
Avaliação de um fertilizante produzido com compostagem de fontes regionais de nutrientes

Estrabão
Vol(4):31– 42
©The Author(s) 2023
DOI: 10.53455/re.v4i.76



Pedro Höfig¹ and Eder de Souza Martins²

Abstract

Contexto: entende-se que a busca por uma agricultura rentável e permanente passa pela valorização das fontes de nutrientes disponíveis regionalmente, o que fornece mais autonomia para o setor rural em relação à adubação. A compostagem conjunta de resíduos orgânicos e rochas moídas alia duas técnicas ancestrais, mas é pouco difundida. Este trabalho teve como objetivo avaliar um fertilizante produzido pela compostagem conjunta de resíduos orgânicos e rochas moídas, fontes regionais de nutrientes. Metodologia: os componentes utilizados para a produção do composto foram cama de bovino, silagem de milho, casca de café, gesso agrícola, pó de rocha mica xisto e, como inoculante, a Solução de Microrganismos JADAM. A temperatura foi medida com termômetro digital tipo espeto e a umidade do composto foi avaliada pelo o tato. A realização da aeração foi feita com o compostador Jaguar JC 4000 e a umidificação foi realizada com um tanque pipa de 20 mil litros rebocável, de acordo com os dados obtidos no monitoramento diário. Conclusões: as análises química, orgânica, biológica e sanitária indicam que o processo de compostagem foi realizado de forma correta. Com isso, o composto produzido com fontes regionais de nutrientes possui boa qualidade e é passível de ser usado na agricultura, já que atende aos requisitos necessários para ser enquadrado como fertilizante orgânico composto classe A.

Palavras-chave

Recursos locais, agrominerais silicáticos, agricultura sustentável, autossuficiência.

¹ AH Agropecuária, Unai, Minas Gerais, Brasil

² Embrapa Cerrados, Brasília, Distrito Federal, Brasil

Corresponding author:

Pedro Höfig, AH Agropecuária, Unai, Minas Gerais, Brasil

Email: pedro.hofig@ah.agr.br

Introdução

O caminho técnico e químico da agricultura industrial passou por um desenvolvimento extraordinário, com a ajuda de enorme aparato tanto da ciência quanto da indústria química e tecnológica. Entretanto, tal caminho foi pavimentado por muitas correções e por leis restritivas, já que, constantemente, foram sendo produzidos novos problemas. Ademais, é evidente que, baseados em recursos finitos, nutrientes essenciais em algum momento não estarão disponíveis para a agricultura convencional. Portanto, é necessário desenvolver e incrementar métodos que possam aproveitar ao máximo as oportunidades locais com o mínimo de insumos externos (Wistinghausen et al. 2000).

A regionalização significa menos transporte, cadeias de produção transparentes, uma dependência reduzida dos fluxos de capitais das multinacionais e maior segurança em todos os sentidos do termo. Regionalizar as soluções constituem a base da economia circular, o que leva a preservar o meio ambiente, ao mesmo tempo que reinsere a economia na sociedade local, reduz o desemprego, fortalece a participação e integração, e oferece novas perspectivas para os países em desenvolvimento (Latouche 2018). Isso contribui para a resolução de problemas de forma ambientalmente mais adequada e cria vínculos sociais e econômicos mais robustos. A essa lógica se contrapõe a verticalização da produção convencional, que vincula o homem do campo exclusivamente à indústria à qual está integrado, a qual por sua vez trabalha mercados distantes, fora de qualquer controle do agricultor. Nessa situação, vão se debilitando os laços econômicos do agricultor com seu meio geográfico, terminando por isolá-lo do contexto social em que ele vive (Khatounian 2001).

Entende-se como fontes regionais de nutrientes (FRN) os resíduos orgânicos e os pós de rochas que se situam dentro do país, com menor grau de padronização e feitos em escalas de produção reduzidas em comparação às commodities, que, por sua vez, são produtos que têm elevado grau de padronização, fabricados e comercializados em grandes quantidades em processos produtivos, geralmente, contínuos (Gomes-Casseres Mcquade 1991). Ao contrário das commodities, que podem ser transportadas entre continentes, as FRN possuem limitações logísticas.

