

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS
CÂMPUS SÃO LUÍS DE MONTES BELOS, GO
PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL
MESTRADO PROFISSIONAL

TATIANY ARRAIS LOPES

USO DE FERTILIZANTE ORGANOMINERAL NA AGRICULTURA

São Luís de Montes Belos

2019

TATIANY ARRAIS LOPES

USO DE FERTILIZANTE ORGANOMINERAL NA AGRICULTURA

Dissertação apresentada à
Universidade Estadual de Goiás
Câmpus São Luís de Montes Belos
para obtenção do título de Mestre
em Desenvolvimento Rural
Sustentável.

Linha de pesquisa: Produção
Vegetal

Orientadora: Profa. Dra. Clarice
Backes

São Luís de Montes Belos
2019

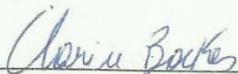
TATIANY ARRAIS LOPES

USO DE ORGANOMINERAL NA AGRICULTURA

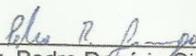
Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Goiás - Câmpus São Luís de Montes Belos, para a obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Rural Sustentável.

Aprovado em: 29 de novembro de 2019.

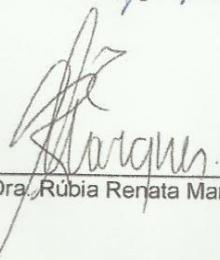
BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Clarice Backes – UEG



Prof. Dr. Pedro Rogério Giongo – UEG



Profa. Dra. Rúbia Renata Marques – UCDB

Dedico a minha família que me apoiou quando eu mais precisava.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, quero agradecer a Deus por me conceder a oportunidade de poder cursar um nível de curso de pós-graduação *stricto sensu*. Me sinto imensamente privilegiada por esta conquista, pois pertenço a uma pequena parcela que conseguiu este direito que deveria ser básico a todos brasileiros e brasileiras.

Agradeço, aos meus pais Isaac Lopes e Tianinha por sempre me incentivarem ao estudo desde educação básica até a pós-graduação. Sem eles jamais seria possível a realização deste sonho.

Agradeço, a minha irmã Isabella Arrais que sempre foi meu suporte para enfrentar todos os obstáculos que surgem em minha jornada.

Agradeço, a minha orientadora Clarice Backes que sempre dispôs em ajudar-me desde a graduação. Aconselhando-me e ajudando-me como uma mãe. Obrigada pelo seu acolhimento, incentivo e oportunidade!

Agradeço, ao Professor Alessandro, que foi muito importante nessa jornada, sem ele também certamente não seria possível a realização deste sonho.

Agradeço ao Professor Danilo Tomazello, que me ajudou durante a implantação do experimento, foi fundamental para concretização desde estudo.

Agradeço, aos meus amigos Lucas Matheus e Arthur, eles foram desde a graduação irmãos de coração e sempre dispostos a me ajudar e aconselhar sempre quando mais preciso.

Agradeço, ao grupo de pesquisa NUPAGRO de todo coração, vocês são demais! Nada seria possível sem a ajuda de vocês.

Agradeço, a Fabricia Batista e Adriano Profeta, por me acolherem em suas casas no início do mestrado. A ajuda de vocês foi muito importante!

Agradeço, ao Jheorgenes Matias de Paula, sua ajuda foi fundamental na minha pesquisa!

Agradeço, ao programa de bolsas UEG!

Agradeço, a empresa Agro Centro-Oeste pelo patrocínio dos insumos!

Agradeço, a empresa Organoplus pelo fornecimento do fertilizante organomineral!

Agradeço, aos meus colegas de mestrado, que muitos deles tornaram-se meus amigos. Que levarei para sempre no meu coração!

A todos que contribuíram de forma direta ou indiretamente para a concretização deste estudo, possuem minha eterna gratidão.

OBRIGADA!!!

RESUMO

As cadeias de produção animal geram uma 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. 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. Os fertilizantes orgânicos quando são complementados com fertilizantes minerais, são originados os fertilizantes organominerais. 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. 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: Compostagem. Avicultura. Degradação do solo. Matéria orgânica.

ABSTRACT

Animal production chains generate a high amount of organic waste with a high degree of polluting agents and their irrational disposal in the environment causes serious ecological imbalances, but can be minimized through environmental liabilities such as their use in agriculture. When effluents are properly treated, they become interesting due to the huge supply of excreted nutrients that were not used in the diet, these with high levels of N, P and K. Due to the high percentage of organic matter contained in the poultry litter. , this is considered an agronomically interesting residue for commercial crops. However, this use must be technically based and consistent with the reality of each producer, knowledge of the needs of the soil, plants and especially the chemical composition of these compounds. Organic fertilizers when supplemented with mineral fertilizers, originate the organomineral fertilizers. Organic compounds in conjunction with mineral sources are a tool that enhances the efficiency of mineral fertilizers, minimizing crop fertilization costs and providing improvements in soil characteristics through increased nutrient supply which causes greater activity of soil microorganisms. , increasing the stability and sustainability of the system. Proper use of waste especially poultry litter, combined with chemical fertilizers can contribute satisfactorily to farmers, by reducing the operational cost of production and chemical fertilizers.

Keywords: Composting. Poultry farming. Soil degradation. Organic matter.

SUMÁRIO

RESUMO.....	8
ABSTRACT.....	9
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	9
1. INTRODUÇÃO	9
2. REVISÃO DA LITERATURA	10
2.1 A deficiência de P nos Latossolos do cerrado	10
2.2.1 Cama de aviário.....	12
2.2.2 Tratamento da cama de aviário através da compostagem	13
2.3 Utilização da cama aviária como adubo orgânico.....	15
2.4 Adubos organominerais	16
2.4.1 Utilização de organomineral em sistemas de produção.....	17
REFERÊNCIAS.....	19
CAPÍTULO 2- INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE ORGANOMINERAL NA SUCESSÃO DE CULTURAS.....	27
RESUMO.....	27
INTRODUÇÃO	29
MATERIAL E MÉTODOS	30
RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
REFERÊNCIAS.....	43

LISTA DE ABREATURAS

al	Alumínio
P	Fósforo
K	Potássio
N	Nitrogênio
Mg	Magnésio
Ca	Cálcio
S	Enxofre
Cv	Cultivar
ha ⁻¹	Hectare
t	Tonelada
°C	Grau Celsius
C molc	Centimol de carga
dm ⁻³	Decímetro cúbico

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

As atividades ligadas à indústria de alimentos estão em amplo desenvolvimento no país, com destaque para a avicultura. Esta cadeia proporciona inúmeras benfeitorias, sendo a promotora de diversos empregos, alimentos, dentre outros benefícios para a região. No entanto, esta alta produção gera resíduos com elevada carga poluente. Que se os mesmos não forem manejados de forma idônea provocam sérios impactos ambientais.

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

No entanto para o país conseguir atender a alta demanda interna e externa (exportações) de alimentos existe a demanda de uma elevada quantidade de fertilizantes químicos, estes sendo altamente dependente de importações de matérias-primas para a fabricação de fertilizantes químicos.

Dessa forma torna-se necessário a busca por novas ações que possam minimizar a dependência com o mercado exterior.

Diante das inúmeras cadeias de produção existentes no país o uso de fertilizantes orgânicos é uma excelente estratégia para redução do consumo de fertilizantes químicos pelas lavouras brasileiras.

