

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
REGIONAL JATAÍ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**DECOMPOSIÇÃO RESIDUAL DE CULTURAS DE SAFRINHA
E ADUBAÇÃO FOSFATADA NA CULTURA DA SOJA**

Bárbara de Fátima Silva Moura
Engenheira Agrônoma

JATAÍ – GOIÁS – BRASIL
Março de 2019

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR
VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES E DISSERTAÇÕES
NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: Dissertação Tese

2. Identificação da Tese ou Dissertação:

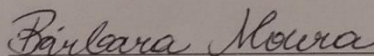
Nome completo do autor: Bárbara de Fátima Silva Moura

Título do trabalho: Decomposição residual de culturas de safrinha e adubação fosfatada na cultura da soja.

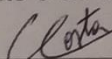
3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.


Assinatura do(a) autor(a)²

Ciente e de acordo:


Assinatura do(a) orientador(a)²

Data: 25/04/19

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

² A assinatura deve ser escaneada.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
REGIONAL JATAÍ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**DECOMPOSIÇÃO RESIDUAL DE CULTURAS DE SAFRINHA
E ADUBAÇÃO FOSFATADA NA CULTURA DA SOJA**

Bárbara de Fátima Silva Moura
Engenheira Agrônoma

Orientador: Prof. Dr. Claudio Hideo Martins da Costa

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal).

JATAÍ – GOIÁS – BRASIL

Março de 2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Moura, Bárbara de Fátima Silva

Decomposição residual de culturas de safrinha e adubação fosfatada na cultura da soja [manuscrito] / Bárbara de Fátima Silva Moura. - 2019.

vi, 41 f.

Orientador: Prof. Dr. Claudio Hideo Martins da Costa ; co orientador Simério Carlos Silva Cruz .

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Unidade Acadêmica Especial de Ciências Agrárias, Programa de Pós Graduação em Agronomia, Jataí, 2019.

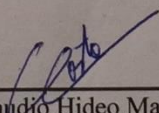
1. ciclagem de nutrientes. 2. cultivos de safrinha. 3. fósforo. 4. Glycine max. I. , Claudio Hideo Martins da Costa, orient. II. Título.

CDU 631.4

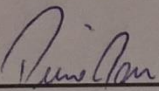


SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
REGIONAL JATAÍ
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
PRODUÇÃO VEGETAL

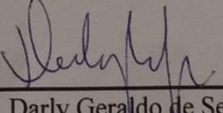
ATA DA REUNIÃO DA BANCA EXAMINADORA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE BÁRBARA DE FÁTIMA SILVA MOURA. Ao vigésimo nono dia do mês de março do ano de dois mil e dezenove (29/03/2019), às 13:30 horas, reuniu-se no prédio da Pós-graduação da Regional Jataí da UFG, a banca examinadora, composta pelos Professores Doutores: Claudio Hideo Martins da Costa (Orientador), Piero Iori (Membro Interno) e Darly Geraldo de Sena Junior (Membro Externo) para, sob a presidência do primeiro, procederem na forma da resolução vigente a Defesa de Dissertação” da discente **BÁRBARA DE FÁTIMA SILVA MOURA**, do Programa de Pós-graduação em AGRONOMIA, curso de Mestrado, área de concentração em Produção Vegetal. A prova oral versou sobre o tema de sua dissertação com o título: **“DECOMPOSIÇÃO RESIDUAL DE CULTURAS DE SAFRINHA E ADUBAÇÃO FOSFATADA NA CULTURA DA SOJA”**. A sessão foi aberta pelo Presidente da banca examinadora, Prof. Dr. Claudio Hideo Martins da Costa, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra a seguir, foi concedida ao autor da dissertação que, entre 30 e 45 minutos procedeu a apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da Banca arguiu a examinanda, tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se à avaliação da defesa. Tendo em vista a Resolução nº.1143/2013 do Conselho de Ensino, Pesquisa, Extensão e Cultura (CEPEC), que regulamenta o Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Comissão Examinadora emitiu seu parecer sobre a defesa realizada pela discente, considerando-a: **APROVADA** () **REPROVADA** por unanimidade, para fins da obtenção do Título de MESTRE EM AGRONOMIA pela Universidade Federal de Goiás. Lembrando que o encerramento deste processo avaliativo se dará após a entrega da versão definitiva da dissertação com as devidas correções sugeridas pela banca examinadora, em um prazo máximo de 30 dias, bem como a entrega do artigo científico ou comprovante de submissão do mesmo em periódico nacional e, ou, internacional. Cumpridas as formalidades de pauta, às 15:30 horas, o Prof. Dr. Claudio Hideo Martins da Costa, Presidente da banca examinadora encerrou a sessão, e para constar, lavrou-se a ATA, assinada em duas vias de igual teor.