Nesta perspectiva, entende-se que a busca por uma agricultura rentável e permanente passa pela valorização das fontes de nutrientes disponíveis regionalmente, o que fornece mais autonomia para o setor rural, ao menos, no tocante a sua adubação. Novas práticas e novos conhecimentos calcados na otimização dos recursos disponíveis na própria unidade de produção, na participação dos agricultores e na valorização de seus saberes empíricos são ferramentas essenciais (Canellas et al. 2005).

A compostagem é um método usado desde os primórdios da agricultura (Koepf et al. 1983), em que se busca o ganho de tempo e espaço por meio do trabalho e do saber (Pinheiro 2021). Trata-se de um procedimento que visa acelerar e direcionar o processo de decomposição de materiais orgânicos que ocorre espontaneamente na natureza, mas que, com maior influência das variações dos fatores ambientais, tem sua estabilização protelada (Berton et al. 2021). Já a aplicação de rochas moídas no solo, técnica usada desde o fim do século XIX (Hensel 1898), adiciona uma vasta quantidade de minerais e nutrientes que foram perdidos ao longo dos processos intempéricos ou antrópicos (Van-Straaten 2007).

A compostagem conjunta de resíduos orgânicos e rochas moídas alia duas técnicas ancestrais, mas é pouco difundida, ainda que o pó de rocha estimule a atividade biológica (Uroz et al. 2015) e atividade biológica favoreça o intemperismo dos minerais (Harley & Gilkes, 2000). Diante das ideias apresentadas, este trabalho teve como objetivo avaliar um fertilizante produzido pela compostagem conjunta de resíduos orgânicos e rochas moídas, fontes regionais de nutrientes.

Metodologia

O experimento foi conduzido na Fazenda Ouro Verde, Unai/MG. Os componentes utilizados para a produção do composto foram cama de bovino, silagem de milho, casca de café, gesso agrícola, pó de rocha mica xisto (Tabela 1) e, como inoculante, a Solução de Microrganismos JADAM (Cho 2018). A cama de bovino foi constituída de capim Napier triturado e dejetos de bovinos. Considerou-se 5 kg de cama seca por dia de confinamento por animal, tendo em vista a retenção total de sua urina (Khatounian 2001). Os bovinos ficaram por 90 dias excretando seus resíduos sobre o material.

O tratamento possuía uma leira de 35 metros, com altura entre 1,2 e 1,5 metros e largura entre 1,8 a 2 metros, em que havia 1.411 kg de cama de bovino/m de leira, 1.347 de casca de café/m de leira, 218 kg de silagem de milho/m de leira, 166 kg de gesso/m de leira e 735 kg de rocha moída/m de leira.

O micaxisto, por ter mais de 25% de quartzo em sua composição, está registrado no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) como material secundário, sob número GO-00664, com garantia de 4% de K₂O, 57% de SiO₂, 3,7% de MgO e 1,1% de CaO. A mineralogia do material aponta cerca de 26% de muscovita, 15% de oligoclocásio, 12% de biotita, 11% de clorita clinocloro, 1,76% de albita, 0,88% de microclínio, 0,8% de ilmenita e 0,64% de magnetita.

Todos materiais foram analisados separadamente em laboratório antes do início do processo compostagem e, considerando a proporção de cada um no produto, encontrou-se a relação C:N inicial entre 25 e 35 (Tabela 1). Foram registrados diariamente a temperatura das leiras, a umidade, o cheiro, bem como as atividades realizadas para manutenção da aeração e do umedecimento. A temperatura foi medida com termômetro digital tipo espeto e a umidade do composto foi avaliada pelo o tato.

A realização da aeração foi feita com o compostador Jaguar JC 4000 e a umidificação foi realizada com um tanque pipa de 20 mil litros rebocável, de acordo com os dados obtidos no monitoramento diário. O manejo foi realizado em pátio aberto sobre piso de terra compactada, mantendo-se a umidade do material entre 50 e 60% até a fase de maturação. O processo de compostagem de todos tratamentos foi finalizado com 55 dias de manejo, tendo início no dia 23 de julho e término no dia 16 de setembro de 2022.

Foram coletadas três amostras compostas, enviadas para análise no Laboratório Andrios, credenciado pelo MAPA, onde foram avaliadas características físicas, químicas, orgânicas, sanitárias (uso do kit COLItest®) e biológicas (Höfig et al. 2022). Para os valores absolutos, calculou-se a média de três análises compostas, bem como seu desvio padrão.