Os fertilizantes orgânicos são eficientes para agregar nutrientes ao solo e conseqüentemente eficazes para a recuperação de áreas degradadas 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) (IMOKE et al., 2010; SCHALLEMBERGER et al, 2019).

A junção de minerais como P 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. A utilização adequada de resíduos especialmente a cama de

aviário pode contribuir satisfatoriamente a agropecuária, pela possibilidade de redução do custo operacional de produção e de associada ao uso de fertilizantes químicos.

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 aumento no vigor, melhor utilização da água, resistência a patógenos e dentre outros (MALAVOLTA, 2006).

2. REVISÃO DA LITERATURA

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 um 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 nos Latossolos é relativamente alta, no entanto, não é encontrado em sua forma lábil, ou seja, acessível para as plantas no solo (SANTOS, 2009).

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 (RAMPIM et al., 2013). 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).

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 alumínio, ferro e cálcio. 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).

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 neste sistema convencional.

2.2 Utilização de resíduos orgânicos na agricultura

As cadeias de produção animal geram uma 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).

Para a disponibilização desses nutrientes 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).

2.2.1 Cama de aviário

As cadeias de produção animal geram uma 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 (VIRTUOSO, 2015). Porém, quando são manejadas incorretamente podem trazer inúmeros prejuízos para o plantel, como formação de lesões cutâneas nas aves e crescimento de microrganismos patogênicos nesses materiais (CARVALHO et al., 2011).

A cama de frango integra parte dos resíduos oriundos do sistema aviário. No galpão ela tem a finalidade de evitar o atrito da ave com a superfície, absorver a umidade, incorporar as fezes, urina, 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 necessário 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. É importante destacar que quando observado 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 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).

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). 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) nº 15, no seu 2º artigo (BRASIL, 2009).

A Instrução normativa nº15 foi anulada pela IN nº 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 nº 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).

2.2.2 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, o mesmo, este tendo uma aplicação idônea ao solo tende a melhorar suas propriedades físicas, químicas e biológicas, 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 etapas, à primeira caracterizada por fase latente que é a etapa de adaptação inicial e colonização da matéria orgânica pela biota. A fase mesófila é 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, onde 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. Na Fase de arrefecimento, com diminuição das atividades microbianas, as populações de termófilos são substituídas pelos mesófilos, devido o declínio da temperatura. Fase de maturação, é a última de compreende pela transformação de moléculas complexas em substâncias húmicas (SILVA, 2010; KIMURA, 2014).

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 (OLIVEIRA, 2008).

Os principais fatores que interferem na compostagem são os microrganismos, aeração, umidade, temperatura, relação carbono/nitrogênio (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).

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., 2012b; PAIVA et al., 2012).

ORRICO JÚNIOR et al. (2010a), 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.

2. 2.2.1 Efeitos da compostagem na mitigação de patógenos

Os programas de compostagens estão em foco, principalmente no tratamento dos resíduos da avicultura principalmente a cama de frango e

dejetos de poedeiras. Em virtude das poluições ambientais e às exigências do MAPA (Anexo IV, IN nº25/2009) 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).

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).

2.3 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 agrônômico, 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 (BERTÉ et al., 2009).

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. A cama pode ser uma 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 matéria orgânica 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).

2.4 Adubos organominerais

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).

Possuem duas formas de aplicação de fertilizantes organominerais no solo: uma é a mistura do fertilizante mineral com o orgânico; a outra é a formulação organomineral. Independentemente de sua forma de aplicação,

esses fertilizantes apresentam características de grande interesse agrônomo (OLIVEIRA, 2016).

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., 2016).

2.4.1 Utilização de organomineral em sistemas de produção

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.

A Junção dos diversos componentes que estabelecem os sistemas integrados sustentáveis determina o princípio da reciclagem, sendo que, o resíduo de um sistema passa a ser o insumo para que o outro produza. A utilização de forma integrada e racional dos recursos disponíveis dentro da propriedade aliado com a tecnologia, possibilita equilibrar a estabilidade dos sistemas de produção com a redução de custos e maior incremento na produtividade (EMBRAPA MILHO E SORGO, 2008).

VORTMANN et al. (2016), ao observarem a fitomassa e produtividade de milho adubado com fertilizantes orgânicos em sistema de Integração Lavoura – Pecuária (ILP), verificaram-se que a aplicação do composto orgânico propiciou maiores quantidades de grãos de milho na dose de 149 kg ha⁻¹ N. Corroboram com resultados de SANTIANI et al., (2016) que avaliaram o efeito residual de fertilizantes orgânicos na fitomassa da Aveia em sistema de ILP e observaram que com a aplicação de compostos orgânicos na cultura do milho como cultura antecessora propiciam a máxima produtividade de fitomassa da aveia preta.

Segundo SANTOS et al. (2011), fontes orgânicas tem capacidade de substituir parte, ou até mesmo todo o P exigido pelas plantas, alterando os

atributos químicos do solo, elevando a disponibilidade de cálcio, nitrogênio, fósforo, além dos teores de carbono orgânico.

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 uma produtividade superior quando comparado aos tratamentos com fertilização mineral, podendo ser uma possibilidade viável no ponto de vista agrônomo 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).

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.

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**, Mossoró, 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**, Curitiba, V. 17, N. 1, p. 29-35, 2016.

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/Como_fazeracompostagemdacamadefrangoparausoempastagemPortalDiadeCampo.pdf>. Acesso em: 15 out. 2017.

BERTÉ, L. N.; CASTAGNARA, D. D.; BULEGON, L. G.; KUHL, J. A.; ENINGER, E. M.; SANTOS, L. B.; VENDRAME, J. P.; OLIVEIRA, P. S. R.; NERES, M. A. In: XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2010, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2010, p. 961-966.

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 andtechnology**, v. 8, n. 1, p. 177, 2015.

BORGES, R. E; MENEZES, J. F. S; SIMON, G. A; BENITES, V. Eficiência da adubação com organomineral na produtividade de soja e milho. **Global scienceandtechnology**, 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 Agronômica**, 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.

CARVALHO T.M.R.; MOURA, D. J.; SOUZA, Z.M.; SOUZA, G.S. E BUENO, L.G.F. Qualidade da cama e do ar em diferentes condições de alojamento de frangos de corte. **Revista de Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.46, n.4, p.351-361, abr. 2011.

CESTONARO, T. et al. Desempenho de diferentes substratos na decomposição de carcaça de frango de corte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14, n.12, p.1318-1322, 2010.

COSTA A. M. da et al. Potencial de recuperação física de um latossolo vermelho, sob pastagem degradada, influenciado pela aplicação de cama de frango. **Ciência agrotecnológica**, v.33, p. 1991-1998, 2009.

EMBRAPA MILHO E SORGO. Sistemas de Produção, 2 ISSN 1679-012X Versão Eletrônica – 4ª edição, Set./2008

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.

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**,[Online], v. 103, n. 2, p. 217-228, 2015.

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

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.

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 RD, ROBERTS AHC, O'connor MB. 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**, Auburn, v. 15, p. 531–537, 2006.

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

MARQUELLI, 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**, Londrina, 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, Douglas Prates. **Fontes de matéria orgânica para a formulação de fertilizantes organominerais peletizados no desenvolvimento da cultura do sorgo**. 2016. 47 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016.