Prof. Dr. Claudio Hideo Martins da Costa
Presidente da Banca



Prof. Dr. Piero Iori
Membro Interno da Banca



Prof. Dr. Darly Geraldo de Sena Junior
Membro Externo da Banca

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

BÁRBARA DE FÁTIMA SILVA MOURA – nascida em Brasília –DF no dia 03 de agosto de 1992, filha de Maria de Fátima Silva Moura e José Antônio Jotaci de Moura. Ingressou no curso de Agronomia no primeiro semestre do ano de 2011, concluindo sua graduação pela Universidade de Brasília no segundo semestre de 2015. No primeiro semestre de 2017, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Goiás - Regional Jataí.

AGRACEDIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço ao meu Deus e minha Nossa Senhora de Fátima, minha mãe do céu, que sempre me guia, me protege e dá sentido à minha vida.

Em segundo, agradeço à minha mãe, Maria de Fátima, por toda base e exemplo na minha vida, que juntamente com meu pai, José Antônio, não mediram esforços para que eu pudesse conquistar sempre os meus sonhos.

Aos meus irmãos, Brunno e Hugo, por todo amor incondicional e presença constante em minha vida.

Ao meu Tio Fábio, meu segundo pai, por sempre me apoiar e estar presente nos diversos momentos, juntamente com meus primos amados.

Ao meu padrinho Adamir, por ser a pessoa mais amável do mundo. Mesmo distante, consegue sempre se fazer muito presente em minha vida.

Ao meu noivo Frederico, pelo amor, companheirismo, amparo e fortalecimento nos momentos mais difíceis.

Ao meu orientador Claudio Hideo Martins da Costa, que considero um exemplo de profissional, por ter acreditado em mim e jamais ter medido esforços para solucionar os diversos obstáculos que enfrentamos nesse ciclo de extremo aprendizado e evolução.

A toda equipe de pesquisa do Núcleo de Pesquisas Agronômicas – NPA, por todas as ajudas indispensáveis nas coletas.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – PPGA, por toda a contribuição e desenvolvimento profissional.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 O sistema de plantio direto	4
2.2 Culturas de cobertura e ciclagem de nutrientes	5
2.3 Eficiência da adubação fosfatada em sistemas de produção	7
2.4 A cultura da soja no Brasil central	8
3. MATERIAL E MÉTODOS	10
3.1 Localização e caracterização climática da área experimental	10
3.2 Delineamento experimental e tratamentos	11
3.3 Condução do experimento	11
3.4 Amostragens e avaliações realizadas	13
3.4.1 Persistência de palhada e liberação de macronutrientes	13
3.4.2 Massa da matéria seca da soja	13
3.4.3 Teor foliar de macronutrientes da soja	14
3.4.4 Componentes Produtivos e Produtividade das Culturas	14
3.5 Análise Estatística	14
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	16
4.1 Decomposição de matéria seca e nutrientes remanescentes nos diferentes sistemas de produção	16
4.2 Componentes produtivos da cultura da soja em diferentes sistemas sob doses de P	26
5. CONCLUSÕES	32
6. REFERENCIAS	33

DECOMPOSIÇÃO RESIDUAL DE CULTURAS DE SAFRINHA E ADUBAÇÃO FOSFATADA NA CULTURA DA SOJA

RESUMO - A dinâmica dos nutrientes no solo e o aproveitamento destes pelos cultivos é bastante variável. Neste contexto, o fósforo é um dos nutrientes que merece maior atenção no planejamento da adubação, devido à sua baixa disponibilidade natural, forte interação com a maioria dos tipos de solos do cerrado e exportação pelas espécies cultivadas nestes sistemas. Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da decomposição residual das culturas: milho, braquiária, milheto e milho consorciado com braquiária, no desempenho agrônômico da soja sob diferentes doses de fósforo. O experimento foi conduzido em blocos casualizados, no esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por quatro sistemas de produção (1- milho/soja; 2- braquiária/soja; 3- milho consorciado com braquiária/soja; 4- milheto/soja) e as subparcelas por três doses de fósforo na semeadura da soja (100%, 75% e 50% em função da quantidade recomendada para a cultura da soja após análise). Avaliou-se: a persistência da palhada e a liberação de macronutrientes dos resíduos das espécies que antecederam a cultura da soja, além dos componentes da produção e produtividade de grãos da soja. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. Para persistência de palhada e liberação de macronutrientes as médias dos tratamentos do fator sistemas de produção foram comparados pelo teste Tukey a 5% de probabilidade e as épocas de coletas ajustadas a funções exponenciais a 5% de probabilidade. Para as demais variáveis as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O milheto em segunda safra apresentou os maiores valores de biomassa produzidos entre os sistemas, bem como maior porcentagem de redução. Não houve interação significativa entre as culturas de segunda safra com a adubação fosfatada. As menores taxas e quantidades de liberação de N, P, K, Ca, Mg e S foram encontrados nos restos culturais do milho, que refletiu no menor número de vagens por planta, massa de grãos e na produtividade de grãos da soja. Na maior dose recomendada de fósforo, foi obtida a maior produtividade de grãos de soja.