Resultados e discussão

O experimento apresentou mais de 14 dias com temperaturas acima de 55°C, ausência de coliformes totais e de germinação de plantas espontâneas, o que demonstra que ocorreu o processo da fase termofílica de compostagem (Figura 1). Estudos demonstram que o aumento da temperatura da leira do composto devido à proliferação de microrganismos exotérmicos é essencial na eliminação de transmissores de doenças e de sementes de plantas indesejadas, como, por exemplo, Heck et al. (2013).

Ademais, o adubo produzido tem características que não causam nenhum efeito prejudicial ao desenvolvimento das plantas, visto que, conforme testes de germinação conduzido em casa de vegetação, a avaliação realizada com sementes de plantas indicadoras mostrou que os ensaios que receberam composto obtiveram taxa de germinação maior do que no teste com apenas areia (Tabela 2). O ensaio também não demonstrou emissão de odores, causados, principalmente pela decomposição anaeróbia dos

Tabela 1. Materiais utilizados nos tratamentos de compostagem, suas proporções em peso seco e características

Composto	% Composto	Relação C:N	ρ g/cm ³	UR a 65 °C	M. O.	C	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	S	Si	%	
Cama de bovino	35	22,2	0,51		69,8	40,5	1,82	<1	2	2,9	0,94	<1	-		
Casca de café	30	21,7	0,4	23,2	71,9	41,7	0,81	<1	3	<0,5	<0,5	<1	-		
Silagem	5	51,5	0,3	6,9	56,9	33	1,52	<1	1,49	1,2	<0,5	<1	-		
Gesso	5		0,9	11,5	0	0	0	0	0	27,0	0	15,6	0		
Mica xisto	25		1,1	18	0	0	0	0	4	1,1	3,7	0	29,6		

materiais orgânicos, devido a bolsões nos quais o oxigênio não consegue penetrar, quer por excesso de umidade ou por maior compactação (Berton et al. 2021), o que também demonstra que a compostagem foi bem conduzida.

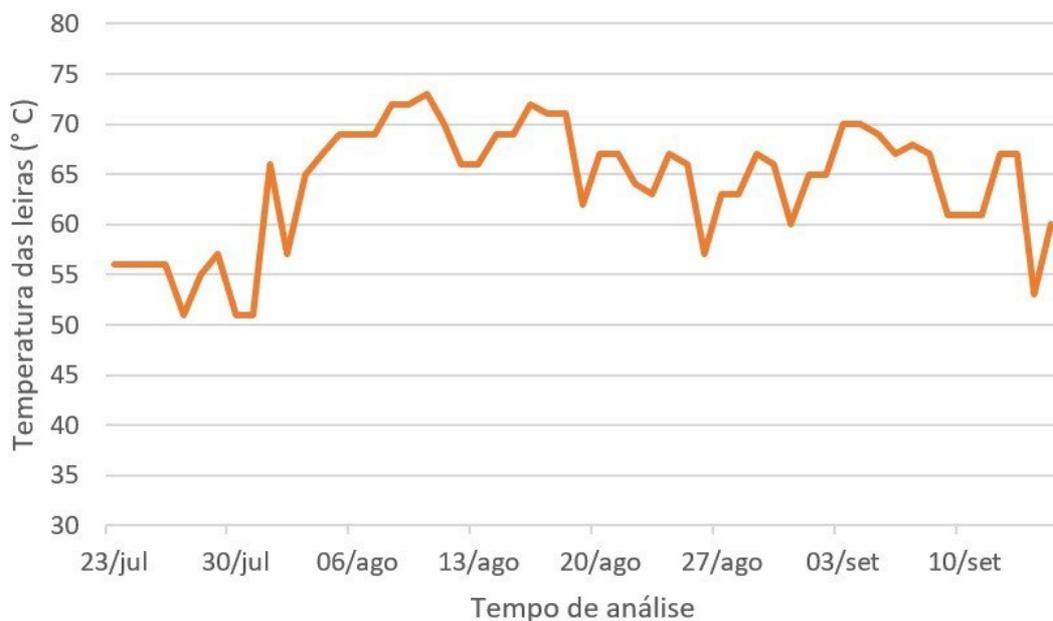


Figura 1. Temperaturas das leiras ao longo do tempo (°C).