ORRICO JUNIOR. Compostagem dos resíduos da produção avícola: Cama de frangos e carcaças de aves. **Revista de engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n.3, p.538-545, 2010a.

ORRICO JUNIOR, M.A.P. et al. 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, 2012b.

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: Siger, 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.

RAMOS, L. A. **Cama de frango e organomineral na cultura da cana-de-açúcar**. Uberlândia, 2013. 72f. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Universidade Federal de Uberlândia-UFU, Uberlândia, MG, 2013.

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.

SANTIANI, L; ROSSATO, O. B; HENTZ, P; CORRÊA, J. C; MARTINAZZO. B. R; VORTMAN, I; BALENA, I; REBELLATTO, A; DALMUTT,N; RIGO, A. Z. 2016. Efeito Residual de Fertilizantes Orgânicos na Fitomassa da Aveia em Sistema de Integração Lavoura e Pecuária (iLP).In: XI Reunião Sul-Brasileira de Ciência do Solo, 2016, Concórdia. **Anais...**Concórdia: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 1-3.

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, D.H.; SILVA, M.A.; TIRITAN, C.S.; FOLONI, J.S.S.; ECHER, F.R. Qualidade tecnológica da cana-de-açúcar sob adubação com torta de filtro enriquecida com fosfato solúvel. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n.5, p.443-449, 2011.

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**, Jaboticabal, 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 agronômica 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.

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, 2012. **Revista ColloquiumAgrariae**, v. 8, p. 24-31. Disponível em: <<http://www.unoeste.br/site/enepe/2012/suplementos/area/Agrariae/Agronomia/RESPOSTA%20DO%20MILHO%20SAFRINHA%20A%20ADUBA%C3%87%C3%83O%20ORGANOMINERAL%20NO%20MUNIC%C3%8DPIO%20DE%20ARACAJU-MS.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2017.

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**, 2011, v. 58, n.3, p. 373-383.

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.

VIRTUOSO, M. C. S; OLIVEIRA, D. G; DIAS, L. N. S; FAGUNDES, P. S. F; LEITE, P. R. S. C. Reutilização da cama de frango. **Revista eletrônica Nutritime**, 2015, v. 12, n. 2, p. 3964-3979.

VORTMANN, I; HENTZ, P; CORRÊA, J. C; ROSSATO, O. B; MARTINAZZO, B. R; SANTIANI, L; BALENA, L; DALMUTT, N; RIGO, A. Z. Fitomassa e produtividade de milho adubado com fertilizantes químicos em sistema de integração lavoura-pecuária. In: XI Reunião Sul-brasileira de Ciência do solo, 2016, **Anais...**Frederico Westphalen: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 2016, p. 1-3.

ULSENHEIMER, A. M; SORDI, A; CERICATO, A; LAJÚS, C. Formulação de fertilizantes organominerais e ensaio de produtividade. **Revista UNOESC &Ciência**, Joaçaba, 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.

CAPÍTULO 2- INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE FERTILIZANTE ORGANOMINERAL NA SUCESSÃO DE CULTURAS

Tatiany Arrais Lopes, Clarice Backes, Alessandro José Marques Santos

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar a influência do fertilizante organomineral na sucessão de culturas e nas características químicas do solo. O experimento foi desenvolvido no período de novembro de 2016 a junho de 2018, durante os quais foram feitos três cultivos, sendo com milho na safra 16/17, soja na safra 17/18 e o milheto na safrinha. Os tratamentos foram constituídos por cinco doses de organomineral, calculado com base no fósforo (0, 50, 100, 150 e 200% do recomendado), mais um tratamento com adubação inorgânica. As doses de organomineral para a cultura do milho foram de: 0, 2.615, 5.230, 7.846 e 10.461 kg ha⁻¹ e para a cultura da soja o produto foi reaplicado nas doses de 0, 2.020, 4.040, 6.060 e 8.080 kg ha⁻¹. No milheto foi avaliado o efeito residual das sucessivas aplicações. Foram avaliadas em ambas as culturas as características produtivas, morfológicas, produtividade e em seguida análise de solo. A utilização de organomineral possibilitou maior produtividade na cultura do milho e maiores concentrações N e P em suas folhas. Influenciou também nas características produtivas da soja. Para a produtividade do milheto, verifica-se que o efeito das doses foi linear, com a maior quantidade de massa seca produzida na maior dose aplicada. Na primeira análise de solo a utilização do fertilizante organomineral proporcionou aumento de aproximadamente 33% no teor de P e influenciou positivamente na CTC. Já na segunda análise realizada verificou-se a influência dos tratamentos apenas para os teores de P no solo. A utilização de fertilizante organomineral neste estudo garantiu o maior acúmulo de P lábil no solo em relação a adubação inorgânica. A utilização de fertilizante organomineral na cultura do milho, soja e milheto, pode ser uma interessante alternativa de substituição a adubação inorgânica.

Palavras-Chave: Adubação Orgânica. Rotação de culturas. Sustentabilidade. Cama de aviário.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the influence of organomineral fertilizer on crop succession and soil chemical characteristics. The experiment was conducted from November 2016 to June 2018, during which three crops were made, with corn in the 16/17 crop, soybean in the 17/18 crop and millet in the off-season. The treatments consisted of five doses of organomineral, calculated based on phosphorus (0, 50, 100, 150 and 200% of the recommended), plus a treatment with inorganic fertilization. Organomineral doses for maize were: 0, 2,615, 5,230, 7,846 and 10,461 kg ha⁻¹ and for soybean the product was reapplied at doses of 0, 2,020, 4,040, 6,060 and 8,080 kg ha⁻¹. In millet the residual effect of successive applications was evaluated. In both crops the productive, morphological characteristics, productivity and then soil analysis were evaluated. The use of organomineral allowed higher yield in corn crop and higher N and P concentrations in its leaves. It also influenced the productive characteristics of soybean. For millet productivity, it was verified that the effect of the doses was linear, with the largest amount of dry mass produced at the highest applied dose. In the first soil analysis the use of organomineral fertilizer provided an increase of approximately 33% in the P content and positively influenced the CTC. In the second analysis, it was verified the influence of treatments only for soil P. The use of organomineral fertilizer in corn, soybean and millet can be interesting alternative to inorganic fertilization.

Keywords: Organic Fertilization. Crop rotation. Sustainability. BirdhouseBed

INTRODUÇÃO

A adoção de práticas contínuas de sistemas convencionais tende a causar inúmeros impactos negativos na estrutura física, química e biológica do solo. Visto que, nestes sistemas dispõe-se a mínima reposição gradual de nutrientes, maior compactação superficial e menor teor de matéria orgânica, em sequência a maior predisposição a degradação do solo.

A utilização de práticas conservacionistas torna-se necessária para contribuir com a sustentabilidade econômica e ambiental do agrossistema, através dos seus benefícios, como a diminuição de processos erosivos, controle de plantas infestantes, aumento da qualidade nutricional, possibilitando a manutenção dos recursos ambientais locais.

A rotação de culturas é uma excelente ferramenta, no entanto necessita de manutenção efetiva e quando conciliada com o Sistema de Plantio Direto (SPD), afirma-se como uma das tecnologias mais relevantes para a conservação do solo. O SPD é definido pelo processo de semeadura sem revolvimento e com o mínimo de interferência de máquinas agrícolas (MORAES, 2013).

