P., LEVIEN, R. Relações da erosão do solo com a persistência da cobertura vegetal morta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 19, p. 127-132, 1995.

BERG, B.; MCCLAUGHERTY, C. **Plant litter: decomposition, humus formation, carbon sequestration**. Berlin: Springer, 2003. 286p.

CARNEIRO, M. A. C., SOUZA, E. D., REIS, E. F., PEREIRA, H. S., AZEVEDO, W. R. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de Cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência de Solo**, v. 33, p. 147-157, 2009.

CORREIA, M. E. F.; ANDRADE A. G. Formação de serapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. Editores. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Gênesis; 1999.

FREITAS, M. S. C., ARAÚJO, C. A. S., SILVA, D. J. Decomposição e liberação de nutrientes de esterco em função da profundidade e do tempo de incorporação. **Revista Semiárido de Visu**, v. 2, p. 150-161, 2012.

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F. Palhada de braquiária no sistema plantio direto. In: KLUTHCOUSKI, J., AIDAR, H., STONE, L. F. **Integração lavoura pecuária: agregação de valores, custo e sustentabilidade**. Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás. Cap. 18. 570 p. 2003.

LIMA, R. P., FERNANDES, M. M., FERNANDES, M. R. M., MATRICARDI, E. A. T. Aporte e Decomposição da Serapilheira na Caatinga no Sul do Piauí. **Revista floresta e ambiente**, v.22, n. 1, p. 42-49, 2015.

LOPES, J.F.B., ANDRADE, E.M., LOBATO, F.A.O., PALACIO, H.A.Q., ARRAES, F.D.D. Deposição e decomposição de serapilheira em área da Caatinga. **Revista Agro@ambiente On-line**, v.3, n.2, p.72-79, 2009.

GODINHO, T. O., CALDEIRA, M. V. W., BRUN, E. J. Ciclagem de nutrientes via serapilheira em ecossistemas florestais naturais no Brasil. In: FARIA, A. B.C., BRUN, E. J., FERRARI, F. **Ciências Florestais e Biológicas**, Curitiba, PR. 2015p. 13-52.

MEDEIROS, R. M., SILVA, V. P. R., FILHO, M. F. G. Análise Hidroclimática da Bacia Hidrográfica do Rio Uruçuí Preto. **Revista de Engenharia e Tecnologia**. v. 5, nº. 4, p. 151-163, 2013.

MENEZES, L. A. S. **Alteração de propriedades químicas e físicas do solo em função da fitomassa de plantas de cobertura**. 2002. 73p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

NUNES, T., ALBUQUERQUE FILHO, M. R., ALVARENGA, R. C. Avaliação da taxa de decomposição da palhada de ciclagem de nutrientes com o método de sacos de decomposição (Litter Bags). In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA PIBIC/BIC JÚNIOR, 1, 2010, Sete Lagoas. Anais. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010.

PRIMAVESI, O., PRIMAVESI, A.C., ARMELIN, M.J.A. Qualidade mineral e degradabilidade potencial de adubos verdes conduzidos sobre Latossolos, na região tropical de São Carlos, SP, Brasil. **Revista de Agricultura**, v. 77, p. 89-102, 2002.

ROSSI, C. Q., PEREIRA, M. G., GIÁCOMO, S. G., BETTA, M., POLIDORO, J. C. Decomposição e liberação de nutrientes da palhada de braquiária, sorgo e soja em áreas de plantio direto no cerrado goiano. **Semina: Ciências Agrárias**, Recife, v. 34, n. 4, p. 1523-1534, 2013.

WIEDER, R.K. & LANG, G.E. A critique of the analytical methods used in examining decomposition data obtained from litter bags. **Ecology**, v. 63, p. 1636-1642, 1982.