Os resultados dos parâmetros físicos, químicos, orgânicos, biológicos e sanitários do fertilizante estão apresentados na tabela 2. A qualidade de um composto tem relação com o teor de nutrientes, relação C:N, umidade, teor de matéria orgânica, granulometria, grau de humificação e contaminação. Determinar padrões de qualidade para produtos orgânicos a agricultura pode ser uma tarefa difícil, por causa da heterogeneidade de subprodutos agregados, mas a presença de macronutrientes primários e secundários indica que o produto é um fertilizante completo (Weindorf et al. 2011).

Entretanto, é uma irracionalidade científica reduzir uma matriz orgânica ao seu conteúdo mineral e desconsiderar toda sua riqueza biológica e complexidade bioquímica. Apenas o fator nutricional não explica as evidências e, por isso, não se deve encarar o composto como uma forma orgânica de NPK. Se tentarmos equalizar o teor de NPK de uma adubação orgânica em relação a uma adubação química, dificilmente será vantajoso se utilizar a fonte biológica. A matriz orgânica é como um fermento que vivifica e estrutura o solo, o que potencializa a disponibilidade dos nutrientes já existentes na fase mineral desse organismo vivo. Os nutrientes liberados diretamente após a decomposição da matéria orgânica do composto é apenas mais um dos benefícios.

No tocante à enzima β -glicosidase, indicadora de qualidade biológica do solo e relacionada com a ciclagem de matéria orgânica, especialmente celulose (Pinheiro 2021), o resultado foi menor que

o encontrado por Höfig et al. (2022) em trabalho com os mesmos materiais orgânicos, mas com calcixisto. Da mesma forma, o valor da enzima fosfatase ácida, associada ao ciclo do fósforo e reveladora da alta atividade de microrganismos mineralizadores de fósforo (Zago et al. 2020), também foi mais baixo que o encontrado por Höfig et al. (2022).

Esse conjunto de inoculantes, acoplado a substâncias orgânicas complexas, altera para melhor a eficiência de absorção dos elementos minerais no solo, na medida em que favorecem sua ativação biológica. A fosfatase é essencial para disponibilizar o fósforo presente nos solos sob clima tropical, pois, em solos altamente intemperizados, grande parte do P é imobilizada no solo, em virtude de reações de precipitação, adsorção e fixação em coloides minerais (Vinha et al. 2021). A enzima β -glicosidase atua na liberação da glicose, que age como importante fonte de energia para os microrganismos (Zago et al., 2018).

Em relação aos microrganismos celulolíticos, vinculados ao ciclo do carbono, decomposição da matéria orgânica, principalmente fibra (palha), e equilíbrio de nutrientes através da decomposição da celulose (Yang et al. 2014), e os diazotróficos, fixadores de nitrogênio atmosférico (Sousa et al. 2020), o número foi maior que o encontrado por Höfig et al. (2022). Primavesi (2021) aponta que apenas o número de microrganismos não garante vida no solo, pois eles precisam de atividade para produzirem enzimas. Já para os microrganismos diazotróficos, o número volta a ser menor em relação ao mesmo estudo. Cho (2018) ressalta, porém, que mais de 99% dos microrganismos do solo são desconhecidos, sendo que seus poderes estão em sua diversidade e suas características autóctones. O autor não recomenda a seleção de microrganismos. Em contrapartida, Leal et al. (2021) apontam que as bactérias fixadoras de nitrogênio são consideradas como um dos grupos de maior importância na agricultura tropical.

Na tabela 3 estão expostos alguns índices de qualidade. Foi alcançado o período termofílico mínimo necessário para redução de agentes patogênicos (Brasil, 2017) e todos os parâmetros do MAPA foram atingidos, o que garantiria o produto como um fertilizante orgânico composto classe A, conforme critérios estabelecidos pela Instrução Normativa nº 23, de 31 de agosto de 2005 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2005).

Além disso, também foram atingidos os parâmetros de Capacidade de Troca de Cátions (CTC) efetiva e índice de germinação de sementes. A CTC se encontra com valor bem acima do índice de qualidade. Isso pode estar relacionado aos minerais silicáticos secundários formados pelo intemperismo dos minerais primários do pó de rocha utilizados (Höfig et al. 2022), além de estar ligado aos teores de matéria orgânica.

