

Uso de organomineral na agricultura



<https://doi.org/10.56238/sevened2023.001-018>

Tatiany Arrais Lopes

Me. Em Desenvolvimento Rural Sustentável,
 Universidade Estadual de Goiás - UEG

Clarice Backes

Dra. em Agronomia – Profa. Universidade Estadual de
 Goiás - UEG

Alessandro José Marques Santos

Dr. em Agronomia – Prof. Universidade Estadual de
 Goiás - UEG

João Eduardo Reis Sousa

Graduando em Zootecnia - Universidade Estadual de
 Goiás - UEG

Danilo Corrêa Baião

Graduando em Zootecnia - Universidade Estadual de
 Goiás - UEG

Adriana Aparecida Ribon

Dra. em Agronomia – Profa. Universidade Estadual de
 Goiás - UEG

RESUMO

Os sistemas de produção animal geram elevada quantidade de resíduos orgânicos, que se descartados de forma irracional podem causar contaminações tanto de solo como da água. A cama

de aviário é um desses exemplos, que devido a elevada quantidade de matéria orgânica e nutrientes, tem potencial para ser aplicado como fertilizante orgânico, substituindo de forma total ou parcial os fertilizantes químicos, que são essenciais para o desenvolvimento das plantas. O uso dos fertilizantes orgânicos ainda pode reduzir os custos de adubação, que são altos, principalmente pela dependência da importação. Tratamentos como a compostagem são importantes para reduzir a carga patogênica do material, assegurando maior segurança na sua utilização. Muitas respostas positivas já foram comprovadas cientificamente, trazendo benefícios como melhoria do solo e aumento de produtividades, tanto de culturas anuais como de pastagens perenes. A recomendação da dose do fertilizante orgânico pode ser realizada visando atender a demanda de P, que se encontra em baixas concentrações nos solos brasileiros. Para aumentar a concentrações de nutrientes nos adubos orgânicos e deixá-los mais balanceados, estes podem ser complementados com fertilizantes químicos, gerando os organominerais. A utilização adequada de resíduos especialmente a cama de aviário, aliados com fertilizantes químicos podem contribuir satisfatoriamente aos agropecuaristas, pela possibilidade de redução do custo operacional de produção e de fertilizantes químicos.

Palavras-chave: Cama de aviário, Fósforo, Adubação orgânica.

1 INTRODUÇÃO

As atividades ligadas à produção de alimentos estão em amplo desenvolvimento no Brasil, com destaque para a avicultura. Esta cadeia proporciona inúmeras benefícios, sendo a promotora de diversos empregos, alimentos, dentre outras vantagens para a região. No entanto, esta alta produção gera resíduos com elevada carga poluente, que se não forem dispostos de forma adequada, provocam sérios impactos ambientais.



Uma das formas de mitigação dos impactos ao meio ambiente é a utilização de resíduos na agricultura, como fertilizantes e a cama de aviário é um dos resíduos com potencial para utilização para esta finalidade.

Ao mesmo tempo, é importante inferir que a aquisição de fertilizantes químicos vem sofrendo altas nos valores de aquisição, impactando em aumentos exorbitantes nos custos fixos; algo que prejudica a sustentabilidade e a eficiência econômica de produção agrícola (ALLAM et al., 2022). Assim, uma estratégia para reduzir os custos de produção e tornar sustentável a produção agrícola, é a utilização de fertilizantes orgânicos.

O composto aviário possui resultados satisfatórios quando comparados a outros compostos, pois influenciam nas características físicas, químicas e microbiológicas. Além de aumentar a saturação por base e elevar níveis de nutrientes como cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), fósforo (P) e zinco (Zn) (SCHALLEMBERGER et al., 2019). De acordo com Santos e Camargo (2008), fontes orgânicas podem substituir todo ou parte do P requerido pelas plantas.

Com a junção de minerais com fertilizante orgânico, como cama de aviário, origina-se os organominerais. Essa ferramenta vem ao encontro da atual necessidade de sustentabilidade conciliada com desenvolvimento socioeconômico.

O enriquecimento do adubo orgânico principalmente como o P permite que estes sejam utilizados principalmente na adubação de base tanto de culturas anuais como de pastagens perenes.

Vale ressaltar que o P é um dos nutrientes encarregados pelo desenvolvimento do sistema radicular no início do desenvolvimento do organismo dos vegetais, responsável pelo do aumento no vigor, melhor utilização da água, resistência a patógenos e dentre outros (MALAVOLTA, 2006).

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 A DEFICIÊNCIA DE P NOS LATOSSOLOS DO CERRADO

Os solos do Cerrado, na sua grande maioria são formados por Latossolos, caracterizados por serem altamente intemperizados, porosos, profundos e deficientes de alguns minerais essenciais para as culturas de interesse agrônomico. No entanto, estes possuem uma grande capacidade para agricultura e pecuária tecnificada, em função do clima favorável para desenvolvimento das culturas. Possui relevo privilegiado para a expansão da agricultura especializada em grãos, pela facilidade que oferecem aos tráfegos das máquinas agrícolas (MAROUELLI, 2003).

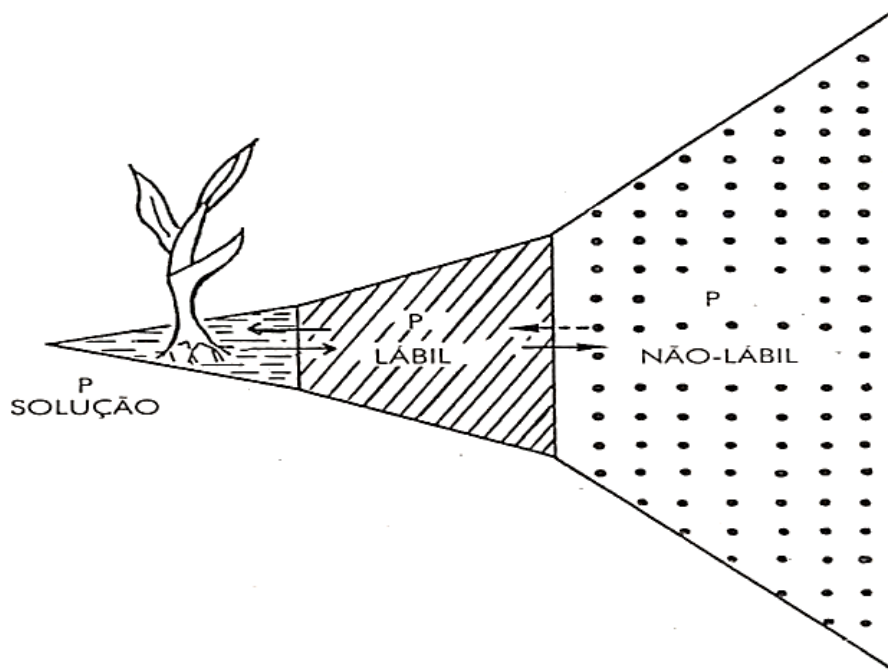
Os fatores limitantes para o uso agrícola nestes solos são a deficiência de P, Ca, nitrogênio (N) e elevado teor de alumínio (Al), elemento tóxico para a maioria das culturas comerciais, desde modo, torna-se necessário à aplicação de corretivos e adubação, estabelecendo meios que possibilitam sincronizar a liberação de nutrientes com a época de maior demanda pelas culturas, evitando, assim, a



imobilização ou mineralização acelerada destes (SANZONOWICZ, 2010; PITTA et al., 2012; BOTTEGA et al., 2013).

