AGRARIAN
OPEN ACCESS
e-ISSN: 1984-2538

Decomposição de resíduos de plantas forrageiras em função da utilização de bioativador

Decomposition of forage plant residues as a function of use bioactivator

Tayla Évellin de Oliveira
Universidade José do Rosário Vellano – Unifenas
E-mail: taylaeoliveira@hotmail.com
Orcid: https://orcid.org/0000-0001-5184-6549

Paola Cristina de Piza
Universidade José do Rosário Vellano – Unifenas
E-mail: paolacristinapiza@gmail.com
Orcid: https://orcid.org/0000-0002-0759-9760

José Ricardo Mantovani
Universidade José do Rosário Vellano – Unifenas
E-mail: jose.mantovani@unifenas.br
Orcid: https://orcid.org/0000-0002-9817-8143

Ligiane Aparecida Florentino
Universidade José do Rosário Vellano – Unifenas
E-mail: ligiane.florentino@unifenas.br
Orcid: https://orcid.org/0000-0001-9092-3017

Data de recebimento: 22/07/2021
Data de aprovação: 08/05/2022
DOI: https://doi.org/10.30612/agrarian.v14i54.14983

Resumo: O conhecimento das características de decomposição e liberação de nutrientes de resíduos vegetais é de suma importância para o sistema produtivo e possui papel fundamental na conservação e no manejo da fertilidade do solo. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do bioativador na decomposição de diferentes resíduos vegetais adicionados ao solo e nos teores de fósforo disponível. Foram utilizados cinco tratamentos, sendo quatro resíduos provenientes da parte aérea de *Brachiaria humidicola*, *B. ruziziensis*, *Crotalaria juncea* e *Cajanus cajan* e um controle negativo (sem resíduo vegetal), associado ou não à aplicação do bioativador de solo na dose de 600g ha^{-1}. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5x2, com três repetições por tratamento. A decomposição dos resíduos foi medida por meio da evolução de C-CO_2, em amostragens semanais, por um período de 56 dias e os teores de P dados por meio de análise química do solo ao fim do experimento. O uso do bioativador de solo não contribuiu de forma positiva para o acúmulo de carbono evoluído e teores de fósforo.

Palavras-chave: Adubação verde. Bioativação. Evolução CO_2. Mineralização.

Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

AGRARIAN
OPEN ACCESS
e-ISSN: 1984-2538

Abstract: The knowledge of the characteristics of decomposition and release of nutrients from plant residues is of paramount importance for the production system and has a fundamental role in the conservation and management of soil fertility. The objective of this study was to evaluate the effect of bioactivator on the decomposition of different plant residues added to the soil and on the levels of available phosphorus. Five treatments were used, being four residues from the aerial part of *Brachiaria humidicola*, *B. ruziziensis*, *Crotalaria juncea* and *Cajanus cajan* and a negative control (no plant residue), associated or not with the application of soil bioactivator at a dose of 600g ha^{-1}. The experimental design used was entirely randomized, in a 5x2 factorial scheme, with three replicates per treatment. The decomposition of the residues was measured by means of the evolution of CO_2-C, in weekly samplings, for a period of 56 days and the levels of P given by chemical analysis of the soil at the end of the experiment. The use of the soil bioactivator did not contribute positively to the accumulation of evolved carbon and phosphorus levels.

Keywords: Green manure. Bioactivation. CO_2 evolution. Mineralization.

1 Introdução

O solo atua como um dos principais substratos utilizados para a produção de alimentos, no entanto, o uso intensivo de máquinas agrícolas, agrotóxicos e fertilizantes químicos vem comprometendo essa importante função, provocando o aumento significativo de áreas degradadas (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2015). Com isso, verifica-se a insustentabilidade dos sistemas de produção agrícola, apresentando consequências negativas sobre o meio ambiente, à saúde humana e a segurança alimentar (Silva *et al*., 2021). Além disso, a degradação do solo também está associada à redução dos serviços ecossistêmicos, como por exemplo, o fornecimento de água potável, fibras, combustível, sequestro de carbono e regulação do clima e doenças (Turetta, Castro, Polidoro, 2017).