As práticas de manejos sustentáveis estão sendo mais comuns, devido à conscientização ambiental. Através da fertilização orgânica, além de se obter maior sustentabilidade, há maior disposição gradual de nutrientes, influenciando a melhoria físico-química do solo e maior produtividade das culturas (KIEL, 2010).

Os solos do cerrado são caracterizados por imensos planaltos ou suavemente ondulados, sendo excelentes para o tráfego de maquinários, no entanto, deficientes de alguns nutrientes importantes para as culturas comerciais, como por exemplo, o fósforo (P) ((PITTA et al., 2012).

Os fertilizantes orgânicos são capazes de suprir os nutrientes essenciais para as plantas e incrementar a produtividade de inúmeras culturas, sendo que, a cama de aviário é uma das opções mais interessantes, em questão de perfil nutricional.

Para que seja possível a utilização da cama aviária é necessário que a mesma seja manejada e tratada corretamente, e o método mais indicado é o da compostagem. A compostagem é um processo realizado pela fermentação de bactérias termofílicas, que são eficazes na mitigação da população de microrganismos patogênicos e na redução da umidade, com a finalidade de posteriormente ser utilizada na agricultura (SCHALLEMBERGER et al., 2018).

A cama de aviário é um excelente substrato, pois auxilia na recuperação de solos degradados, por possuir altas concentrações de nutrientes e altas quantidades de matéria orgânica, quando esta é disponibilizada as culturas e solo, proporciona inúmeros benefícios tais como, a maior retenção de água, melhor desenvolvimento do sistema radicular, maior atividade dos agentes edáficos e redução da plasticidade e erosão (BLUM et al., 2003).

A eficiência dos fertilizantes orgânicos pode ser intensificada através do complemento com adubos minerais, como o P, formando os fertilizantes organominerais. A utilização de fertilizantes organominerais é uma alternativa viável, quando comparado com os demais insumos, pois o que falta em um fertilizante o outro completa em nutrientes e possibilita a redução da lixiviação devido à presença de grande quantidade de matéria orgânica

A utilização de fertilizantes organominerais têm-se destacado por serem menos onerosos quando comparados aos adubos químicos, mas, no entanto deve-se salientar o tipo de cultura, a região, transporte e a quantidade para que esse insumo seja acessível financeiramente aos produtores (FERREIRA, 2015).

Perante o exposto, o presente trabalho constitui em avaliar a influência do fertilizante organomineral na sucessão de culturas e nas características químicas do solo.

MATÉRIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em um Latossolo Vermelho distrófico, na Fazenda Escola da Universidade Estadual de Goiás, Campus São Luís de Montes Belos/GO, localizada a 579 m de altitude, 16° 31 '30'' de latitude sul e 50° 22'20'' de longitude oeste, de novembro de 2016 a junho de 2018, durante os quais foram feitos três cultivos, com milho na safra 16/17, soja na safra 17/18 e o milheto na safrinha. Os dados de temperatura e precipitação durante a condução do experimento são apresentados na Figura 1.

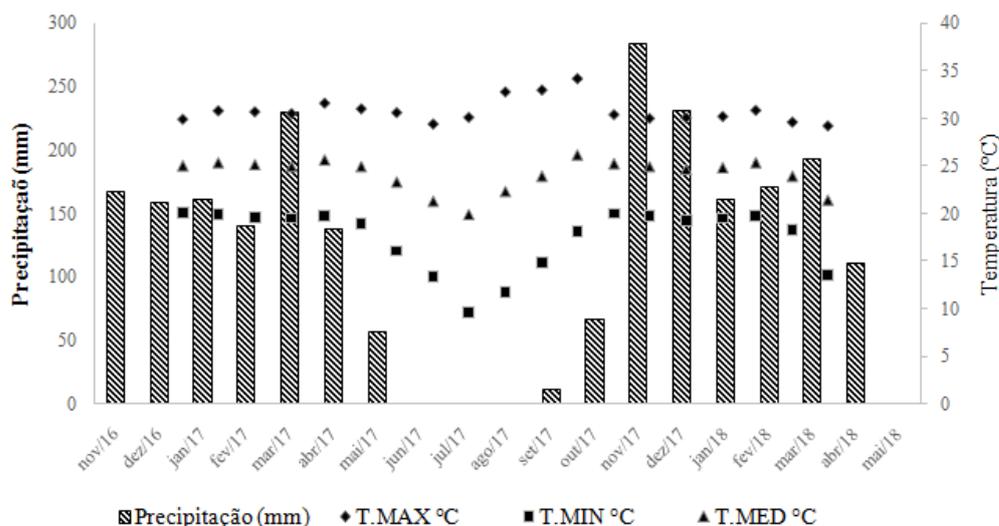


Figura 1. Dados de temperatura máxima (T.MAX), mínima (T.MIN) e média (T.MED) e precipitação obtida durante o período de condução do experimento.

Antes da instalação do experimento as características químicas do solo foram determinadas segundo metodologia proposta pela Embrapa (1997), apresentando os seguintes resultados para a camada de 0 – 0,20m: pH (CaCl₂) = 5,2; M.O.= 16 g dm⁻³; P = 11 mg dm⁻³; K, Ca, Mg, H+Al e Al = 0,15; 5,2; 0,9; 3,3 e 0 cmol_c dm⁻³, respectivamente, e V = 57%. As quantidades de areia, silte e argila foram de 260, 290 e 450 g kg⁻¹, respectivamente.

O preparo do solo foi realizado de forma convencional com duas gradagens antes da semeadura do milho. A soja e milho foram cultivados em plantio direto.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por cinco doses de organomineral, calculado com base no fósforo (0, 50, 100, 150 e 200% do recomendado), mais um tratamento com adubação inorgânica. As dimensões das parcelas foram de 4,2 x 5,0 m.

As doses de fertilizante de organomineral para a cultura do milho foram de: 0, 2.615, 5.230, 7.846 e 10.461 kg ha⁻¹, mais N e K em cobertura e para a cultura da soja. O produto foi reaplicado nas doses de 0, 2.020, 4.040, 6.060 e 8.080 kg ha⁻¹, mais K em cobertura. No milho foi avaliado o efeito residual das sucessivas aplicações. O cálculo das doses foi baseado nas características do organomineral, como a concentração de P₂O₅ e umidade (Tabela 1), na taxa de mineralização e nas necessidades da cultura, com 120 kg ha⁻¹ para o milho e 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ para a cultura da soja.

Tabela 1. Caracterização química do organomineral utilizado.

Determinação	Unidade	Organomineral	
		1ª aplicação	2ª aplicação
Nitrogênio	g kg ⁻¹	30,2	40,0
Fósforo (P ₂ O ₅)	g kg ⁻¹	43,7	49,5
Potássio (K ₂ O)	g kg ⁻¹	50,8	50,5
Cálcio	g kg ⁻¹	36,7	38,0
Magnésio	g kg ⁻¹	7,0	10,0
Enxofre	g kg ⁻¹	19,2	20,5
Ferro	mg kg ⁻¹	1100	900
Manganês	mg kg ⁻¹	489	710
Cobre	mg kg ⁻¹	79	140
Zinco	mg kg ⁻¹	419	730
Boro	mg kg ⁻¹	100	240
Sódio	mg kg ⁻¹	620	570
Umidade	g kg ⁻¹	180,0	170,3

No primeiro cultivo o fertilizante organomineral foi distribuído a lanço e incorporado nas parcelas com o auxílio de um rastelo, já no segundo cultivo a fonte foi reaplicada na superfície, sem incorporação.