Palavras-chave: ciclagem de nutrientes, cultivos de safrinha, fósforo, *Glycine max*.

RESIDUAL DECOMPOSITION OF SECOND CROPS AND FOSPHATED FERTILIZATION IN SOYBEAN CROP

SUMMARY - The dynamics of the nutrients in the soil and the utilization of these by the crops is quite variable. In this context, phosphorus is one of the nutrients that deserves greater attention in fertilization planning due to its low natural availability, strong interaction with most types of cerrado soils, and export by the species cultivated in these systems. The objective of this work was to evaluate the effect of the residual decomposition of corn, brachiaria, millet and corn intercropped with Brachiaria, on the agronomic performance of soybeans under different doses of phosphorus. The experiment was conducted in a randomized complete block design with four replications. The plots were composed of four production systems (1-corn / soybean, 2- brachiaria / soybean, 3- corn intercropped with brachiaria / soybean, 4 millet / soybean) and the subplots for three doses of phosphorus in soybean sowing (100%, 75% and 50% depending on the amount recommended for the soybean crop after analysis). It was evaluated the persistence of the straw and the release of macronutrients from the residues of the species that preceded the soybean crop, in addition to the components of soybean production and grain yield. The data were submitted to analysis of variance. For persistence of straw and macronutrient release the means of the treatments of factor of production systems were compared by the Tukey test at 5% of probability and the collection times adjusted to mathematical functions at 5% of probability. For the other variables the averages were compared by the Tukey test at 5% probability. The second harvest millet had the highest values of biomass produced between the systems, as well as a higher reduction percentage. There was no significant interaction between second crop crops and phosphate fertilization. The lowest rates and release rates of N, P, K, Ca, Mg and S were found in the maize crop, which reflected in the lower number of pods per plant, grain mass and grain yield of soybean. Dose of phosphorus, the highest yield of soybean grains was obtained..

Key- words: fertilization, nutrient cycling, tillering, phosphate, *Glycine max.*

1. INTRODUÇÃO

A sustentabilidade dos sistemas de produção sob plantio direto, especialmente nas regiões tropicais, preconiza a produção e manutenção da cobertura vegetal sobre a superfície do solo de forma constante. Porém nessas regiões, o inverno seco e verão quente e chuvoso restringem o cultivo de culturas anuais na entressafra, e aceleram a decomposição da cobertura vegetal do solo (PACHECO et al., 2011a; PACHECO et al., 2011b). Nesse contexto climático, as características mais relevantes das plantas de cobertura do solo são a quantidade e a resistência à decomposição da fitomassa produzida (BOER et al., 2008; LEITE et al., 2010), assim como a sua habilidade na ciclagem de nutrientes, principalmente, para os lixiviados em profundidade ou os pouco solúveis. Outro aspecto interessante é que os nutrientes sejam liberados dos resíduos de forma gradativa, para a cultura subsequente (CRUSCIOL et al., 2008).

O uso da consorciação ou a introdução de mais de uma cultura nas áreas produtivas, estabelece nova dinâmica a respeito da utilização de água, luz e nutrientes, e deve ser considerada para se obter bons resultados produtivos (KLUTHCOUSKI & OLIVEIRA, 2012; MARCELO et al., 2012; SORATTO et al., 2012). Sendo assim, a ciclagem de nutrientes da palhada dessas culturas, através da decomposição e liberação de seus nutrientes, torna-se relevante tópico de estudo para dar assistência no manejo adequado da adubação. Essa contribuição pode ser estimada no cálculo da dose de fertilizante a ser aplicada, resultando numa melhor racionalização do uso de insumos com menor custo de produção e risco de perdas, gerando uma conseqüente diminuição no desequilíbrio ambiental (CARVALHO, 2000; AMADO et al., 2002; SANTOS et al., 2008).