Baseado nisso, são necessárias a adoção de técnicas conservacionistas visando conciliar o aumento da produção de alimentos e o uso intensivo do solo com a sustentabilidade. Nesse sentido, tem-se que os microrganismos do solo exercem função chave nesse processo, visto que realizam diversas funções como a decomposição e mineralização da matéria orgânica e compostos xenobióticos, participação nos ciclos dos elementos no solo e o estabelecimento de interações ecológicas com as plantas, contribuindo para a produção vegetal sustentável (Santos *et al*., 2020). Dessa forma, o uso de produtos que favoreçam o desenvolvimento e atividade dos microrganismos no solo apresenta grande importância diante dos desafios futuros de aumentar a produção de alimentos sem a expansão de novas áreas.

Os bioativadores de solo são produtos que favorecem a atuação dos microrganismos do solo, contribuindo para a melhoria das propriedades físicas e químicas (Franco Jr, Terra, Teruel, Mantovani, Florentino, 2018; Franco Jr, Florentino, Dias, Franco, 2019). Além disso, de acordo com Fernandes, Santinato e Silva (2010), esses produtos aumentam a disponibilidade de fósforo (P) no solo, por meio do estímulo de microrganismos que atuam na disponibilização do P adsorvido. No entanto, além da comunidade microbiana, o próprio processo de decomposição de resíduos vegetais pode contribuir para o aumento da disponibilidade de nutrientes. Isso ocorre devido à liberação de ácidos orgânicos, os quais atuam eficientemente no aumento da disponibilidade de nutrientes no solo, com ênfase para o P (Pavinato & Rosolem, 2008).

Entretanto, deve-se considerar também que a taxa de decomposição de resíduos vegetais é um processo complexo influenciado por diversos fatores como condições do solo, clima, comunidades microbianas e características químicas do resíduo. Considerando o exposto, observa-se que são necessários estudos visando analisar a dinâmica de decomposição de resíduos vegetais após aplicação do bioativador de solo e correlacionar com os teores de fósforo disponível. Baseado nisso, este trabalho teve

Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

como objetivo avaliar o efeito do bioativador na decomposição de diferentes resíduos vegetais adicionados ao solo e nos teores de fósforo disponível.

2 Materiais e Métodos

Caracterização do material vegetal

O material vegetal utilizado foi coletado em um campo agrostológico da Universidade José do Rosário Vellano - Unifenas, em Alfenas, Minas Gerais, sendo proveniente da parte aérea de gramíneas e leguminosas. As plantas de cobertura utilizadas no experimento foram: *Brachiaria humidicola*, *B. ruziziensis*, *Crotalaria juncea* e *Cajanus cajan*.

Após a coleta, o material foi seco em estufa de circulação forçada de ar a 55ºC por 72 horas para caracterização da composição bromatológica. Posteriormente, o material foi moído em moinho do tipo Willey e passado em peneiras de um mm. Determinaram-se os teores de matéria seca (MS) a 105ºC (Association of Official Analytical Chemist [AOAC], 2005), proteína bruta (PB) pelo método micro-Kjeldahl (AOAC, 2005), fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA) pelo método de partição de fibras proposto por Van Soest, Robertson e Lewis (1991), extrato etéreo (EE) por extração direta (AOAC, 2005) e matéria mineral (MM) por meio de incineração a 550°C (AOAC, 2005) (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização bromatológica do material vegetal selecionado para o ensaio.