A semeadura do milho foi realizada manualmente na safra (2016/2017), na densidade de quatro sementes por metro e, espaçamento de 0,70 m entrelinhas. Quando as plantas apresentaram quatro folhas foi realizada a primeira cobertura com N e K. A segunda cobertura com N foi realizada quando as plantas estavam com oito folhas definitivas. A semeadura da soja foi realizada (14/11/2017) mecanicamente, na densidade de 17 sementes por metro e espaçamento de 0,45 m. O organomineral foi aplicado logo após a semeadura e a adubação potássica de cobertura foi aplicada 40 dias após a semeadura. As recomendações de adubação foram baseadas na recomendação do Cerrado, de acordo com Sousa e Lobato (2004). Já o milheto (*Pennisetum Glaucum*) foi semeado manualmente (28/03/2018), utilizando-se 5 g de sementes por linha, em espaçamento de 0,45 m, sendo observado o efeito residual das adubações.

Na cultura do milho foi avaliada a concentração de macronutrientes nas folhas, coletando-se o terço basal da folha oposta e abaixo da primeira espiga, excluída a nervura central, coletada por ocasião do aparecimento da inflorescência feminina, em 10

plantas por parcela. As determinações de altura de plantas, altura de inserção da espiga e diâmetro do colmo foram realizadas em 20 plantas por parcela dentro da área útil. Já a produtividade foi determinada colhendo-se as duas linhas centrais da parcela útil, corrigido para 13% de umidade e extrapolado para hectare.

Na soja foi determinada a altura de plantas, altura de inserção da primeira vagem, diâmetro do colmo no estágio R7 da cultura, em 20 plantas por parcela. No momento da colheita determinou-se o número de vagens por plantas, número de ramos produtivos, peso de mil grãos e produtividade, colhendo-se as linhas centrais da parcela útil corrigido para 14% de umidade e extrapolado para hectare.

A altura de plantas e comprimento das panículas do milho foi determinada em 20 plantas por parcela no momento da colheita das plantas. A avaliação morfológica foi feita através da coleta de 20 plantas por parcela dentro da área útil, realizando a segregação dos componentes: folha, colmo, material morto e panícula, determinando-se a massa seca e calculando a porcentagem de cada componente. A produtividade foi obtida coletando-se dois metros de duas linhas dentro da parcela útil, extrapolando para hectare.

A coleta de solo foi realizada em duas épocas, uma após a colheita do milho e a segunda após a colheita do milho, coletando-se o solo em cinco pontos dentro da parcela em toda a área experimental na profundidade de 0-0,20 m. As análises foram realizadas seguindo a metodologia de RAIJ et al. (2001).

Os dados foram analisados através da análise de variância utilizando o programa Sisvar 4.2. Para as doses de organomineral foi utilizada a regressão e a comparação do organomineral com a adubação química foi realizada através de teste de média.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verifica-se na Tabela 2 que para a concentração de macronutrientes nas folhas do milho houve influência dos tratamentos somente para o N e P. Houve efeito linear crescente em função do aumento das doses do fertilizante organomineral, atingindo valores máximos de 38,2 g kg⁻¹ de N e 2,6 g kg⁻¹ de P.

Quando comparado com a adubação inorgânica, verifica-se que a maior concentração de N (38,2 g kg⁻¹) no tecido foliar da cultura do milho foi obtida na dose de 10.421 kg ha⁻¹ de organomineral, não diferindo estatisticamente das doses 7.346,

5.220, 2.615 kg ha⁻¹ com 38,0; 37,7; 37,0 g kg⁻¹ respectivamente. Os valores com menor resposta foram na AI e dose zero, com 35,0 e 35,0 g kg⁻¹, respectivamente.

Os valores de N encontrados na adubação com fertilizante organomineral são considerados adequados para a cultura do milho (MALAVOLTA et al., 1997a; MALAVOLTA, 2006b). Estes teores satisfatórios são explicados devido às características edafoclimáticas favoráveis ao cultivo do milho durante o experimento (safra/2016/2017).

O N é um dos elementos essenciais e mais exigidos pela cultura do milho, considerado limitante na produção do mesmo, pois participa dos processos bioquímicos, constituindo as proteínas, ácidos nucleicos, fitocromos e clorofila (CIVARDI et al., 2011).

Tabela 2. Concentração de macronutrientes nas folhas, altura de plantas (AP), altura de inserção da espiga (AIE), diâmetro do colmo (DC) e produtividade (PROD) da cultura do milho em função dos tratamentos.

Variável	Doses de organomineral (kg ha ⁻¹)					AI	CV%	Equações	R ²
	0	2615	5220	7346	10421				
Concentração foliar de macronutrientes									
N (g kg ⁻¹)	35,0b	37,0a	37,7a	38,0a	38,2a	35,0b	2,85	y=35,7+0,000287x	0,81**
P (g kg ⁻¹)	2,1b	2,1b	2,5a	2,8a	2,6a	2,1b	17,0	y=2,01+0,000073	0,70*
K (g kg ⁻¹)	20	20	16	20	20	17	15,25	-	-
Ca (g kg ⁻¹)	4,7	4,5	4,7	4,7	5,0	4,7	16,46	-	-
Mg(g kg ⁻¹)	1,9	1,8	2,0	1,8	2,0	2,0	19,26	-	-
S (g kg ⁻¹)	1,9	1,9	2,3	1,9	2,0	2,0	14,26	-	-
Características produtivas									
AP (m)	1,70b	1,70b	1,82a	1,90a	1,92a	1,95a	4,71	y=1,68+0,000025x	0,92**
AIE (m)	0,85b	0,82b	0,92a	1,00a	0,97a	1,00a	8,99	y=0,83+0,000016x	0,78**
DC (mm)	15,3b	15,6b	16,2b	17,3a	17,2a	17,6a	5,34	y=15,2+0,000212x	0,91**
PROD (kg ha ⁻¹)	3397d	4387c	4935b	6139a	6319a	5032b	6,93	y=3516,7+0,2904x	0,96**

AI = Adubação inorgânica; Letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Os dados obtidos corroboram com resultados encontrados por GOTT et al., (2014) determinaram que o nível ótimo de N obtido na análise foliar foi 36,5 g kg⁻¹, sendo que este valor equivale a média encontrada nos talhões comerciais na Mesorregião do Alto Paraíba, Minas Gerais. LANA et al. (2014) encontraram teores de

27,12 g kg¹ de N obtido no tecido foliar da cultura do milho para o fertilizante organomineral e 26,85 g kg⁻¹ MAP.

Os resultados encontrados no presente estudo obtiveram maior resposta, fator que pode ser explicado pela utilização de fertilizante organomineral, pois o mesmo possui propósito de aumentar os teores de nutrientes do solo, assim melhorando a eficiência dos fertilizantes inorgânicos, dessa forma incrementando na produtividade (ATKINSON et al., 2010; JEFFERY et al., 2011; BIEDERMAN; HARPOLE, 2013; MCCORMACK et al., 2013; FARREL et al., 2014).