A quantidade de P total nos Latossolos é relativamente alta, no entanto, não é encontrado em sua forma lábil, ou seja, acessível para as plantas no solo (SANTOS, 2009), conforme pode ser visualizado na Figura 1.

Figura 1. Diagrama mostrando a relação entre as frações de fósforo não-lábil e o fósforo na solução do solo. Adaptado de Raij (1991).



O P é um macronutriente essencial, participa efetivamente de vários processos metabólicos no organismo dos vegetais, possui bastante influência com outros nutrientes do solo, como o Al, ferro (Fe) e Ca. Apresenta-se também em formas orgânicas e sua baixa taxa de propagação no solo o torna menos disponíveis para solo/planta (ALMEIDA et al., 2016).

Desse modo, faz-se essencial a aplicação de elevadas doses de P, pois o mesmo é primordial para o êxito das culturas seja de grãos ou forragens. O P é um dos nutrientes mais importantes e merece maior preocupação durante o manejo, devido a sua enorme capacidade de adsorção na fase mineral do solo (SCHONINGER et al., 2013).

Paiva et al. (2012) observaram que doses de N e P aumentaram a disponibilidade dos mesmos no solo, influenciando positivamente o peso das espigas de milho verde. A cultura possui excelente resposta à adubação fosfatada mais que à adubação nitrogenada, demonstrando que em solos do Cerrado o P é mais limitante à produção de milho que o N.

No sistema de plantio direto prevalece o máximo de aproveitamento do P pelas plantas, fator atribuído pela redução de contato entre o adubo e partículas do solo, resultante da ausência de revolvimento e



presença de cobertura vegetal ou palhada na superfície do solo propiciando a retenção de umidade (ROSIM et al., 2012).

Nunes et al. (2011) constataram que o rendimento de grãos de soja no 14º ano de cultivo da área não foi afetado pela fonte do fertilizante fosfatado ou pelo modo de aplicação, e sim pelo sistema de cultivo. O maior rendimento foi obtido no sistema plantio direto, devido maior disponibilidade de P quando comparado ao sistema convencional.

O aumento do teor de matéria orgânica (MO), que ocorre em sistema de plantio direto, aumenta a disponibilidade de P no solo, o que se deve principalmente à competição de ânions orgânicos e grupos funcionais das substâncias húmicas pelos sítios de adsorção, o que propicia aumento da concentração do elemento na solução do solo

O efeito positivo da adubação fosfatada em forrageiras também já foi comprovada por Oliveira et al. (2012), com aumento do número de perfilhos e massa seca da parte aérea e raízes do capim Mombaça; por Almeida et al. (2013), também com o capim Mpmbaça que verificaram aumento da produção de matéria verde e seca da parte aérea e também número de perfilhos da forrageira; Por Carneiro et al. (2017), que obtiveram efeitos positivos na altura quanto no número médio de perfilhos.

2.2 UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NA AGRICULTURA

As cadeias de produção animal geram elevada quantidade de resíduos orgânicos com alto grau de agentes poluentes e o descarte irracional destes no meio ambiente provocam sérios desequilíbrios ecológicos, contudo pode ser minimizado através de passivos ambientais, como a sua utilização na agricultura. Quando os efluentes são tratados de maneira adequada, tornam-se interessantes devido ao enorme aporte de nutrientes excretados que não foram aproveitados na dieta, estes com elevados teores de N, P e K. Sem falar da enorme quantidade de material orgânico (KARUNANITHI et al., 2015).

Os fertilizantes orgânicos advindos de animais alimentados com uma dieta mais rica em concentrado tendem a ter uma disponibilização de nutrientes mais rápida que aqueles animais alimentados com dieta mais rica em volumoso, criando assim um espectro muito amplo em relação ao tempo de liberação desses nutrientes, isso tudo está relacionado a relação carbono/nitrogênio (C/N) presente no composto orgânico (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2016).

O uso de fertilizante orgânico proporciona mudanças significativas nas características do solo, propiciando maior porosidade, aumento na retenção de água, maior formação de agregados de solo além de aumentar a CTC. Para isso é necessária a transformação desse material em humus, ou mineralização, através da compostagem, a qual promove redução na relação C/N do composto orgânico (BATISTA et al., 2018)

Para a disponibilização dos nutrientes presentes no fertilizante orgânico às plantas é necessária transformação da fração orgânica para a inorgânica mediada pelos microrganismos presentes no solo,



processo denominado mineralização, que varia conforme a composição de fertilizante orgânico, pela atividade da biota, característica do solo e condições edafoclimáticas (VANEGA CHACÓN et al., 2011).

2.3 CAMA DE AVIÁRIO

A cama de aviário integra parte dos resíduos oriundos do sistema de produção. No galpão ela tem a finalidade de evitar o atrito da ave com a superfície, absorver a umidade, incorporar as fezes, penas, descamações de pele e restos da ração. Geralmente é composta por maravalha, cascas de arroz ou palhada (VIEIRA, 2011).

Para que seja possível a reutilização da cama é necessária que a mesma, seja manejada e tratada corretamente, com o propósito de mitigar a população de microrganismos que possa vir a prejudicar os lotes seguintes. Existem diversos tipos de manejo visando à inativação e controle de patógenos entre lotes. No país, os mais utilizados são a fermentação em leira, a adição de cal na cama e a fermentação plana, que se resume na cobertura da cama com lona em toda a extensão do aviário (MACKLIN et al., 2006).