Material vegetal	Composição bromatológica (%)					
	MS	PB	FDN	FDA	EE	MM
Brachiaria humidicola	89,58	7,71	71,13	35,96	2,16	6,28
Brachiaria ruziziensis	91,04	5,27	73,45	43,46	1,05	5,58
Crotalaria juncea	88,00	19,79	42,01	22,08	4,52	9,99
Cajanus cajan	89,70	21,74	52,64	35,24	4,92	5,86

Preparo do solo e delineamento experimental

O solo utilizado foi proveniente da camada de 0-20 cm de uma área experimental da Unifenas. A caracterização química foi realizada de acordo com Raij, Andrade, Cantarella e Quaggio (2001), cujos valores são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Caracterização química do solo do tipo Latossolo Vermelho distrófico utilizado no experimento.

pH	P	K	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Al^{3+}	H+Al	SB	T	V	MO
H_2O	-- mg dm^{-3}		---------- $cmol_c$ dm^{-3} ----------						%	g dm^{-3}
5,8	8	133	2,0	1,0	0,2	3,4	3,3	6,7	49	20

P: Fósforo; K: Potássio; Ca^{2+}: Cálcio; Mg^{2+}: Magnésio; Al^{3+}: Alumínio (Acidez trocável); H+Al: Acidez potencial; SB: Soma de bases; t: CTC efetiva; T: CTC potencial; V (%): Saturação por bases; MO: Matéria orgânica.

O bioativador utilizado foi o de solo na dose de 600g ha^{-1}, de acordo com a recomendação do fabricante (Penergetic®, 2019). O produto foi pesado em balança de precisão e posteriormente aplicado no solo um dia antes dos resíduos vegetais. A umidade do solo foi elevada a 70% de sua capacidade de campo e manteve-se próxima a esta condição durante todo o ensaio, considerando que o sistema era fechado.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 (quatro resíduos e um controle negativo) x 2 (uso ou não do bioativador), com três repetições por tratamento. O controle negativo constituiu-se de uma câmara de incubação sem resíduo.

Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

Condução, avaliação e análise estatística

As câmaras de incubação foram preparadas de acordo com Monteiro, Cantarutti, Nascimento Jr, Regazzi e Fonseca (2002), onde foram colocados 2g de resíduo vegetal moídos e passados por peneira de um mm sobre 100cm^3 de solo.

Dentro de cada câmara de incubação foi colocado um frasco contendo 40 ml de hidróxido de sódio (NaOH) 0,25 mol/l. O C-CO_2 evoluído foi dosado por meio da transferência de uma alíquota de 10 ml da solução de NaOH 0,25 mol/l para um erlenmeyer, ao qual foram adicionados 10 ml de cloreto de bário ($BaCl_2$) 0,025 mol/l e três gotas de fenolftaleína 1% como indicador (Monteiro *et al*., 2002).

A titulação foi realizada com ácido clorídrico (HCl) 0,1 mol/l até a solução virar de violeta para incolor, semanalmente, pelo período de 56 dias.

A taxa de evolução de C-CO_2 foi calculada seguindo a fórmula adaptada de Moreira e Siqueira (2006):

$$CO_2 \text{ mg kg}^{-1} \text{ de solo seco } = \frac{[(Vo - V)x\ 1{,}1\ x\ 1000]}{PSS}$$

Em que: Vo é o volume de HCl utilizado para titular o branco, em mL; V é o volume de HCl utilizado para titular a amostra, em mL; 1,1 é o fator de conversão (1 mL NaOH 0,05M = 1,1 mg de CO_2); 1000 para ter o resultado expresso em kg de solo seco; e PSS, peso do solo seco.

Ao final do experimento, o solo foi seco e conduzido para o laboratório para determinação do teor de P-Mehlich.

Os dados referentes à evolução de C-CO_2 e P disponível foram submetidos à análise de variância, empregando-se o programa de análise estatística Sisvar, versão 5.3. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Scott-Knott à nível de 5% de probabilidade (Ferreira, 2019).

3 Resultados e Discussão

Não foi observada contribuição positiva da associação dos resíduos vegetais e uso do bioativador para o acúmulo de carbono evoluído e teores de P.