Na comparação das doses de fertilizante organomineral com a AI para os teores de P verificou-se que a AI, juntamente com a dose zero e a menor dose do fertilizante organomineral (2615 kg ha⁻¹), proporcionaram as menores concentrações. Comparado com o N e K o P é o menos exigido pela cultura do milho, no entanto, nenhum outro nutriente poderá suprir a deficiência do mesmo, ou seja, a sua indisponibilidade limitará o desenvolvimento e crescimento do cereal (CASTRO et al., 2016). O P tem papel fundamental nas reações bioquímicas, processos fotossintéticos (MALAVOLTA, 2006).

Os demais nutrientes de acordo com MALAVOLTA (2006) estão em níveis adequados para a cultura do milho.

Para a variável altura de plantas (AP), altura de inserção da espiga (AIE), diâmetro do colmo (DC) e produtividade (P) da cultura do milho verifica-se na Tabela 2 que todas foram influenciadas de forma positiva pelas doses do fertilizante organomineral, com comportamento linear crescente.

Na produtividade observa-se efeito linear crescente em relação à aplicação de doses do fertilizante organomineral. Em comparação com AI verifica-se efeito inferior quando comparado a resultados da maior dose do organomineral

Deste modo a utilização do fertilizante organomineral é uma técnica interessante devido ao aumento da produtividade das culturas envolvidas. Ulsenheimer et al., (2016) observaram resultados satisfatórios na avaliação do desempenho de fertilizantes organominerais nas culturas de milho, soja e trigo.

Machado et al., (2018) observando a cultura da soja, verificaram-se que as parcelas que receberam fertilizantes organomineral obtiveram maiores acréscimos em sua produtividade em relação aos que não receberam o fertilizante.

De acordo com Kiehl (2008) a junção de fertilizantes orgânicos e minerais, proporciona aumento na produtividade de diversas culturas, devido à alta quantidade de matéria orgânica e minerais presentes.

Para a cultura da soja, verifica-se na Tabela 3 que não houve influência dos tratamentos apenas para o peso de mil grãos. Para altura de plantas e altura de inserção da primeira vagem os efeitos foram quadráticos, onde as doses estimadas de 7250 e 6000 kg ha⁻¹ de organomineral proporcionaram os maiores valores de AP e AIV respectivamente (83,8 e 12,0 cm). Machado et al. (2018) obtiveram valores de altura de plantas de soja acima de 80 cm em seu estudo com adição de fertilizantes organomineral, que pode estar relacionado também a cultivar utilizada.

Tabela 3. Altura de plantas (AP), altura de inserção da primeira vagem (AIV), diâmetro do colmo (DC), número de vagens por plantas (NV), número de ramos produtivos (NRP), peso de mil grãos (PMG) e produtividade (PROD) da cultura da soja em função dos tratamentos.

Variável	Doses de organomineral (kg ha ⁻¹)					AI	CV%	Equações	R ²
	0	2020	4040	6060	8080				
AP (cm)	41,6d	64,6c	73,0b	83,9a	82,1a	60,6c	9,39	$y=42,292+0,0116x-7 \cdot 10^{-8}x^2$	0,98**
AIV	8,4d	10,5b	10,9b	11,5a	9,8c	9,1d	4,87	$y=8,3883+0,0012x-1 \cdot 10^{-7}x^2$	0,94**
DC (mm)	5,25c	7,14b	8,53a	8,87a	10,10a	7,63b	15,79	$y=5,692+0,0006x$	0,95**
NV	21c	45b	54a	55a	55a	43b	10,07	$y=22,4+0,0118x-1 \cdot 10^{-6}x^2$	0,98**
NRP	3,0 b	3,0 b	4,0 b	5,0 a	5,0 a	3,0 b	27,17	$y=2,8+0,0003x$	0,90**
PMG	185,7	200,7	209,0	253,0	210,5	238,0	13,79	-	-
PROD	1274c	2965b	3057b	3748 ^a	2903b	2641b	17,68	$y=1342,2+0,8327x-0,00008x^2$	0,91**

AI = Adubação inorgânica; Letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Quando comparado com a adubação inorgânica, observa-se maiores AP nas doses 6.060 e 8.080 kg ha⁻¹ e para AIV na dose de 6.060 kg ha⁻¹ do fertilizante organomineral. As menores respostas tanto para a AP quanto para AIV foram observadas na dose zero e na adubação inorgânica

O maior efeito em relação AI pode ser explicado pois o fertilizante organomineral utilizado é composto por cama de aviário e de acordo com Brito et al. (2005) e Pauletti et al. (2008) a mesma pode contribuir para o maior desenvolvimento e crescimento da cultura da soja, por possui um perfil nutricional interessante com a presença N, Ca, P, Mg e entre outros nutrientes primordiais para o sucesso da cultura.

Para o diâmetro do colmo o efeito foi linear crescente, com o aumento do diâmetro em função das doses. Quando comparado a adubação inorgânica, observa-se maiores médias nas doses 4.040; 6.060 e 1.010 kg ha⁻¹, com menores respostas na dose zero e na adubação inorgânica. O diâmetro do colmo é uma estrutura extremamente importante associada com a produtividade, por ser um órgão de reserva de energia para as plantas, está amplamente correlacionado com a produtividade dos grãos (PEREIRA et al., 2012).

Para a característica produtiva número de vagem e produtividade da cultura da soja o efeito das doses de fertilizante organomineral foi quadrática. Os maiores valores foram de 57 vagens por planta e produtividade de 3.509 kg ha⁻¹ com as doses estimadas de 5.900 e 5.204 kg ha⁻¹ de fertilizante organomineral, respectivamente. As doses de fertilizante organomineral calculadas estão próximas, demonstrando a relação entre o número de vagens e produtividade da cultura.

Tanto para o NV como para a P, os menores valores foram obtidos no tratamento zero e na AI. Ulsenheimer et al. (2016) observaram que com a utilização de fertilizante organomineral obtiveram maiores respostas no rendimento de grãos e destacando-se na produtividade das plantas. De acordo com Kiehl (2008), a utilização de fertilizante organomineral promove o aumento de produtividade de diversas culturas inclusive, a soja, pelo aumento da fertilidade do solo.

Na avaliação de número de ramos produtivos observou-se efeito linear crescente em função do aumento de doses de fertilizante organomineral atingindo valores de 5,0. Quando comparado com a adubação inorgânica, observou-se maiores resultados nas doses 6.060 e 1.010 kg ha⁻¹ com 5,0 e 5,0 respectivamente. As menores respostas observadas foram na AI, zero adubação e na dose 2.020 kg ha⁻¹.

Verifica-se na Tabela 4 que para as características avaliadas na cultura do milho, não houve influência dos tratamentos somente para a porcentagem de panícula. Para altura de plantas e comprimento de panícula o efeito das doses foi quadrático, com estimativa de altura de plantas de 1,64 m com a dose estimada de 8.333 kg ha⁻¹ de fertilizante organomineral. Para o comprimento de panícula, apesar do efeito quadrático, a dose estimada (9.000 kg ha⁻¹ de fertilizante organomineral), está acima da dose testada, atingindo 22 cm no comprimento da panícula. O estudo presente obteve resultados superiores em relação à Costa et al., (2014), na avaliação de desempenho de milho na safrinha sem adubação com valores máximos de 17,8 cm de comprimento de panícula.