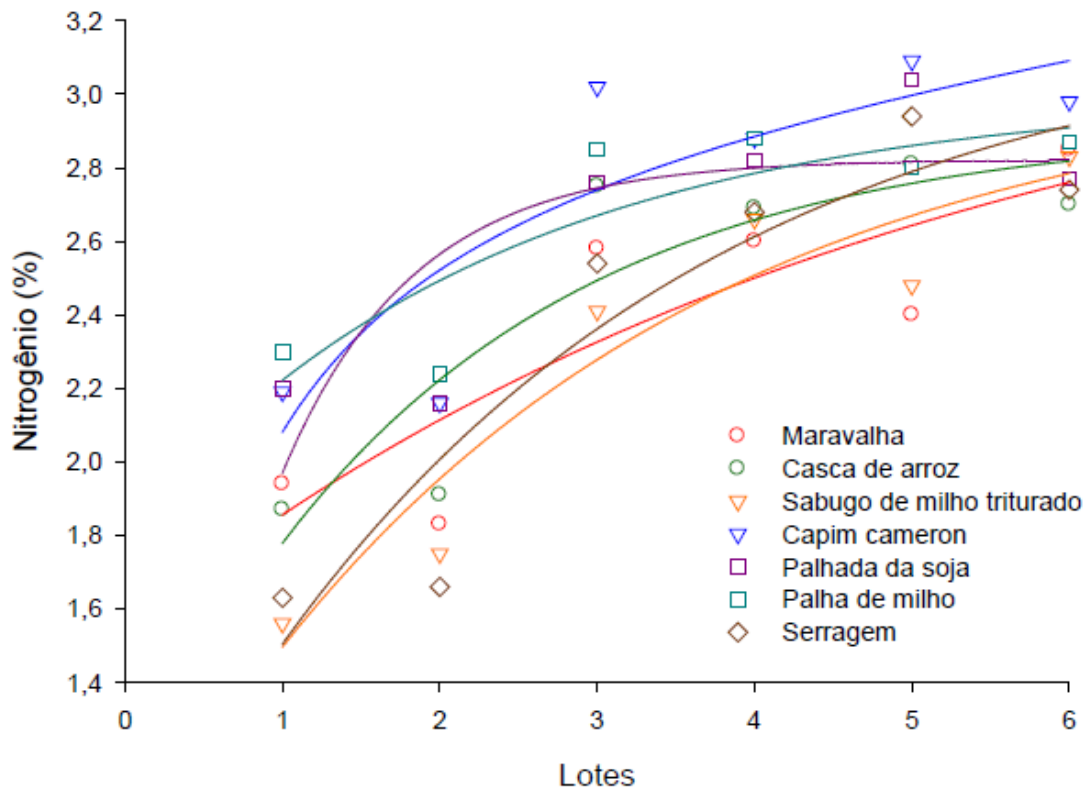
É importante destacar que quando observada a ocorrência de casos sanitários graves, todo material deve ser retirado para incineração e higienização do galpão, seguido de um vazio sanitário antes do alojamento do próximo lote (SILVA, 2012).

A reutilização pode ser feita para até 12 lotes, no entanto, é mais utilizada por seis lotes seguidos. Ao final de cada lote são retiradas as crostas e materiais empastados, e se a cama remanescente for pouco espessa novo substrato é incorporado (MENDES et al., 2004).

Tanto os materiais usados como cama como o número de passadas influenciam na disponibilidade de nutrientes. Avila (2007) verificou que com o aumento do número de passadas, aumentou o teor de N e o capim Cameron, sabugo de milho triturado, palha de soja e serragem proporcionaram maior disponibilidade (Figura 2). Esses resultados enfatizam a necessidade de compreender a composição da cama de aves antes de recomendar doses para aplicação no campo.



Figura 2. Teores de nitrogênio (N) em diversas camas de aviário variando de acordo com a matéria-prima utilizada em relação ao número de lotes de aves.



Fonte: Adaptado de Avila (2007).

Na Tabela 1 verifica-se que com o aumento do número de passadas de frangos (3-4 para 7-8 lotes), ocorre aumento dos nutrientes. Dos dados apresentados o aumento foi de 16% de N, 12% de P_2O_5 , 28% de K_2O , 11% de Ca e 20% de Mg. O tipo de ave também influencia na concentração de nutrientes.

Tabela 1. Valores médios de nutrientes e conteúdo de matéria seca em diferentes quantidades de reutilização de cama de frango e diferentes categorias.

Material orgânico	C-org.	N2	P2O5	K2O	Ca	Mg	Matéria Seca
	----- % (m/m) -----						
Cama de frango (3-4 lotes)	30	3,2	3,5	2,5	4,0	0,8	75
Cama de frango (5-6 lotes)	28	3,5	3,8	3,0	4,2	0,9	75
Cama de frango (7-8 lotes)	25	3,8	4,0	3,5	4,5	1,0	75
Cama de peru (2 lotes)	23	5,0	4,0	4,0	3,7	0,8	75
Cama de poedeira	30	1,6	4,9	1,9	14,4	0,9	72

Fonte: Adaptado de SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO (2016).

A cama de frango foi bastante utilizada na alimentação de bovinos no Brasil. Após diversos surtos ocorridos em outros países pela Encefalopatia Espongiforme Bovina, comumente conhecida



como “Doença da Vaca Louca” em 2001 o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) proibiu o uso em todo o país através da Instrução Normativa (IN) n° 15, no seu 2° artigo (BRASIL, 2009).

A Instrução normativa n°15 foi anulada pela IN n° 7 de março de 2004, declarando exclusivamente a importação de produtos que poderiam causar a Encefalopatia Espongiforme Bovina e não se referia a nenhum resíduo de origem nacional. No entanto, no mesmo mês de 2004, a IN n° 8 entrou vigência condenando em todo o território nacional a produção, comercialização e utilização de produtos destinados à alimentação de ruminantes que possuem em sua composição proteínas e gorduras de origem animal, incluindo a cama de aviário (JÚNIOR, 2010).