Na tabela 3 estão apresentados os valores do acúmulo de C-CO_2 evoluído dos diferentes tratamentos contendo os resíduos vegetais, associados ou não ao bioativador.

Tabela 3. Carbono evoluído (C-CO_2) após 56 dias de incubação com diferentes resíduos vegetais, associados ou não ao uso do bioativador de solo.

Material vegetal	C-CO_2 (mg kg^{-1} de solo seco)	
	Com Bio	Sem Bio
Brachiaria humidicola	660,56 Bb	906,95 Ba
Brachiaria ruziziensis	831,55 Ab	1522,12 Aa
Crotalaria juncea	503,33 Ba	650,55 Ca
Cajanus cajan	259,59 Cb	600,32 Ca
Controle negativo	56,58 Da	133,82 Da

*Médias seguidas de letras iguais, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade (Coeficiente de Variação: 18.37%; Com bio: Aplicação de bioativador; Sem bio: Sem aplicação de bioativador; Controle negativo: Sem resíduo vegetal)

Observou-se que houve grande variação na quantidade acumulada de C-CO_2 evoluído, sendo que o resíduo de *B. ruziziensis* proporcionou o maior valor. De modo geral, as gramíneas são caracterizadas por possuírem alta relação C/N (Perin, Santos, Urquiaga, Guerra, Cecon, 2004; Ziech *et al*., 2015), no entanto, os resíduos de *B. ruziziensis* e *B. humidicola* apresentaram comportamento de rápida decomposição. Também, foi verificada a importância do uso de gramíneas e leguminosas como plantas

Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

de cobertura, as quais promoveram maiores taxas de evolução em relação ao controle negativo (Tabela 3).

O uso do bioativador não exerceu influência no tratamento com *C. juncea* e no tratamento controle negativo. Já em relação aos tratamentos com *B. ruziziensis*, *B. humidicola e C. cajan*, o uso do bioativador promoveu redução nas taxas de C-CO_2. Pode-se inferir que o bioativador pode ter reduzido a atividade dos microrganismos nativos presentes no solo.

Esse resultado demonstra o efeito benéfico da utilização de cobertura vegetal, apresentando, portanto, grande importância prática, visto que há uma crescente demanda por produções mais sustentáveis. A maior decomposição desses resíduos resulta em uma maior ciclagem de nutrientes, logo, o uso de gramíneas e/ou leguminosas como plantas de cobertura na forma solteira ou consorciada podem contribuir minimizando a aplicação de insumos e reduzindo a degradação ambiental (Oliveira, Terra, Franco Jr, Calegari, Florentino, 2020), entre outras vantagens (Salomão, Kriebel, Santos, Martins, 2020). No que se refere ao bioativador, resultados distintos foram observados por Franco Jr *et al*. (2019) que relatam interação positiva entre cobertura vegetal e bioativador em parâmetros microbiológicos.

Analisando a evolução do acúmulo de C-CO_2 ao longo dos 56 dias, verificaram-se poucas variações até a quinta semana de incubação. Um pico de maior liberação foi observado entre a quinta e sexta semana para os resíduos de *B. ruziziensis* e *C. juncea*, comportamento distinto ao observado para *B. humidicola*, que apresentou queda na liberação nesse mesmo período (Figura 1).

Estes picos de C-CO_2 podem ser atribuídos ao efeito *priming*, o qual o solo ao entrar em contato com alguma fonte de carbono estimula a atividade microbiana e a MO que está em dormência e acelera seu processo de decomposição (Kuzyakov, Friedel, Sthar, 2000), resultando em aumento na evolução de C-CO_2 (Loss, Moraes, Pereira, Silva, Anjos, 2013). Já o aumento do pico seguido de decréscimo ocorre devido à morte dos microrganismos pela falta de substrato, sendo que estes que morreram fornecem energia para outros, que se multiplicam e geram um novo aumento no pico de evolução (French *et al*., 2009). Loss *et al*. (2013) e Cabreira *et al*. (2021) observaram um modelo semelhante.