O único parâmetro que não foi alcançado foi o de relação AH/AF. Esta é tida como referência para o grau de humificação de compostos orgânicos e, quanto maior a relação AH/AF, mais humificado é o composto (Riffaldi et al. 1992). Contudo, Bernal et al. (1996) constataram que não é possível estabelecer um valor universal para descrever e prever o grau de maturação de compostos de composições distintas.

Ainda assim, de fato, nesta compostagem, por estratégia, não ocorreu por completo a fase de maturação. Considerando o efeito, em clima tropical, da importância da matéria orgânica não decomposta na melhora da atividade biológica e estrutura do solo (Primavesi 2021), em alguns locais no Brasil, tem-se terminado o manejo da compostagem antes da fase de maturação, para que essa fase ocorra na lavoura. Magalhães et al. (2021), por exemplo, consideraram o composto feito com resíduos da agroindústria do palmito pronto com 45 dias. Isto é, indica-se o uso de compostos estabilizados, após a fase termofílica (Berton et al. 2021), mas menos maturados, desde que aplicados com antecedência

Tabela 3. Parâmetros de qualidade para fertilizantes

Dentro do padrão de referência?	Parâmetro de qualidade	Padrão de referência	Fonte
Não	Relação AH/AF	> 1,6	Ko et al., 2008
	Índice de germinação de sementes	> 100 mmol _e /kg	Buchanan et al., 2001
Sim	CTC efetiva	> 1%	Kiehl, 2004
	Teor de Nitrogênio	< 50%	
	Umidade	> 5,5	
	pH CaCl ₂	> 15%	
	Carbono Orgânico	< 18	MAPA, 2005
	Relação C/N	> 20	
	Relação CTC/C	14 dias > 55° C ou 3 dias >	
			Brasil, 2017

em relação à plantação, porque as moléculas mais facilmente biodegradáveis que ainda existem serão mineralizadas pelos microrganismos do solo. Höfig et al. (2022) utilizaram a mesma estratégia.

A visão cartesiana que domina grande parte do pensamento científico atual nos coloca como observadores externos da natureza. No entanto, na agricultura, dificilmente se lida com o microscópio. Apenas compreendendo as relações entre as diversas manifestações da vida se encontra a conservação da capacidade produtiva duradoura dos meios de produção, a qualidade de nosso ambiente, a qualidade dos produtos alimentícios e a relação entre o agricultor, seu trabalho e sua terra. Não se pode negar o progresso e todo o trabalho que levou a humanidade até aqui, mas, como apontado por Schumacher (1983), soluções científicas ou tecnológicas que envenenem o ambiente ou degradem a estrutura social e o próprio homem não são benéficas, por mais brilhantemente concebidas ou por maior que seja seu atrativo superficial.

A insistência nos resultados quantitativos demonstra uma fraqueza no atual modelo de pesquisa agrícola, já que, diferente da física e da química, na agricultura, dados numéricos não constituem a perfeição, e, na natureza, não existe uma única causa, nem uma única consequência ou solução.

Como não existe um compartimento que possa ser utilizado isoladamente para refletir a qualidade do ambiente solo, o uso de matéria orgânica como indicador não adquire sentido para a agricultura moderna, pois seu manejo não pode ser descontextualizado da atividade do agricultor e do modo de se fazer agricultura. O manejo depende basicamente do agricultor e das condições ecológicas da sua atividade, determinando um estudo complexo, porém, bastante particular, tornando pouco fecundo qualquer tipo de generalização (Canellas et al. 2005). É o agricultor que entende sua propriedade e é ele que diariamente entra em contato com as forças da natureza que comandam a dinâmica do agroecossistema. Com isso, determinado manejo pode ou não ter resultado em função da relação entre a experiência do agricultor e a previsão científica, não se enquadrando em qualquer tipo de pacote tecnológico.