2.4 TRATAMENTO DA CAMA DE AVIÁRIO ATRAVÉS DA COMPOSTAGEM

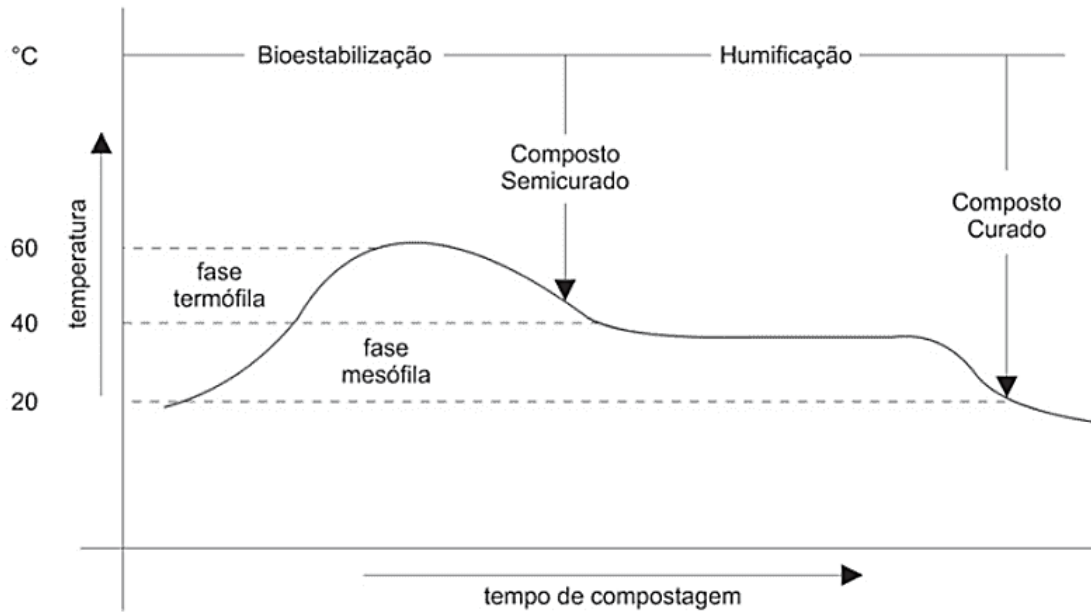
A compostagem é um conjunto de técnicas caracterizado pelo processo biológico de decomposição, onde os microrganismos convertem a matéria orgânica em dióxido de carbono, biomassa, calor e substâncias húmicas. Após o processo da compostagem o produto final tende a melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, sem acarretar problemas ambientais. A compostagem possibilita uma destinação eficaz para os resíduos orgânicos, impedindo sua aglomeração em aterros sanitários ou no meio ambiente (HAO, 2016).

O processo da compostagem pode ser resumido em fases (SILVA, 2010; KIMURA, 2014) (Figura 3).

- **Fase mesófila:** definida pela elevação da temperatura até 40°C em consequência do desenvolvimento exponencial de microrganismos e degradação de compostos facilmente degradáveis, como açúcares e proteínas.
- **Fase Termófila:** os microrganismos termófilos substituem os mesófilos, a temperatura ultrapassa 40° C, ocorrendo aumento da taxa de biodegradação de lipídeos, hemicelulose, celulose e lignina, reduzindo a massa e volume dos enleirados.
- **Fase de arrefecimento:** diminuição das atividades microbianas, as populações de termófilos são substituídas pelos mesófilos, devido ao declínio da temperatura.
- **Fase de maturação:** é a última de compreende pela transformação de moléculas complexas em substâncias húmicas.



Figura 3. Resumo das fases do processo de compostagem, destacando a interação entre temperatura e tempo.



Fonte: D'ALMEIDA; VILHENA, 2000.

Para diferenciar as fases da temperatura, basta introduzir vergalhões até o fundo das leiras, até o fim do processo da compostagem. Estas barras de ferro deverão ser removidas para a verificação da temperatura a cada dois ou três dias até o primeiro revolvimento, sendo uma vez por semana, até a finalização do processo.

Os principais fatores que interferem na compostagem são os microrganismos, aeração, umidade, temperatura, relação C/N, características químicas e físicas dos materiais envolvidos, dimensões da pilha e a estabilidade da biodegradabilidade da população microbiana, estes quando são conduzidos erroneamente, podem levar à baixa eficiência da compostagem resultando em um composto de qualidade inferior (XI et al., 2015).

Na Tabela 2 são apresentadas a amplitude adequada e desejável de cada um desses itens, para que se tenha um processo de compostagem eficiente.



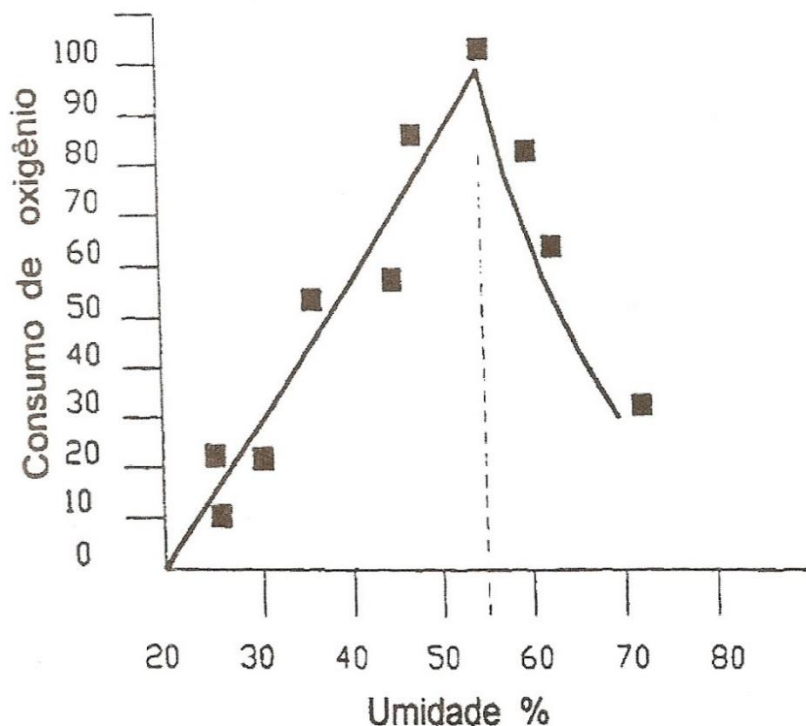
Tabela 2. Recomendações para compostagem eficiente.

Condições	Amplitude adequada	Amplitude desejável
Concentração de oxigênio	Maior que 5%	Muito maior que 5%
Umidade	40 – 65%	50 – 60%
Temperatura (°C)	43,5 – 65,5	54,5 – 60,0
Relação Carbono: Nitrogênio	20:1 – 40:1	25:1 – 30:1
Umidade	40 – 65%	50 – 60%
pH	5,5 – 9,0	6,5 – 8,0

Fonte: Adaptado de Soares e Silva (2021).

Teores altos de umidade deixam o material encharcado, prejudicando a decomposição aeróbia do material, pela falta de oxigênio, gerando maus odores. O consumo do oxigênio, que é a digestão da matéria orgânica, aumenta consideravelmente com a elevação do teor de umidade de 25% até 55% caindo quase verticalmente quando ultrapassa este último valor (Figura 4).

Figura 4. Efeito da umidade no consumo de oxigênio na compostagem do resíduo sólido domiciliar.



Fonte: GOLUEKE (1975).



Para alcançar valores desejadas de relação C/N muitas vezes é necessário que ocorra a mistura de materiais em função das diferentes composições dos resíduos (Tabela 3).