Em relação aos teores de P, observou-se que houve interação entre os resíduos vegetais e uso do bioativador (Tabela 4). O resíduo de *C. juncea* apresentou o maior teor de P e esse resultado possivelmente ocorreu pelo fato das leguminosas possuírem maior eficiência de aquisição e utilização de nutrientes do que as gramíneas (Rao, Borrero, Ricaurte, Garcia, Ayarza, 1997; Duarte Jr & Coelho, 2008), proporcionando retorno ao solo via mineralização da biomassa.

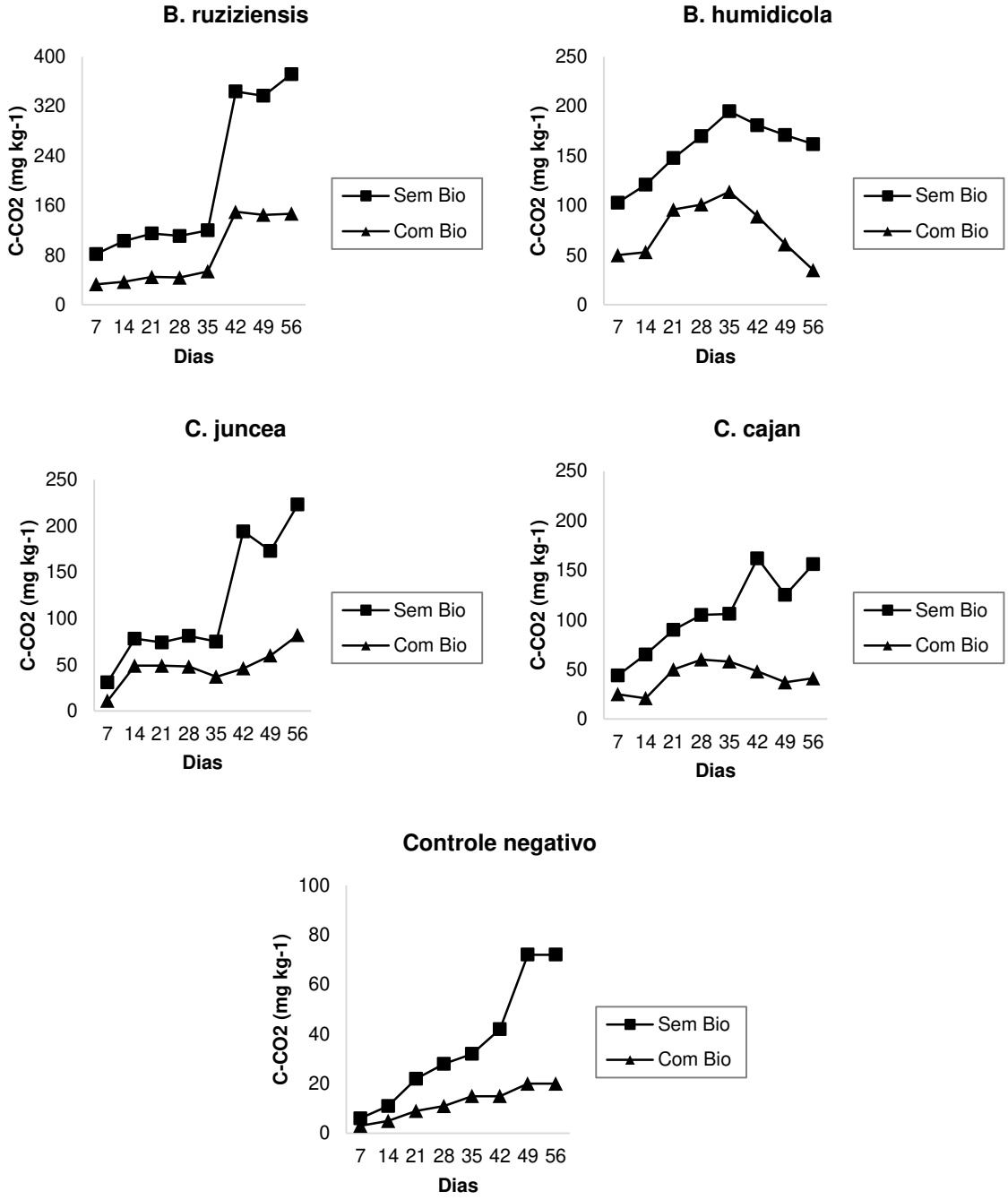
Quanto ao uso do bioativador, foi observado que este exerceu influência somente nos tratamentos com *B. humidicola e C. juncea*. A literatura relata que os bioativadores ocupam os sítios de adsorção de P, aumentando sua disponibilidade e otimizando seu uso (Tirloni, Vitorino, Novelino, Tirloni, Coimbra, 2009). No entanto, do ponto de vista agronômico a variação entre os teores de P (com e sem bioativador) foi muito pequena e está na mesma classe de disponibilidade (Ribeiro, Guimarães, Alvarez, 1999).