Considerando que, geralmente, o que determina a dose máxima de composto aplicado por hectare são os fatores operacionais e econômicos, o uso de pó de rocha implica em diminuição da quantidade orgânica do composto aplicado. Nesse sentido, especialmente em países tropicais, é essencial estudos que avaliem a qualidade de um adubo produzido em compostagem conjunta de rochas moídas e resíduos orgânicos. Koepf et al. (1983) apontaram que é vantajoso ter-se um mínimo de 5-10% de pó de basalto em qualquer composto, mas não mais que 30%.

Com o percentual correto da parte orgânica e mineral, não se interfere negativamente na atividade microbiana do composto e se possibilita o aproveitamento das temperaturas e os ácidos formados durante o processo de compostagem para propiciar e acelerar reações entre as duas porções (orgânica e mineral). Assim, parte desses minerais ficam disponíveis e ao mesmo tempo protegidos (ligados à parte orgânica) de perdas por volatilização, lixiviação e adsorção. Khatounian (2001) aponta que a utilização de pós de rocha está associada à ativação biológica do sistema.

Produzir seu próprio adubo com fontes regionais de nutrientes demonstra a evolução, consciência e sucesso da resistência e empoderamento dos agricultores e da agricultura na construção de uma nova realidade em busca da autonomia, superando as vontades do mercado (Pinheiro 2021).

Considerações finais

Um sistema de produção agrícola é o reflexo das concepções e técnicas de manejo do ambiente que estão na cabeça do agricultor que gerencia esse sistema. O composto, portanto, é apenas um produto e, o solo,

um dos elementos do ecossistema. É necessário entender a ideia de que se deve manejar processos, e não apenas aplicar produtos, além de acreditar que a fertilidade está no agroecossistema, e não somente no solo.

As análises química, orgânica, biológica e sanitária indicam que o processo de compostagem foi realizado de forma correta. Com isso, o composto produzido com fontes regionais de nutrientes possui boa qualidade e é passível de ser aplicado na agricultura, já que atende aos requisitos necessários para ser enquadrado como fertilizante orgânico composto classe A.

A compostagem conduzida de forma mecanizada é uma tecnologia intermediária e, como tal, dotada de fisionomia humana, é de ampla aplicabilidade, propícia para um ambiente simples e rudimentar, diferente da tecnologia requintada, e, por isso, a forma com que se monta as leiras e se maneja a compostagem é essencial para seu sucesso. O ato de compostar cria um vínculo do agricultor com o adubo e transforma produtos orgânicos em um material de fácil armazenagem e manuseio, com características químicas e biológicas que atendem as necessidades agrícolas, potencializando atributos positivos e corrigindo propriedades indesejáveis dos materiais orgânicos, como coliformes, sementes de plantas espontâneas e o extremo calor causado pela decomposição da matéria orgânica crua.

Sendo assim, o segredo da agricultura não está no químico ou no orgânico, na realidade está na combinação de todos os manejos necessários à manutenção da vida, de tal forma que o agricultor tenha seu território sob sua tutela. O uso de composto orgânico enriquecido com pó de rocha é uma das ferramentas possíveis para se alcançar esse objetivo. Entretanto, é extraordinariamente difícil para pessoas educadas segundo os métodos analíticos convencionais, notar e confiar no uso das forças atuantes na vida, que podem trazer autossuficiência para o agricultor.

O gradativo processo de desapropriação dos agricultores os transformam em meros apêndices da indústria. Produzir seu próprio adubo é um ato de resistência, visando a autonomia dos agricultores e a regeneração do ambiente. Trata-se, portanto, de algo além de uma substituição de insumos ou de redução de custos, mas, sim, de uma mudança de concepção sobre o manejo de fertilidade dos agroecossistemas.

Contribuições

Pedro Höfig: Escrita, revisão e edição

Eder de Souza Martins: Supervisão

References

- Agricultura, M. M. D., Abastecimento, P. (2005). Instrução Normativa nº. 23, de 31 de agosto de. *Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*, 1, 12–12.
- Bernal, M. P., Navarro, A., Roig, F., Asunción, ., Cegarra, J. ., Garcia, D., E (1996). Carbon and nitrogen transformations during composting of sweet sorghum bagasse. *Biology and Fertility Soils*, 22, 141–148.
- Berton, R. S., Chiba, M. K., Coscione, A. R., Abreu, M. F., Nascimento, A. L. D. (2021).
- Brasil, do Meio Ambiente, M. (2017). Resolução nº 481. Estabelece critérios e procedimentos para garantir o controle e a qualidade ambiental do processo de compostagem de resíduos orgânicos, e dá outras providências, <https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=137380>
- Buchanan, M., Brinton, W., Shields, F., West, J., Thompson, W. (2001).