Plantas de cobertura, principalmente as que produzem grandes quantidades de biomassa, condicionam um aumento significativo no aporte de material orgânico ao solo, conseqüentemente resultando em um incremento do teor de matéria orgânica (SÁ et al., 2014). Considera-se a matéria orgânica do solo um excelente indicador de qualidade do solo agrícola e a sua composição, entre outros fatores, depende da origem do material (BERG, 2000).

Sendo assim, através da escolha adequada dessas plantas de cobertura que irão compor os sistemas de produção com o propósito de promover maior habilidade de absorção de Fósforo (P), pode-se incrementar a disponibilidade desse nutriente para as culturas sucessoras (OLIVEIRA et al., 2005; RAMOS et al., 2010). Isto ocorre

devido o P originado de fosfatos naturais e/ou presente em formas pouco disponíveis no solo, no qual na maior parte dos casos estaria indisponível para a maioria das culturas produtoras de grãos, é convertido em formas orgânicas após ser absorvido, e possivelmente estará mais disponível para as lavouras em sucessão, após ocorrer a mineralização do P orgânico dos restos vegetais (SOUSA et al., 2004).

Dentre as espécies utilizadas nos sistemas de produção, o milho (*Zea mays*) e o milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown) se destacam no Brasil Central. O primeiro se destaca pela possibilidade de produção de grãos na segunda safra e o milheto por ser uma gramínea tropical relativamente tolerante à seca, possuir elevada produção de fitomassa e habilidade de reciclar nutrientes, reduzindo os riscos de lixiviação (CRUSCIOL & SORATTO, 2007; LEITE et al., 2010). Assim como o milho, o milheto deve ser implantado no início da entressafra para apresentar melhores resultados, pois neste período costuma ocorrer maior possibilidade de chuvas (PACHECO et al., 2011b).

Nas diversas regiões do Brasil, existem poucas alternativas para cultivo entre duas safras de soja (*Glycine max* L.), especialmente em áreas com pouca disponibilidade de água durante o período entre essas safras. Uma das alternativas para este período de segunda safra ou popularmente denominado de safrinha, é o plantio de *Brachiaria* (Syn: *Urochloa*) sendo empregada como uma cultura de cobertura ou também com a finalidade de produção de forragem na integração lavoura-pecuária (ILP) (BALBINOT JUNIOR et al., 2009; CRUSCIOL et al., 2015). As espécies *U. ruzizensis* e *U. brizantha* possuem alto potencial de produção de matéria seca, até mesmo em ambientes de baixa fertilidade, e formam uma cobertura adequada do solo (TIMOSSI et al., 2007; FRANCHINI et al., 2014), alta ciclagem de nutrientes (PACHECO et al., 2011b; MERLIN et al., 2013), eficiência na supressão de plantas daninhas (PACHECO et al., 2008), e um bom rendimento de sua dessecação, contribuindo para o um plantio mais eficiente das culturas em sucessão (MACHADO & ASSIS, 2010). O consórcio dessa espécie com milho está sendo bastante empregado na região do cerrado, com objetivo de incrementar a ciclagem de nutrientes, produção de grãos do milho na safrinha, cobertura do solo mais eficiente e consequente aumento do teor de matéria orgânica no solo, podendo ser utilizada somente a braquiária para a cobertura de solo, sem o consórcio com outros adubos verdes (CRUSCIOL & BORGHI, 2007).

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da decomposição residual de culturas de safrinha comumente cultivadas no sudoeste goiano, assim como o efeito da adubação fosfatada na cultura da soja.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O sistema de plantio direto

As áreas de cultivo dos diversos sistemas agrícolas sustentáveis devem evitar que seus campos fiquem sem plantio, conseqüentemente com solos expostos, durante o período de outono-inverno, no momento da entressafra agrícola. A distribuição irregular de chuvas neste período, com baixos índices pluviométricos, são os principais fatores que afetam a produção de matéria seca de parte aérea e a produtividade das culturas anuais. Diante disso, estudos sobre manejo de culturas vêm sendo cada vez mais desenvolvidos nestas condições, a fim de permitir o cultivo durante períodos de déficit hídrico (SORATTO & CRUSCIOL, 2008a; SORATTO & CRUSCIOL, 2008b).

Entre os sistemas de manejo do solo que vêm sendo difundidos na agricultura, com o intuito de evitar o desgaste ou a degradação do solo, está o plantio direto (PD), que exclui as práticas de revolvimento do solo (gradagem, aração, subsolagem e escarificação, principalmente), permitindo o acúmulo de material vegetal na superfície, sobre o qual foi semeada ou plantada a cultura seguinte. A utilização deste sistema tem sido associada ao maior controle da erosão, ao aumento da porosidade total do solo e à maior conservação de água do solo, resultando em aumento da disponibilidade de água às plantas, amenizando efeitos de estiagens e, conseqüentemente, assegurando possibilidade de maior rendimento das culturas (SORATTO, 2002).