Tabela 4. Altura de plantas (AP), comprimento de panícula (CP), porcentagem de panícula (%P), porcentagem de folha (%F), porcentagem de material morto (%MM), porcentagem de colmo (%C) e produtividade (P) da cultura do milho em função dos tratamentos.

Variável	Doses de organomineral (kg ha ⁻¹)					AI	CV%	Equações	R ²
	0	2020	4040	6060	8080				
AP (m)	1,24d	1,39c	1,51b	1,67 ^a	1,62a	1,40c	5,10	$y=1,227+0,0001x-6^{-09}x^2$	0,96 [*]
CP (cm)	14,4d	16,7c	18,7b	21,5 ^a	19,9b	17,1c	5,53	$y=14,08+0,0018x-1^{-07}x^2$	0,93 ^{**}
P (kg ha ⁻¹)	1416d	2143c	3062b	4855 ^a	4891a	1999c	5,64	$y=1341,28+0,4783x$	0,93 ^{**}
%F	15,1 ^a	12,9b	13,2b	11,4c	10,2c	12,0c	9,16	$y=14,8-0,000553x$	0,92 ^{**}
%MM	5,5b	8,3 ^a	5,5b	4,3b	4,4b	8,1 ^a	18,42	$y=6,04+0,0011x-2^{-07}x^2$	0,63 ^{**}
%C	58,2	60,0	61,7	60,7	63,4	61,2	3,60	$y=58,585+0,000548x$	0,81 ^{**}
%P	21,2 ^a	18,8b	19,6b	23,6 ^a	22,0a	18,6b	10,34	-	-

AI = Adubação inorgânica; Letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Para a produtividade do milho, verifica-se que o efeito das doses foi linear, com a maior quantidade de massa seca produzida na maior dose aplicada. Segundo Silva et al. (2004) a cama de aviário durante certo período no solo, equilibra os processos de imobilização e mineralização permitindo maior disponibilidade de nutrientes, aumentando a eficácia na utilização de nutrientes disponibilizados para as plantas, com isso garantindo maiores produtividades das culturas, o que justifica esse efeito residual positivo na cultura do milho. Com a utilização de sistemas de rotação de culturas e adubação orgânica permite maior taxa de acúmulo de matéria orgânica pela deposição de palhadas das culturas envolvidas, com isso aumentando os teores de nutrientes no solo, acarretando maiores produtividades das culturas.

O milho é caracterizado por ser uma forragem extremamente tolerante ao estresse hídrico e elevadas temperaturas, com isso espera-se uma produção de forragem significativa (PACHECO et al., 2011; MARCANTE et al., 2011).

Nas características de diferenciação morfológica do milho, verifica-se efeito linear decrescente para a porcentagem de folha e crescente para o diâmetro do colmo, em relação às doses aplicadas do fertilizante organomineral. As doses crescentes do fertilizante organomineral proporcionaram maior altura das plantas de milho, conseqüentemente aumentando a proporção do colmo em detrimento as folhas.

Na comparação dos tratamentos incluindo a AI verifica-se que não houve diferença para a porcentagem de colmo, já para as folhas os menores valores são observados nos tratamentos com AI e as maiores doses do fertilizante organomineral.

Para a porcentagem de material morto o efeito foi quadrático, com os maiores valores na dose estimada de 2.450 kg há⁻¹ de fertilizante organomineral. As doses maiores promoveram redução do material morto, enquanto a menor dose e a AI aumentaram essa proporção. De acordo com Lemaire et al. (2011), com o desenvolvimento do dossel da planta forrageira e da maturidade da mesma indica-se acréscimo da taxa de material senescente.

Na análise de solo realizada após a colheita do milho verifica-se efeito significativo da aplicação do fertilizante organomineral no pH, P, Ca, Mg, CTC e V% (Tabela 5), ajustando-se equações lineares crescentes em função do aumento das doses.

Verifica-se que houve um aumento de aproximadamente 33% no teor de P no solo quando comparada a dose zero com a maior dose do fertilizante organomineral. O P é o mais limitante para a cultura do milho em relação aos demais macronutrientes. Em solos com deficiência do mesmo e com altas taxas de adsorção do P. A cultura do milho cultivada nestes solos apresenta altas limitações no processo de produção, fazendo-se necessárias aplicações de altas doses de P (LOPES, 1984).

A adição de material orgânico influenciou de forma positiva na CTC do solo, proporcionando maior retenção de cátions no solo, como o Ca e Mg, nutrientes também presentes no adubo.

Já na segunda análise realizada verificou-se a influência dos tratamentos apenas para os teores de P no solo. Esse solo foi coletado após a colheita do milheto, onde se estava avaliando o efeito residual do fertilizante organomineral.

A não diferença para os demais nutrientes pode estar relacionada ao sistema de cultivo, que com a rotação de culturas permitiu maior deposição de palhada, independente dos tratamentos testados e também pelo fato de o solo ter sido avaliado ao final de três cultivos, com a extração de boa parte dos nutrientes aplicados ao solo.

Tabela 5. Características químicas do solo após cultivo do milho e após o cultivo do milheto, sob aplicação de doses de fertilizante organomineral.

Variável	Doses de organomineral (kg ha ⁻¹)					AI	CV%	Equações	R ²
	0	2615	5220	7346	10421				
pH	4,9	4,9	5,1	5,2	5,2	5,1	3,38	y = 6,76+0,001953 x	0,97**
MO (g dm ⁻³)	27	29	27	26	28	27	8,16	-	-
P (mg dm ⁻³)	2,2 b	2,7 b	5,0 a	6,0 a	6,7 a	2,7 b	24,43	y=2,10001+0,00047x	0,96**
H+Al (mmol _c dm ⁻³)	19	19	18	18	17	18	8,64	-	-
K (mmol _c dm ⁻³)	1,9	1,5	1,6	2,1	1,8	1,7	32,50	-	-
Ca (mmol _c dm ⁻³)	21	30	31	31	33	28	21,25	y=24,4+0,000956x	0,70*
Mg (mmol _c dm ⁻³)	5,7	7,2	7,7	8,7	8,5	6,2	25,56	y=6,20+0,000268x	0,86*
CTC (mmol _c dm ⁻³)	48	59	59	60	60	54	11,86	y=51,8+0,001023x	0,63*
V%	60	66	68	69	71	66	7,98	y=61,9+0,000956x	0,87*

Variável	Doses de organomineral (kg ha ⁻¹)					AI	CV%	Equações	R ²
	0	2020	4040	6060	8080				
pH	5,3	5,4	5,4	5,3	5,3	5,2	2,36	-	-
MO (g dm ⁻³)	35	36	34	32	33	33	7,91	-	-
P (mg dm ⁻³)	6,3c	11,2b	14,2b	20,5 ^a	21,7a	9,7 b	20,28	y=6,76+0,001993x	0,97**
H+Al (mmol _c dm ⁻³)	33	34	32	33	34	33	15,37	-	-
K (mmol _c dm ⁻³)	2,3	2,3	1,9	2,1	1,9	2,1	21,67	-	-
Ca (mmol _c dm ⁻³)	39	47	38	37	36	32	23,04	-	-
Mg (mmol _c dm ⁻³)	7,9	8,9	8,1	7,4	7,8	7,0	9,93	-	-
CTC (mmol _c dm ⁻³)	83	92	80	80	80	74	9,93	-	-
V%	53	63	60	58	58	55	13,39	-	-

AI = Adubação inorgânica; MO = matéria orgânica; V = saturação por bases. Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Para o P houve efeito linear em função do aumento das doses do fertilizante organomineral atingindo valores máximos de 21,7 mg dm³ de P. Quando comparados com a AI verifica-se que as menores respostas foram observadas na adubação inorgânica e na zero adubação.