Tabela 3. Relação C/N de alguns resíduos.

Material	Relação C/N
Esterco bovino	18:1
Esterco de aves	10:1
Esterco suíno	19:1
Esterco de ovinos	15:1
Esterco de equinos	18:1
Cama de aviário	14:1
Arroz: casca e palha	39:1

Fonte: Adaptado de Kiehl (1998).

A compostagem possui inúmeras vantagens, pois ela possibilita a decomposição de carcaças remanescentes na cama de aviário, portanto, uma excelente técnica para tratar resíduos sólidos (CESTONARO et al., 2010; ORRICO JUNIOR et al., 2012; PAIVA et al., 2012).

Orrico Júnior et al. (2010), no estudo da avaliação da eficácia do processo de compostagem no tratamento dos resíduos da cama de aviário e carcaças de aves, observaram que o percentual de ossos em relação à quantidade inicial de carcaças, a qual resistiu o processo de compostagem, foi de 2,95%, a maioria com estruturas rúpteis.

Os programas de compostagens estão em foco, principalmente no tratamento dos resíduos da avicultura como a cama de frango e dejetos de poedeiras. Em virtude das poluições ambientais e às exigências do MAPA (Anexo IV, IN n°25/2009) por razões de biossegurança os resíduos de origem animal devem passar obrigatoriamente por tratamento (BRASIL, 2009).

A compostagem conduzida adequadamente é capaz de mitigar a maioria dos microrganismos patogênicos presentes na matéria orgânica, desta forma, reduzindo riscos de contaminação. Os mecanismos de eliminação de patógenos são compreendidos pela junção da temperatura, competição entre microrganismos e tempo de exposição. Entre os parâmetros que são de fácil monitoramento está a temperatura (LONGHURST et al., 2010).

No entanto, durante o processo de compostagem, uma considerável quantidade de N é perdida por volatilização na forma de amônia (NH₃). Estudos indicam que as perdas mais significativas ocorrem durante as fases iniciais da compostagem, quando há uma maior quantidade de material orgânico de fácil decomposição e um rápido aumento da temperatura devido à atividade dos microrganismos (JANCZAK et al., 2017).

A elevada temperatura durante o processo da compostagem é resultante da biodegração da matéria orgânica pelos microrganismos, que, pode se tornar uma ameaça ao processo se a temperatura ultrapassar a 75°C, levando a redução ou mesmo a paralização da atividade microbiana



(MASSUKADO, 2008). Estudos mostram que a temperatura deve-se manter até 60°C, sendo capaz de conciliar eficientemente a mitigação de patógenos e altos níveis de biodegradação (FIALHO, 2007).

Foi observado em estudo realizado por Ferreira (2021) que a compostagem foi eficaz para reduzir significativamente a população de coliformes termotolerantes nos resíduos de cama de aviário, tanto orgânicos quanto convencionais. Além disso, a compostagem foi eficaz na eliminação de ovos viáveis de helmintos em todos os resíduos animal testados, reforçando sua eficiência como método de tratamento de resíduos orgânicos.

2.5 UTILIZAÇÃO DA CAMA AVIÁRIA COMO ADUBO ORGÂNICO

Devido à elevada porcentagem de matéria orgânica contida na cama de aviário, esta é considerada um resíduo interessante no ponto de vista agrônomo, para as culturas comerciais. No entanto, esta utilização deve apresentar embasamento técnico e ser coerente com a realidade de cada produtor, conhecimento das necessidades do solo, das plantas e principalmente a composição química destes compostos.

Noce et al. (2014) utilizando a cama aviária como fertilizante verificaram que ela proporcionou efeitos positivos na produtividade de milho para silagem e, dependendo do clima mercadológico e da disponibilidade regional do produto, existe a possibilidade da substituição a fertilização química.

A utilização de cama de aviário como fertilizante orgânico para pastagem durante o período de entressafra sobre a cultura do milho demonstram viabilidade, pois permite ganhos na produtividade da cultura devido a seu elevado nível de nutrientes (NOVAKOWISKI et al., 2013).

Portugal et al. (2009) observaram os efeitos da utilização de diferentes doses de cama de frango durante dois anos consecutivos nas alterações químicas do solo e no acúmulo de matéria seca de *Urochloa brizantha* cv. Marandu. A utilização deste resíduo aumentou significativamente a produção de matéria seca (8 t ha⁻¹), quando comparado com o tratamento que não recebeu o resíduo (4 t ha⁻¹).

Silva et al. (2013) utilizando apenas dejetos de poedeiras, verificaram aumento na produção de massa verde e no comprimento do capim *Urochloa. brizantha* cv. Marandu e nos teores de nutrientes foliares, desde modo, o nível de matéria orgânica do solo está altamente correlacionado com o potencial de produção dos sistemas pastoris, sobretudo em sistemas onde não se utiliza fertilização. A recuperação e manutenção efetiva de níveis adequados de MO são essenciais para o desenvolvimento sustentável da pecuária em regiões tropicais.

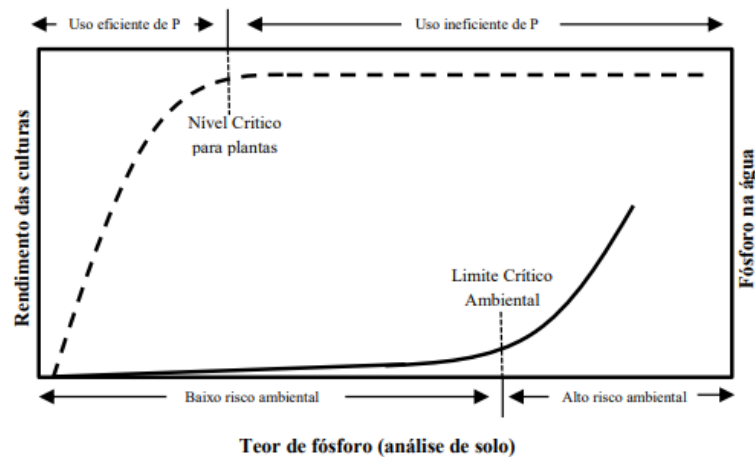
Para a utilização da cama de aviário como fertilizante em pastagens é absolutamente necessária a verificação e análise do seu material de origem, é fundamental possuir fácil biodegradação e ser livre de microrganismos patogênicos que possa vir a contaminar o solo e o lençol freático (BENITES, 2011).