O sucesso do PD decorre do acúmulo de palhada, propiciado pelas culturas de cobertura e restos culturais de lavouras comerciais, possibilitando a criação de um ambiente favorável à recuperação e à manutenção da qualidade do solo (KLIEMANN et al., 2006). Comumente, o PD está associado à rotação de culturas anuais, que propicia mudanças nas propriedades químicas do solo, causadas sobremaneira pelo aumento nos teores de matéria orgânica e variações no pH do solo, na capacidade de troca catiônica, bem como nas bases trocáveis e no P disponível (MALLARINO & BORGES, 2006).

O PD e sucessão de culturas são práticas bastante difundidas na agricultura do estado de Goiás. Fatores como, condições ambientais, clima e tipo de solo, tecnologia disponível, infraestrutura e experiência do produtor, são fundamentais na escolha da

cultura a ser implantada no sistema. Na região Centro Oeste, o destaque para o mais frequente cultivo plantado em sucessão a soja é o milho (VILELA et al., 2011).

A decomposição mais acelerada dos resíduos de culturas, que irão formar a palhada na região de Cerrado, possui difícil manutenção na sua cobertura sob a superfície do solo. Sendo assim, torna-se desafiador escolher espécies mais resistentes à decomposição de seus resíduos. Portanto, a utilização de plantas de cobertura, de crescimento rápido, antecipado ao plantio de verão, possui grande importância em regiões dos cerrados, onde sabe-se que as condições climáticas dificultam o acúmulo e a manutenção de cobertura durante longo período (CAMPOS et al., 2011).

Culturas mais eficientes em produção de palha e cobertura do solo vêm sendo testadas para uso nos períodos de outono / inverno, no sistema de plantio direto, nos diversos estados que compõem a região do Cerrado (MACHADO & ASSIS, 2010). O milheto (*Pennisetum americanum*), sorgo granífero ou sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor*) e gramíneas forrageiras tropicais, em particular espécies dos gêneros *Urochloa* e *Panicum* apresentam-se como espécies promissoras, que podem ser opcionalmente consorciadas com a cultura de interesse econômico, como nos casos de consórcio com o milho (MACEDO, 2009). São espécies que produzem uma grande quantidade de matéria seca, mantendo sua cobertura por um período mais prolongado, mesmo em regiões com temperaturas mais elevadas, como as do Cerrado brasileiro (COSTA, 2014).

2.2 Culturas de cobertura e ciclagem de nutrientes

No PD, a utilização de plantas de cobertura é contribui para a manutenção da sustentabilidade dos modelos de produção agrícola, podendo retornar quantidades significativas de nutrientes aos cultivos, visto que essas plantas absorvem nutrientes das camadas subsuperficiais do solo e os liberam, posteriormente, na camada superficial pela decomposição dos resíduos (DUDA et al., 2003).

A persistência e a dinâmica de liberação de nutrientes da palhada são importantes aspectos a serem considerados na escolha de plantas, para compor os esquemas de rotação de culturas em sistemas de plantio direto (BOER et al., 2007; LEITE et al., 2010).

A avaliação da dinâmica de decomposição do material de cobertura é importante para otimização da semeadura direta. Por se tratar de um processo biológico, a dinâmica da decomposição de resíduos vegetais depende da natureza do material, do volume de produção de biomassa, do manejo da cultura de cobertura, da fertilidade e do pH do solo, da qualidade e quantidade dos nutrientes orgânicos disponíveis e de condições climáticas como a pluviosidade e temperatura (ALVARENGA et al., 2001).

Boer et al. (2007) em pesquisa com as plantas de amaranto, milho e capim-pé-de-galinha no município de Rio Verde, Goiás, obtiveram maior velocidade de liberação de P e K aos 30 dias após a dessecação, com valores de 66,2; 32,9 e 37,3 % para o P; e 88,6; 75,5 e 55,5 % para o K, respectivamente. As maiores taxas de liberação de nutrientes apresentada pelo amaranto devem-se a sua menor relação C/N (carbono/nitrogênio), em comparação com o milho e capim-pé-de galinha, que apresentaram comportamento semelhante, indicando que o amaranto pode ser boa planta cicladora, embora menos eficiente como planta de cobertura para a formação de palhada para o sistema plantio direto, por exemplo.