De um modo geral não foi possível estabelecer uma relação direta entre aumento nos teores de P e bioativador de solo, corroborando com os resultados obtidos por Santos, Oliveira e Pinto (2021).

A taxa de decomposição de resíduos e a liberação de nutrientes provenientes de diferentes espécies vegetais são influenciadas por diversos fatores como a relação C/N, qualidade e quantidade do resíduo, sistema de uso aplicado, condições climáticas e a microbiologia do solo (Araujo, Fraga, Andrade, Rosa, 2008; Loss *et al*., 2013; Hentz, Carvalho, Luz, Barcellos, 2014), o que pode interferir diretamente na eficiência do uso dos bioativadores de solo.

Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

Figura 1. Carbono evoluído (C-CO_2) ao longo dos 56 dias com diferentes resíduos vegetais, associados ou não ao uso do bioativador de solo. Com bio: Aplicação de bioativador; Sem bio: Sem aplicação de bioativador; Controle negativo: Sem resíduo vegetal).



Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

Tabela 4. Teores de fósforo (P) após 56 dias de incubação com diferentes resíduos vegetais, associados ou não ao uso do bioativador de solo.

Material vegetal	P (mg dm^{-3})	
	Com bio	Sem bio
Brachiaria humidicola	6,33 Ca	5,33 Cb
Brachiaria ruziziensis	6,00 Ca	5,66 Ca
Crotalaria juncea	9,33 Aa	8,33 Ab
Cajanus cajan	7,66 Ba	7,00 Ba
Controle negativo	4,33 Da	4,33 Da

*Médias seguidas de letras iguais, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade (Coeficiente de Variação: 8.03%; Com bio: Aplicação de bioativador; Sem bio: Sem aplicação de bioativador; Controle negativo: Sem resíduo vegetal)

5 Conclusão

O resíduo de *Brachiaria ruziziensis* apresentou a maior taxa de decomposição.

O resíduo de *Crotalaria juncea* proporcionou o maior teor de fósforo.

O uso do bioativador de solo não contribuiu de forma positiva para o acúmulo de carbono evoluído e teores de fósforo.

Estudos posteriores devem ser realizados visando avaliar a dinâmica de decomposição e a liberação de nutrientes desses resíduos em campo.

6 Declaração de conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses no presente estudo.

7 Agradecimentos

À Fundação de Amparo à pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pela concessão da bolsa de doutorado à discente Tayla Évellin de Oliveira.

6 Referências

Araujo, K. D., Fraga, V. S., Andrade, A. P., & Rosa, P. R. O. (2008). Avaliação da atividade microbiana baseada na produção de C-CO2 em uma área de caatinga no Cariri Paraibano. *Revista Caatinga*, 21(3), 221-230.