A aplicação sistemática de cama de frango no solo pode causar acúmulo de P. Este acúmulo ocorre devido a concentração de N, P₂O₅ e K₂O que é praticamente de 1:1:1 (Tabela 1), enquanto que



para a maioria das culturas as necessidades de N, P₂O₅ e K₂O são de 6:1:4; 6:1:3 respectivamente. Um dos cuidados na hora de recomendar a dose adequada é usar o nutriente crítico para a base de cálculo. Além da resposta agrônômica, que é o efeito no rendimento das culturas, é necessário observar a resposta ambiental

Figura 5. Representação esquemática do rendimento relativo das culturas e da quantidade de P na água em função do teor de P disponível no solo, destacando-se o nível crítico de P para as culturas e o limite crítico ambiental.



Fonte: Gatiboni et al. (2014).

2.6 ADUBOS ORGANOMINERAIS E SUA UTILIZAÇÃO

Os fertilizantes orgânicos quando são complementados com fertilizantes minerais, originam os fertilizantes organominerais (SOUSA, 2012). Os fertilizantes organominerais sólidos devem apresentar, no mínimo, 8% de carbono orgânico, 10% de macronutrientes primários N, P e K isoladamente (BRASIL, 2009).

Segundo a INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 23, DE 13 DE AGOSTO DE 2005, da Legislação Brasileira, o fertilizante organomineral é definido como, produto resultante da mistura física ou combinação de fertilizantes minerais ou orgânicos, podendo ser na forma farelada, granulada ou peletizada (ALANE, 2015).

Os compostos orgânicos em conjunto com fontes minerais constituem uma ferramenta que intensifica a eficiência dos adubos minerais, minimizando os custos nas fertilizações das culturas e propiciando melhorias nas características do solo, através no maior fornecimento de nutrientes o que provoca maior atividade dos microrganismos presentes no solo, aumentando a estabilidade e sustentabilidade do sistema (RABELO, 2015; ULSENHEIMER et al., 2012).

Os fertilizantes organominerais, revelam um grande potencial para aplicação agrícola em culturas anuais e perenes. Isso abrange commodities valiosas como milho, soja, feijão, trigo, algodão, bem como pastagens perenes. Sob uma perspectiva de produção sustentável, a utilização do mesmo é



economicamente viável, reduzindo a dependência de fertilizantes minerais e contribuindo para a conservação ambiental (MALAQUIAS; SANTOS, 2017).

De acordo com Andrade et al. (2012), os fertilizantes organominerais são superiores aos fertilizantes químicos e orgânicos, pois a ausência de alguns nutrientes essenciais para as plantas, através da combinação dos fertilizantes pode ser facilmente suprida, sendo que a ausência de um nutriente pode ser encontrada em maiores quantidades no outro.

Tiritam e Santos (2012) estudando a influência da adubação com fertilizante organomineral observaram resultados satisfatórios para o milho safrinha, pois o tratamento que utilizou os fertilizantes organominerais foi superior em relação aos demais que não utilizaram o fertilizante, com maior produtividade na produção de milho e melhorias nas propriedades do solo.

De acordo com Borges et al. (2015), a utilização de fertilizante organomineral no plantio da soja proporcionou produtividade superior quando comparado aos tratamentos com fertilização mineral, podendo ser uma possibilidade viável no ponto de vista agrônomico e econômico no manejo da cultura.

Silva et al. (2015) constataram que fertilizantes organominerais aumentam os níveis de nutrientes como Ca e Mg de 6,8 e 3,3 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ para 8,2 e 4,6 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ nas camadas de solos que foram estudadas e redução da saturação de alumínio, desde a menor dose (60 kg ha^{-1} de N; 90 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 100 kg ha^{-1} de K_2O).

3 CONSIDERAÇÕES

1 DEVIDO AO FATO DE SER UMA BOA FONTE DE NUTRIENTES E DE MATÉRIA ORGÂNICA A CAMA DE FRANGO TEM POTENCIAL DE SER UTILIZADO NA AGRICULTURA. PORÉM É NECESSÁRIO QUE ESSE RESÍDUO PASSE POR UM PROCESSO DE COMPOSTAGEM, QUE MELHORA SUAS CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS, ALÉM DE ELIMINAR MICRORGANISMOS PATOGÊNICOS QUANDO CONTROLADA A TEMPERATURA DAS PILHAS DE COMPOSTAGEM. AINDA EXISTE A POSSIBILIDADE DE ENRIQUECER ESSE MATERIAL COM OS FERTILIZANTES QUÍMICOS, ORIGINANDO OS ORGANOMINERAIS.

Tanto a cama de aviário compostada como os organominerais, se empregados de forma racional, possuem grande potencial de serem utilizados na agricultura, promovendo melhorias no solo e reduzindo os custos de produção.



REFERÊNCIAS

- ALANE, F. F. F. Fertilizante organomineral na cultura da soja. Uberlândia, 2015. 27 f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Agronomia)-Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2015.
- ALLAM, Z.; BIBRI, S. E.; SHARPE, S. A. The rising impacts of the COVID-19 pandemic and the Russia-Ukraine War: energy transition, climate justice, global inequality, and supply chain disruption. *Resources*. V.11, n. 11p;99, 2022.
- ALMEIDA, J. N.; COUTINHO, P. W. R.; SILVA, D. M. S.; OKUMURA, R. S.; SALDANHA, E. C. M. Produção de matéria fresca e seca do capim *Panicum maximum* cv. Mombaça em reposta a adubação fosfatada no nordeste paranaense. *Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer*, v. 9, n. 16, p. 1776, 2013.
- ANDRADE, E. M. G.; SILVA, H. S.; SILVA, N. S.; SOUSA JÚNIOR, J. R.; FURTADO, G. F. Adubação organomineral em hortaliças folhosas, frutos e raízes. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 7, n. 3, p. 07-11, 2012.
- ALMEIDA, T; POCOJESKI, E; NESI, C. N; OLIVEIRA J. P. M; SILVA, L. S. Eficiência de fertilizante fosfatado protegido na cultura do milho. *Revista Scientia Agraria versã*, v. 17, n. 1, p. 29-35, 2016.
- AVILA, V. S.; ABREU, V. M. N.; FIGUEIREDO, E. A. P.; BRUM, P. A. R.; OLIVEIRA, U. Valor agrônomo da cama de frangos após reutilização por vários lotes consecutivos. *Comunicado Técnico* 466, 4p. 2007.
- BATISTA, M.A., INOUE, T.T., ESPER NETO, M., and MUNIZ, A.S. Princípios de fertilidade do solo, adubação e nutrição mineral. In: BRANDÃO FILHO, J.U.T., FREITAS, P.S.L., BERIAN, L.O.S., and GOTO, R., comps. *Hortaliças-fruto* [online]. Maringá: EDUEM, 2018, pp. 113-162. ISBN: 978-65-86383-01-0.
- BENITES, V. Como fazer a compostagem da cama de frango para o uso em pastagem. [Online], 2011. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/876550/1/ComofazeracompostagemdacamadefrangoparausoempastagemPortalDiadeCampo.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2017.
- BORGES, R. E; MENEZES, J. F. S; SIMON, G. A; BENITES, V. Eficiência da adubação com organomineral na produtividade de soja e milho. *Global Science and technology*, v. 8, n. 1, p. 177, 2015.
- BOTTEGA, E. L.; QUEIROZ, D. M.; PINTO, F. A. C.; SOUZA, C. M. A. Variabilidade espacial de atributos do solo em sistema de semeadura direta com rotação de culturas no cerrado brasileiro. *Revista Ciência Agrônoma*, v.44, n.1, p.1-9, 2013.
- BRASIL. Instrução Normativa n. 25, de 23 de julho de 2009. Revoga a Instrução Normativa n. 23 de 31 de agosto de 2005 e resolve aprovar as normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura, na forma dos anexos à presente instrução normativa. *Diário Oficial da União, Brasília, DF*, p. 13, 2009.
- CARNEIRO, J. S. S.; FARIA, A. J. G.; FIDELIS, R. R.; SILVA NETO, S. P.; SANTOS, A. C.; SILVA, R. R.. Diagnóstico da variabilidade espacial e manejo da fertilidade do solo no Cerrado. *Scientia Agrária*, v. 17, n. 3, p. 38-49, 2017.