Entre as espécies comumente utilizadas, a *Brachiaria (Urochloa brizantha)* (Syn. *Brachiaria brizantha*) se destaca pela sua alta capacidade de produção de matéria seca (BERNARDES et al., 2010), tolerância ao estresse hídrico, absorção de nutrientes em maiores profundidades e ciclagem de nutrientes (TORRES et al., 2008). Esta espécie pode crescer em condições ambientais, sob as quais a maioria das culturas de grãos e espécies utilizadas para cobertura do solo não poderia (BARDUCCI et al., 2009).

No cultivo consorciado de milho com forrageiras tropicais perenes, o principal fator a ser considerado é o propósito de utilização desta forrageira. De acordo com Crusciol e Soratto (2009), a adoção deste sistema pode servir para amplos objetivos, tais como: a) servir como alimento para a exploração pecuária, desde o final do verão até o início da primavera, e, posteriormente, para formação de palhada no sistema plantio direto, e b) servir como planta exclusiva para produção de palhada, proporcionando cobertura permanente do solo até a semeadura da safra de verão subsequente. Há, ainda, a possibilidade de recuperação/renovação de pastagens degradadas.

Para o caso do cultivo do milho safrinha com forrageiras tropicais, em virtude do curto período entre a colheita de grãos e a dessecação para a safra seguinte,

muitos produtores têm adotado a consorciação para viabilizar a produção de cobertura morta para o SPD. A grande vantagem deste sistema em muitas regiões produtoras do Brasil é a possibilidade de até 2 safras de grãos e mais 1 safra de pecuária, garantindo a sustentabilidade tanto da atividade agrícola como da pecuária (BALBINO et al., 2011). Este sinergismo entre os componentes do agroecossistema possibilita a otimização dos recursos naturais, além de possibilitar a diversificação econômica da propriedade, diminuindo os riscos e dificuldades de se trabalhar com apenas uma safra por ano agrícola (MARTHA JUNIOR et al., 2011).

2.3 Eficiência e importância da adubação fosfatada no Cerrado

O Cerrado brasileiro é caracterizado como um dos biomas que apresenta uma das maiores áreas agricultáveis do mundo, compondo um quarto do território brasileiro (SIQUEIRA NETO et al., 2009). Os Latossolos, principal classe de solo dessa região, são bastante intemperizados, com alta acidez e baixo teor de cátions básicos, consequentemente apresentam, alta capacidade em adsorver fósforo (LOPES & GUILHERME, 1992). O fósforo é classificado como um dos macronutrientes essenciais, porém entre eles, é um dos absorvidos em menor quantidade pelas plantas. Porém, é utilizado em maior quantidade na adubação dessas classes de solos (VILAR & MOREIRA-VILAR, 2013). A explicação para essa maior quantidade, é em função da forte interação com os óxidos de ferro (Fe) e alumínio (Al) presentes nesses solos formados sob clima tropical e subtropical (VILAR et al., 2010).

Portanto, a adubação fosfatada é uma prática imprescindível, no estabelecimento e manutenção de qualquer sistema agrícola sustentável nessa região, sendo um dos investimentos que mais onera a prática da agricultura comercial no Cerrado. Para sistemas de cultivos anuais, é necessário que se utilizem recomendações adequadas no manejo da adubação fosfatada, visando alta eficiência do uso do P, as quais dependem de uma série de aspectos (SOUSA et al., 2016).

A interpretação dos teores de P no solo avaliados pelo método da resina é pouco influenciada pelo teor de argila, não havendo necessidade de criar classes em razão dessa variável. Dessa forma, independentemente do teor de argila do solo, os níveis críticos são suficientes para obtenção de 80% a 90% do rendimento potencial na ausência de aplicação de P naquele ano agrícola (SOUSA et al., 2016).

Diversos trabalhos (FOLONI et al., 2008; RAMOS et al., 2010) têm destacado algumas espécies como promissoras, tanto em relação à absorção de P em condições de baixa disponibilidade, comportamento bastante comum na região dos cerrados, assim como no uso eficiente deste nutriente.

As espécies do gênero *Brachiaria*, são comumente indicadas como espécies de cobertura por condicionarem efeitos benéficos na matéria orgânica no solo e ciclagem do P. Despertam grande interesse por serem adaptadas a solos de baixa fertilidade, tolerantes a níveis elevados de Al e baixos de P e Ca, com altíssima produção de forragem gerando uma cobertura de solo de extrema eficiência e uma consequente alta produção de fitomassa. Além disso, são de fácil controle na cultura em sucessão, melhorando a qualidade do solo em função do seu abundante sistema radicular e, por isso, são amplamente utilizadas com esse propósito de cobertura (TIMOSSI et al., 2007).