Association of Official Analytical Chemist. (2005). *Official methods of analysis*, 18thedn. AOAC, Maryland. 1094p.

Cabreira, W. V., Pereira, M. G., Mendonça, V. M. M., Moreira, R. P., Santana, J. E. D. S., & Leles, P. S. D. S. (2021). Effect of strategies for controlling spontaneous plants on the quality of soil organic matter and soil fertility. *Revista Ciência Agronômica*, 52(1), e20196697. https://doi.org/10.5935/1806-6690.20210012

Duarte Júnior, J. B., & Coelho, F. C. (2008). Adubos verdes e seus efeitos no rendimento da cana-de-açúcar em sistema de plantio direto. *Bragantia*, 67(3), 723-732. https://doi.org/10.1590/S0006-87052008000300022

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations (2015). *Ano Internacional dos Solos.* Disponível em: http://faostat.fao.org/. Acesso em: 15/07/2021.

Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

Ferreira, D. F. (2019) Sisvar: a computer analysis system tofixed effects split plot type designs. *Revista Brasileira de Biometria*, 37(4), 529-535. https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.45

Fernandes, A. L.T., Santinato, R., & Silva, R.O. (2010). *Estudo da viabilidade de disponibilização de potássio e fósforo em solos de cerrado com a utilização do penergetic*. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras. Brasília, DF: Embrapa Café, p. 1- 3.

Franco Júnior, K. S., Terra, A. B. C., Teruel, T. R., Mantovani, J. R., & Florentino, L. A. (2018). Effect of cover crops and bioactivators in coffee production and chemical properties of soil. *Coffee Science*, 13(4), 559–567.

Franco Júnior, K. S., Florentino, L. A., Dias, M. S., & Franco, T. C. (2019). Influence of the use coverage plants and the bioactivator in the physical-biological characteristics of soil cultivated with coffee. *Coffee Science*, 14(1), 116-122.

French, S., Levy-Booth, D., Samarajeewa, A., Shannon, K. E., Smith, J., & Trevors, J. T. (2009). Elevated temperatures and carbon dioxide concentrations: effects on selected microbial activities in temperate agricultural soils. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 25(11), 1887-1900. https://doi.org/10.1007/s11274-009-0107-2

Hentz, P., Carvalho, N. L., Luz, L. V., & Barcellos, A. L. (2014). Ciclagem de Nitrogênio em Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária. *Ciência e Natura*, 36(2), 663-676. https://doi.org/10.5902/2179460X12629

Kuzyakov, Y., Friedel, J. K., & Stahr, K. (2000). Review of mechanisms and quantification of priming effects. *Soil Biology and Biochemistry*, 32(11-12), 1485-1498. https://doi.org/10.1016/S0038-0717(00)00084-5

Loss, A., Moraes, A. G. L., Pereira, M. G., Silva, E. M. R., & Anjos, L. H. C. (2013). Evolução e acúmulo de C-CO2 em diferentes sistemas de produção agroecológica. *Acta Agronómica*, 62(3), 242-250.

Monteiro, H. C. D. F., Cantarutti, R. B., Nascimento Junior, D. D., Regazzi, A. J., & Fonseca, D. M. D. (2002). Dinâmica de decomposição e mineralização de nitrogênio em função da qualidade de resíduos de gramíneas e leguminosas forrageiras. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31(3), 1092-1102. https://doi.org/10.1590/S1516-35982002000500005

Penergetic. (2019). *Promover a vida*. Disponível em: http://www.araunah.com/agro/pt-br/png-pro. Acesso em: 09/07/2021.

Moreira, F. M. de S., & Siqueira, J. O. (2006). *Microbiologia e bioquímica do solo*. 2. ed. atual. e ampl. Lavras: Editora UFLA, 729p.