CESTONARO, T.; ABREU, P. G.; ABREU, V. M. N.; COLDEBELLA, A.; TOMAZELLI, I. L.; HASSEMER, M. J. Desempenho de diferentes substratos na decomposição de carcaça de frango de corte. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, n.12, p.1318-1322, 2010.

D'ALMEIDA, M.L.; VILHENA, A. Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado. 2 ed., São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000.

FERREIRA, P. F. A. Efeito da compostagem de resíduos animais na redução da carga microbiológica, parasitária e de determinantes da resistência a antimicrobianos. 2021. 72 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Ciência do solo) - Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2021.

FIALHO, L. L; Caracterização da matéria orgânica em processo de compostagem por métodos convencionais e espectroscópicos. São Carlos, 2007. 170 f. Tese (Doutorado em Ciências – Química Analítica) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

GATIBONI, L. C.; SMYTH, T. J.; SCHMITT, D. E.; CASSOL, P. C.; OLIVEIRA, C. M. B. Proposta de limites críticos ambientais de fósforo para solos de Santa Catarina. Lages: UDESC/CAV, 2014. Boletim Técnico CAV/UDESC, 2.

GOLUEKE, C. G. Composting, a review of rationale principles, and public health. *Compost Science*, v.17, n.3, p.11-14, 1975

HAO, X. J.; ZHANG, T. Q.; TAN, C. S.; WELACKY, T.; WANG, Y. T.; LAWRENCE, D.; HONG, J. P. Crop yield phosphorus uptake as affected by phosphorus-based swine manure application under long-term corn-soybean rotation. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, v. 103, n. 2, p. 217-228, 2015.

JANCZAK, D.; MALIŃSKA, K.; CZEKAŁA, W.; CÁCERES, R.; LEWICKI, A.; DACH, J. Biochar to reduce ammonia emissions in gaseous and liquid phase during composting of poultry manure with wheat straw. *Waste Management*, v. 66, p. 36–45, 2017.

KARUNANITHI, R.; SZOGI, A. A.; BOLAN, N.; NAIDU, R.; LOGANATHAN, P.; HUNT, P. G.; VANOTTI, M. B.; SAINT, C. P.; OK, Y. S.; KRISHNAMOORTHY, S. Phosphorus recovery and reuse from waste streams. *Advances in Agronomy*, v. 31, n. 1, 78 p., 2015.

KIEHL, E. J. Manual de Compostagem. Piracicaba, Editora Degaspari, 1998.

KIMURA, G. K. Investigação Do Potencial Celulolítico De Bactérias Oriundas De Processo De Compostagem. Campinas, 2014. 86 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Biologia molecular) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, São Paulo.

LONGHURST, R. D., ROBERTS, A. H. C., O'connor, M. B. Farm dairy effluent: A review of published data on chemical and physical characteristics in New Zealand. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. v.43, n.7, 2010.

MACKLIN, K. S.; HESS, J. B.; BILGILI, S. F. et al. Effects of in-house composting of litter on bacterial levels. *Poultry Science Association*, v. 15, p. 531–537, 2006.

MALAVOLTA, E. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Ceres, 2006. 638 p.

MALAQUIAS, C. A. A., SANTOS, A. J. M. Adubação organomineral e NPK na cultura do milho (*Zea mays* L.). *Pubvet*, v. 11, n. 5, p. 501-512, 2017.



MAROUELLI, R. P. Desenvolvimento sustentável da agricultura no cerrado brasileiro. Distrito Federal, 2003. 64 f. TCC (Especialização Gestão Sustentável da Agricultura Irrigada)- ISEA-FGV, Distrito Federal, 2003.

MASSUKADO, L.M. Desenvolvimento do processo de compostagem em unidade descentralizada e proposta de software livre para o gerenciamento municipal dos resíduos sólidos domiciliares. São Carlos, 2008.182p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

MENDES, A. A; NAAS, I. A; MACARI, M. Produção frangos de corte. Campinas, Facta, 2004. 356 p.

NOCE, M.A.; OLIVEIRA, A.C.; CARVALHO, D.O.; CHAVES, F.F. Fertilização do Milho Silagem Utilizando Cama de Frango em Doses e Sistemas de Aplicação Distintos. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v. 13, n. 2, p. 232-239, 2014.

NOVAKOWISKI, J. H; SANDINI, I. E; FALBO, M. K; MORAES, A; NOVAKOWISKI, J. H. Adubação com cama de aviário na produção de milho orgânico em sistema de integração lavoura-pecuária. Semina: ciências agrárias, 2013, v. 34, n. 4, p. 1663-1672.

NUNES, R. S; SOUSA, D. M. G; GOEDERT, W. J; VIVALDI, L. J. Distribuição de fósforo no solo em razão do sistema de cultivo e manejo da adubação fosfatada. Revista Brasileira Ciência Solo, v. 35, n. 3, p.877-888, 2011.

OLIVEIRA, S. B.; CAIONE, G.; CAMARGO, M. F.; OLIVEIRA, A. N. B.; SANTANA, L. Fontes de fósforo no estabelecimento e produtividade de forrageiras na região de alta floresta – MT. Global Science Technology, v.05, n.01, p.01-10, 2012

ORRICO JÚNIOR, M. A. P.; ORRICO, A. C. A; JÚNIOR, J. L. Compostagem dos resíduos da produção avícola: cama de frangos e carcaças de aves. Engenharia Agrícola, 2010, v. 30, n. 3, p. 538-545.