Portanto, apresentam suma importância na ciclagem de nutrientes, de maneira geral, pois são capazes de aumentar a eficiência de utilização de P de em função de algumas estratégias no manejo, como: 1) Maior crescimento de raízes; 2) conservação prolongada do P em sua forma solúvel via liberação de ácidos orgânicos (como o citrato, malato e oxalato), que competem com os ortofosfatos pelos sítios de adsorção e minimizam a fixação (PAVINATO et al., 2009); 3) presença de carreadores específicos com compatibilidade pelos íons fosfato (NANAMORI et al., 2004); 4) alta atividade da enzima fosfatase ácida; mobilização de formas menos disponíveis de P (CALONEGO & ROSOLEM, 2013; JANEGITZ et al., 2013; ROSOLEM et al., 2014).

2.4 A cultura da soja no Brasil central

Nos anos 70 e 80 foi significativo o crescimento da cultura da soja na região do Brasil Central, abrangendo os estados de Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Goiás. Com incentivo e constatações da pesquisa sobre a viabilidade de diversos cultivos nesses estados, proporcionou-se o crescimento em área e em produção de diversas culturas, principalmente, soja, tomate, banana, cana-de-açúcar e milho. Entretanto, dentre estas, foi a cultura da soja que mais cresceu em área de cultivo (CÂMARA, 2016).

A cultura da soja (*Glycine max* L.) é de extrema importância socioeconômica para o Brasil. Esse destaque no contexto agrícola é em função às suas diversas empregabilidades, com uso tanto na alimentação humana quanto na animal. Sendo ainda considerada matéria-prima imprescindível no abastecimento de diversos complexos agroindustriais (GUIMARÃES et al., 2008).

Nesse contexto, na região Centro-Oeste concentra-se o maior potencial de expansão da cultura da soja no Brasil. O município de Jataí localizado na região Sudoeste do estado de Goiás se destaca no cenário nacional na produção de grãos com maior foco para a cultura da soja (IBGE, 2018).

Atualmente, os produtores brasileiros dispõem de tecnologia nacional de produção perfeitamente adaptada às condições brasileiras, fazendo com que alcancem produtividades agrícolas de 3.000 a 6.000 kg de soja por hectare (50 a 100 sacas de 60 kg por hectare) em estados brasileiros que recebem grande quantidade de energia solar, temperatura e precipitação, principalmente em regiões localizadas no Brasil Central, além de algumas regiões do estado do Paraná com elevado grau de uso de tecnologia em sistema de plantio direto consolidado (CÂMARA, 2016).

A semeadura da soja sobre espécies de Braquiária dessecadas vêm se destacando como forma interessante de adoção do sistema plantio direto, haja vista que a pastagem apresenta excelente cobertura, podendo contribuir para o aumento da matéria orgânica do solo e permitir a rotação de culturas. Portanto, uma das modalidades do emprego da palha de braquiária é a utilização dessa gramínea, como antecessora da semeadura da soja de verão (TIMOSSI et al., 2007).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização climática da área experimental

O experimento foi conduzido na Fazenda Escola da Universidade Federal de Goiás - Regional Jataí - Campus Jatobá, localizada no município de Jataí (GO), com as seguintes coordenadas geográficas: 17° 53' S e 52°43' W, com altitude de 670 m.

De acordo com a classificação de Köeppen, o clima da região é do tipo Aw, tropical de savana com chuva no verão e seca no inverno. Os dados diários referentes à precipitação pluvial e às temperaturas máxima e mínima durante a condução do experimento foram coletados na Estação Meteorológica de Observação de Superfície Automática localizada na Universidade Federal de Goiás-Regional Jataí, pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia, e estão apresentados na Figura 1.