Oliveira, T. E.,Terra, A. B.C., Franco Júnior K. S., Calegari, A., & Florentino, L. A. (2020). *Manejo sustentável do solo como alternativa para mitigação das mudanças climáticas.* In: Allan Leon Casemiro da Silva, Bruno César Góes, Fernando Ferrari Putti (Ed.) Sustentabilidade no agronegócio, Tupã, Anap. p.195-218.

Pavinato, P. S., & Rosolem, C. A. (2008). Disponibilidade de nutrientes no solo: decomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32(3), 911-920. https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000300001

Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

Perin, A., Santos, R. H. S., Urquiaga, S., Guerra, J. G. M., & Cecon, P. R. (2004). Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39(1), 35-40. https://doi.org/10.1590/S0100-204X2004000100005

Raij, B. V., Andrade, J. C., Cantarella, H. & Quaggio, J. A. (2001). *Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais.* Instituto Agronômico, Campinas. 285p.

Rao, I. M., Borrero, V., Ricaurte, J., Garcia, R., & Ayarza, M. A. (1997). Adaptive attributes of tropical forage species to acid soils. III. Differences in phosphorus acquisition and utilization as influenced by varying phosphorus supply and soil type. *Journal of Plant nutrition*, 20(1), 155-180. https://doi.org/10.1080/01904169709365240

Ribeiro, A. C., Guimarães, P. T. G., Alvarez, V. H. (1999). *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais*. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais - CFSEMG, 360p.

Salomão, P. E. A., Kriebel, W., Santos, A. A., & Martins, A. C. E. (2020). A importância do sistema de plantio direto na palha para reestruturação do solo e restauração da matéria orgânica. *Research, Society and Development*, 9(1), e154911870-e154911870. https://doi.org/10.33448/rsd-v9i1.1870

Santos, C. F., Oliveira, R. S., & Pinto, S. I. C. (2021). Uso de bioativador associado à dosagens de fertilizante fosfatado na cultura do milho. *Nativa*, 9(1), 16-22. https://doi.org/10.31413/nativa.v9i1.10659

Santos, W. P., Fiorelli, E. C., Machado C. B., Siqueira, M. G., Santos, W. P., Vieira, A. S., Souza, S. P., Mendes, R. F., & Bravin, N. P. (2020). *Atividade microbiana sob o sistema de preparo do solo.* In: Robson José de Oliveira (Ed.) Agricultura em Foco: Tópicos em Manejo, Fertilidade do Solo e Impactos Ambientais, Guarujá, Científica. p. 18-29. https://doi.org/10.37885/200700748

Silva, A. O., Silva, A. O., Santos, D. C. R., Rosário, I. C. B., Barata, H. S., & Raiol, L. L. (2021). Da tradição a técnica: perspectivas e realidades da agricultura de derruba e queima na Amazônia. *Research, Society and Development*, 10(1), e38310111799-e38310111799. https://doi.org/10.33448/rsd-v10i1.11799

Tirloni, C., Vitorino, A. C. T., Novelino, J. O., Tirloni, D., & Coimbra, D. S. (2009). Disponibilidade de fósforo em função das adições de calagem e de um bioativador do solo. *Ciência e Agrotecnologia*, 33(4), 977-984. https://doi.org/10.1590/S1413-70542009000400006

Turetta, D, P. A., Castro, S. S., & Polidoro, C. J. (2017). *Solos, sustentabilidade e provisão de serviços ecossistêmicos.* In: Boletim informativo da SBCS. Brasília, DF: Embrapa Solos, p. 25-30.

Van Soest, P. J., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, and nonstarch polysaccharydes in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10), 3583-3597. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2

Ziech, A. R. D., Conceição, P. C., Luchese, A. V., Balin, N. M., Candiotto, G., & Garmus, T. G. (2015). Proteção do solo por plantas de cobertura de ciclo hibernal na região Sul do Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 50(5), 374-382. https://doi.org/10.1590/S0100-204X2015000500004

Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.