- Canellas, L. P., Busato, J. G., Caume, D. J. (2005). O uso e manejo da matéria orgânica humificada sob perspectiva da agroecologia. Canellas, L. P. Santos, & G. A. (org.).
- Cho, Y. (2018).
- Gomes-Casseres, B., Mcquade, K. (1991).
- Heck, K. ., Marco, E. G., Hahn, A. B. B. D., Kluge, M., Spilki, F. R., Sand, S. T. V. D. (2013). Temperatura de degradação de resíduos em processo de compostagem e qualidade microbiológica do composto final. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 17(1), 54–59.
- Hensel, J. (1898).
- Höfig, P., Martins, E. S., Broetto, T., Giasson, E., Silva, G. M. F. (2022). Avaliação da qualidade de um fertilizante produzido por compostagem conjunta de materiais orgânicos e rochas moídas. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, (3), 15–15.
- Khatounian, C. A. (2001). A reconstrução ecológica da agricultura. *Agroecológica*.
- Kiehl, E. J. (2004).
- Ko, H., Kim, J., Ki, Kim, Y., Hyeon, T., Kim, C., Umeda, N., M (2008). Evaluation of maturity parameters and heavy metal contents in composts made from animal manure. *Waste Management*, 28(5), 813–820.
- Koepf, H. H., Pettersson, B. D., Schaumann (1983).
- Latouche, S. (2018).
- Leal, M. L., De, A., Chaves, J., Da, S., Silva, J. A., Da, Silva, L. S., Da, Soares, R. B., Nascimento, J. P. S., Do, Matos, S. M., De, Júnior, D. L. T., Neto, A. F. B., De (2021). Effect of management systems and land use on the population of soil microorganisms. *Research, Society and Development*, 10(9), 21910917966–21910917966.
- Magalhães, W. L. E., Sá, F. P., Belniaki, A. C., Lima, E. A., De (2021).
- Pinheiro, S. (2021).
- Primavesi, A. (2021).
- Riffaldi, R., Levi-Minzi, . R., Saviozzi, A., Capurro, M. (1992). Evaluating garbage compost. *Biocycle*, 33, 66–69.
- Schumacher, E. F. (1983).
- Sousa, L. B., Silva, V. S. G., Freitas, M. C. D., Martins, M., Dos, S., Silva, C. C. G., Da, Silva, E. V. N., Da, Silva, A. F., Da (2020). Caracterização morfofisiológica de diazotróficas de vida livre provenientes de solos sob diferentes coberturas vegetais do nordeste brasileiro. *Braz. J. of Develop*, 6(2), 9424–9430.
- Uroz, S., Kelly, L. C., Turpault, M. P., Lepleux, C., Frey-Klett, P. (2015). The mineralosphere concept: mineralogical control of the distribution and function of mineral-associated bacterial communities. *Trends in Microbiology*, 23(12), 751–762.
- Van-Straaten, P. (2007).
- Vinha, A. P. C., Carrara, B. H., Souza, E. F. S., Santos, J. A. F., Arantes, S. A. C. M. D. (2021). Adsorção de fósforo em solos de regiões tropicais. *Nativa*, 9(1), 30–35.
- Weindorf, D. C., Muir, J. P., Landeros-Sánchez, C. (2011). Organic compost and manufactured fertilizers: economics and ecology. *Integrating agriculture, conservation and ecotourism: examples from the Field*, pp. 27–53.
- Wistinghausen, C., Scheibe, W., Heilmann, H., Wistinghausen, E., König, U. J. (2000).
- Yang, J. K., Zhang, J. J., Yu, H. Y., Cheng, J. W., Miao, L. H. (2014). Community composition and celullase activity of cellulolytic bacteria from forest soils planted with broad-leaved deciduous and evergreen trees. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 98(3), 1149–458.

Zago, L. M. S., Ramalho, W. P., Silva-Neto, C. M., Caramori, S. S. (2020). Biochemical indicators drive soil quality in integrated crop-livestock-forestry systems. *Agroforest systems*, 29, 2249–2260.