CONCLUSÕES

A utilização de fertilizante organomineral eleva significativamente a produtividade da cultura do milho em relação à adubação inorgânica. Aumentando os níveis de N e P nas folhas do milho.

Na cultura da soja obtiveram-se resultados significativos nas características produtivas. Para altura de plantas e altura de inserção da primeira vagem os efeitos foram quadráticos, onde as doses estimadas de 7250 e 6000 kg ha⁻¹ de fertilizante organomineral proporcionaram os maiores valores de AP e AIV respectivamente (83,8 e 12,0 cm).

Para a produtividade do milheto, verifica-se que o efeito das doses foi linear, com a maior quantidade de massa seca produzida na maior dose aplicada.

Na primeira análise de solo a utilização do fertilizante organomineral proporcionou aumento de aproximadamente 33% no teor de P e influenciou positivamente na CTC. Já na segunda análise realizada verificou-se a influência dos tratamentos apenas para os teores de P no solo.

Desta forma, a utilização de fertilizante organomineral neste estudo garantiu o maior acúmulo de P lábil no solo em relação a adubação inorgânica.

De acordo com os resultados apresentados a utilização de fertilizantes organominerais na cultura do milho, soja e milheto, podem ser uma interessante alternativa de substituição a adubação inorgânica.

REFERÊNCIAS

ATKINSON, C. J; FITZGERALD, J. D; HIPPS, N. A. Potential mechanisms for achieving agricultural benefits from biochar application to temperate soils: a review. **Plant and Soil**, [Online], Amsterdam, v. 337, n. 1, p. 1-8, 2010.

BIEDERMAN, L. A.; HARPOLE, W. S. Biochar and its effects on plant productivity and nutrient cycling: a meta-analysis. **Global Change Biology Bioenergy**, Oxford, v. 5, n. 2, p. 202- 214, 2013.

BLUM LEB; AMARANTE CVT; GÜTTLER G; MACEDO AF; KOTHE D; SIMMLER A; PRADO G; GUIMARÃES L. Produção de moranga e pepino em solo com incorporação de cama aviária e casca de pinus. **Horticultura Brasileira** [online], v. 21, p. 627-631, 2003.

BRITO, O. R.; VENDRAME, P. R. S; BRITO, R. M. Alterações da propriedade químicas de um latossolo vermelho distroférico submetidos a tratamentos com resíduos orgânicos. **Semina: Ciência Agrária**, [Online], Londrina, v.26, n.1, p.33-40, 2005.

CASTRO, L. R.; REIS, T. C.; FERNANDES JÚNIOR, O.; ALMEIDA, R. B. S.; ALVES, D. S. Doses e formas de aplicação de fósforo na cultura do milho. **Revista Agrarian**, Dourados, V.9, n. 31, p. 4-54, 2016.

CIVARDI, E. A.; SILVEIRA NET, A. N.; RAGAGNIN, V. A.; GODOY, E. R.; BROD, E. Ureia de liberação lenta aplicada superficialmente e ureia comum incorporada ao solo no rendimento do milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, [Online], Goiânia, v. 41, n. 1, p. 52-59, 2011.

COSTA, A. C. T; DOMUKOSKI, J. F; ECCO, M; JUNIOR, J. B. D. Desempenho do milheto pérola na safrinha em espaçamentos e densidades de semeadura. **Revista Agrarian**, [Online], Dourados, v. 8, n. 27, p. 47-56.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de solos (Rio de Janeiro, RJ). Manual de métodos de análise de solo/Centro nacional de Pesquisa de solos. 2 ed. rev. Atual . Rio de Janeiro, 1997. 212p: il. (EMBRAPA-CNPS.Documentos).

HIGASHIKAWA, S. F; JUNIOR, F. O. G. M. Adubação mineral. Orgânica e organomineral: efeitos na nutrição, produtividade, pós-colheita da cebola e na fertilidade do solo. **Scientia Agraria** [online], v. 18, n.8, p.1-10, 2017.

FARRELL, M.; MACDONALD, L. M.; BUTLER, G.; CHIRINO-VALLE, I.; CONDRON, L. M. Biochar and fertilizer applications influence phosphorus fractionation and wheat yield. **Biology and fertility of soils**, [Online], Springer, Berlin, v. 50, n. 1, p. 169 – 178, 2014.

FERREIRA, M. P; SANTOS, A. R; MANTOVINI, J. R; MESQUITA, A. C; TERRA, A. B. C. Resposta do feijoeiro a adubação organomineral. **Ciência e Agrotecnologia** [online], v.39, p.110-120, 2015.

GOTT, R. M.A; AQUINO, L. A; CARVALHO, A. M; SANTOS, L. P. NUNES, P. H; COELHO, B. S. Índices diagnósticos para interpretação de análise foliar do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** [online], Campina Grande, v. 18, n. 11, p. 1110-1115, 2014.

JEFFERY, S.; VERHEIJEN, F. G. A.; VELDE, M. V. D.; BASTOS, A. C. Quantitative review of the effects of biochar application to soils on crop productivity using metaanalysis. **Agriculture, Ecosystems Environment**, Elsevier, Amsterdam, v. 144, n. 1, p. 175-187, 2011.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes Organominerais**. 2.ed. Piracicaba, Degaspari, 2008a. 160p.

KIEHL, E. J. **Novo fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: 1ª edição do autor, 2010b. 248 p.

LANA, M. C. RAPIM, L; VARGAS, G. Adubação fosfatada no milho com fertilizantes organomineral em latossolo vermelho eutroférico. **Global Science And Tecnology**, [Online], Rio Verde, v. 7, n.1, p. 26-36, 2014.

LEMAIRE, G; HODGSON, J; CHABBI, A. **Grassland productivity and ecosystem services.**Cabi, Wallingford. Grass And Forage Science, 2011. 312p.

LOPES, A.S. **Solos sob cerrado:** características, propriedades e manejo. Piracicaba: Potafós, 1984. 162p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição de plantas.** Ouro fino: Editora Agronômica Ceres Ltda, 2006b, 631p.

MORAES, M. T; ARNUTI, F; SILVA, V. R; SILVA, R. F. D; BASSO, C. J; ROS, C. O. Dejetos líquidos de suínos como alternativa a adubação mineral na cultura do milho. **Semina: Ciências agrárias**, Londrina, 2014, v. 35, n. 6, p-2945-2954.

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. **R. Bras. Ci. Solo**, [Online], 2012, v. 36, p.1043-1053.

SCHALLEMBERGER, J. B. MATSUOKA, M; PAVEGLIO, S. S; BETTIO, I; ROS, C. O. Efeito da Utilização de Cama de Aviário como Adubo Orgânico na Qualidade Química e Microbiológica do Solo. **Instituto de Geo Ciência UFRJ** [online], 2018, v.42, p. 580-592, 2019.