ORRICO JUNIOR, M. A. P.; JUNIOR, J. L.; SAMPAIO, A. A. M.; FERNANDES, A. R. M.; OLIVEIRA, E. A. Compostagem dos dejetos da bovinocultura de corte: influência do período, do genótipo e da dieta. Revista Brasileira de Zootecnia, v.41, n.5, p.1301-1307, 2012.

PAIVA, E.R. Avaliação da compostagem de carcaças de frango pelos métodos da composteira e de leiras estáticas aeradas. Revista de Engenharia Agrícola, v.32, n.5, p.961-970, 2012.

PAIVA, M. R. F. C.; SILVA, G. F.; OLIVEIRA, F. H. T.; PEREIRA, R. G.; QUEIROGA, F. M. Doses de nitrogênio e de fósforo recomendadas para produção econômica de milho-verde na chapada do Apodi-RN. Revista Caatinga, Mossoró, v. 25, n. 4, p. 1-10, 2012.

PITTA, C. S. R.; ADAMI, P. F.; PELISSARI, A.; ASSAMANN, T. S.; FRANCHIN, M. F.; CASSOL, L. C.; SARTOR, L. R. Year-round poultry litter decomposition and N, P, K and Ca release. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.36, n. 3, p. 1043-1053, 2012.

PORTUGUAL, A. F; RIBEIRO, D. O; CARBALLAL, M. R; VILELA, L. A. F; ARAÚJO, E. J; GONTIJO, M. F. D. Efeitos da utilização de diferentes doses de cama de frango por dois anos consecutivos na condição química do solo e obtenção de matéria seca em *Brachiaria Brizantha* cv. Marandú. In: I Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos de animais, 2009, Florianópolis. Anais...Florianópolis: Sigera, 2009, p.137-142.



RABELO, K. C. C. Fertilizantes organominerais e mineral: aspectos fitotécnicos na cultura do tomate industrial. Goiânia, 2015. 70 f. Dissertação (Mestrado em agronomia), Goiânia, GO, 2015.

RAIJ, B. Van. Fertilidade do solo e adubação. São Paulo; Piracicaba: Ceres, Potafós, 1991, p, 343.

ROSIM, D. C; MARIA, I. C; SILVA, R. L; SILVA, A. P. Compactação de um Latossolo Vermelho Distroférico com diferentes quantidades e manejos de palha em superfície. Revista Bragantia, v. 71, n. 4, p. 502-508, 2012.

SANTOS, D. H. Adubação da cana-de-açúcar com torta de filtro enriquecida com fosfato solúvel. Presidente Paulista. 2009. 35f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade do Oeste Paulista – Unoeste. Presidente Prudente – SP, 2009.

SANTOS, G. A. CAMARGO, F. A. O. Fundamentos da matéria orgânica no solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. 2. ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008.

SANZONOWICZ, C. Solos do cerrado, 2010. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_14_911200585231.html>. Acesso em: 01 out. 2017.

SCHALLEMBERGER, J. B; MATSUOKA, M; TROMBETTA, C; PAVEGLIO, S. S; OLIVEIRA, T. H. Efeito da utilização de cama de aviário na dinâmica do nitrogênio do solo. In: IX Fórum internacional de resíduos sólidos, 2018, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: Instituto Venturi, 2018, p. 1-7.

SCHONINGER, E.L.; GATIBONI, L.C.; ERNANI, P.R. Fertilização com fosfato natural e cinética de absorção de fósforo de soja e plantas de cobertura do cerrado. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v.34, n.1, p.95-106, 2013.

SILVA, A; LANA, A. M. Q; LANA, R. M. Q; COSTA, A. M. Fertilização com dejetos de suínos: influência nas características bromatológicas de *Brachiaria Decumbens* e alterações no solo. Revista de Engenharia Agrícola, v. 35, n. 2, p. 254-265, 2015.

SILVA, A. A; SIMIONI, G. F; LUCENA, A. Efeito da adubação orgânica no crescimento do capim *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em Parecis/Rondônia, Enciclopédia Biosfera, v. 9, n.19, p. 923, 2013.

SILVA, R.R. Avaliação agrônômica de resíduos gerados em frigoríficos bovinos. Viçosa, 2010, 90f. Tese (Tese em Agronomia) – Departamento de solos e nutrição de plantas, Universidade Federal de Viçosa.

SILVA, V. S. Estratégias para reutilização de cama de aviário. In: Conferência FACTA 2011 de Ciência e Tecnologia Avícola. Anais... Santos: Embrapa Suínos e Aves, 2012, p. 255-264.

SOARES, V. B.; SILVA, J. A. F. Resíduos orgânicos no Brasil: métodos de compostagem para pequenas comunidades rurais. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. V. 1, n.6 p.156-195, 2021.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 11 ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Núcleo Regional Sul, Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2016. 319 p.



SOUSA, R.T.X. Disponibilidade de fósforo no solo após a aplicação de fertilizante mineral e organominerais em solo cultivado com cana-de-açúcar. In: FERTBIO, 2012. Anais... Maceió: SBCS, 2012, p. 1-5.

TIRITAN, C. S., e SANTOS, D. H. Resposta do Milho Safrinha a Adubação Organomineral no Município de Maracaju-MS. Revista ColloquiumAgrariae, v. 8, p. 24-31, 2012

VANEGA CHACÓN, E. A; MENDONÇA, E. S; SILVA, R. R; LIMA, P. C; SILVA, I. R; CANTARUTTI, R. B. Decomposição de fontes orgânicas e mineralização de formas de nitrogênio e fósforo. Revista Ceres, v. 58, n.3, p. 373-383, 2011

VIEIRA, M. DE F. A. Caracterização e análise da qualidade sanitária de camas de frango de diferentes materiais reutilizados sequencialmente. Viçosa, 2011. 81f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola).Viçosa, 2011.

ULSENHEIMER, A. M; SORDI, A; CERICATO, A; LAJÚS, C. Formulação de fertilizantes organominerais e ensaio de produtividade. Revista UNOESC &Ciência, v. 7, n. 2, p. 195-202, 2012.

XI, B.D., HE, X.S., DANG, Q.L., YANG, T.X., LI, M.X., WANG, X.W., LI, D., TANG, J. Effect of multi-stage inoculation on the bacterial and fungal community structure during organic municipal solid wastes composting. Bioresource Technology, v.196, p. 399–405, 2015.