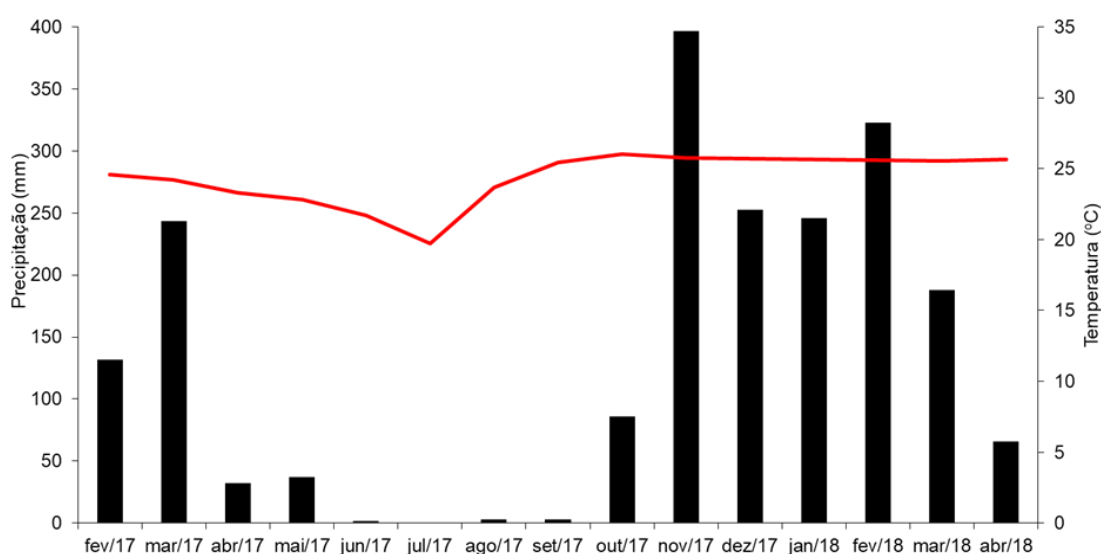


Figura 1. Precipitação (mm) e Temperaturas Máximas e Mínimas (C°) durante os meses de fevereiro de 2017 a abril de 2018. Fonte: INMET

Utilizando-se como base o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (Embrapa, 2006), o solo da área é denominado Latossolo Vermelho Distroférrico de textura muito argilosa (585 g kg⁻¹ de argila), cujas características químicas são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização química do solo (0-20 cm de camada) da área experimental antes da instalação do experimento no município de Jataí-GO, 2017.

pH (CaCl ₂)	M.O. (g kg ⁻¹)	P_{resina} (mg dm ⁻³)	K	Ca (cmol _c dm ⁻³)	Mg	V (%)
5,1	36	14,1	2,1	2,76	1,02	40,96
Areia		Silte		Argila		
		g.dm ⁻³				
175		240		585		

3.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados em esquema de parcela subdivididas, com 4 repetições. As parcelas foram constituídas por 4 sistemas de produção: 1- milho (*Zea mays L.*) / soja (*Glycine max*); 2- braquiária (*Urochloa ruziziensis*) / soja; 3- milho consorciado com braquiária / Soja; 4- milheto (*Pennisetum glaucum L.*) / soja), onde a soja foi cultivada em safra e as demais culturas mencionadas em segunda safra). A adubação fosfatada de plantio foi definida de acordo com a análise química do solo na camada de 0-20 cm, levando em consideração as recomendações de Sousa e Lobato, (2004). As subparcelas foram constituídas por 3 níveis de adubação fosfatada na cultura da soja (100, 75 e 50% da dose recomendada para a cultura). Cada subparcela apresentava a dimensão de 22,5 m² (4,5 x 5,0 m).

3.3 Condução do experimento

As espécies gramíneas de cobertura foram semeadas em fevereiro de 2017, sendo o milheto, milho e o monocultivo de braquiária no espaçamento de 0,45 m entre linhas, e o milho consorciado com a braquiária no espaçamento 0,45 m entrelinhas com a braquiária semeada na entrelinha do milho. Para o milho foi utilizado o híbrido 2A401PW na quantidade de 3 sementes por metro (solteiro e consorciado), no milheto a variedade ADR300 na densidade 20 kg ha⁻¹ de sementes, e na braquiária (*Urochloa ruziziensis*) 10 kg ha⁻¹ de sementes de valor cultural de 51,8%. Na semeadura foram utilizadas, em todos os tratamentos, as quantidades de 80 kg ha⁻¹ de N, 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 80 kg ha⁻¹ de K₂O e uma cobertura de 70 kg ha⁻¹ de N.

As coletas das plantas iniciaram-se em junho de 2017, no momento da colheita do milho, onde foram coletadas amostras para avaliar a produção de massa seca e o acúmulo de nutrientes pelo milho, braquiária e milheto e o consórcio entre milho e braquiária. Nesta coleta inicial, três quadros foram amostrados, com 0,25 m² de área interna através de amostras simples, constituindo posteriormente uma amostra composta. Esta coleta foi realizada de forma manual, com auxílio de tesoura de poda, retirando-se toda palhada superficial contida na área interna do quadro. O caminhamento de amostragem, dentro das unidades experimentais, foi realizado na diagonal, sendo aleatória a escolha dos pontos de coleta, excluindo-se 0,50 m de cada extremidade como bordadura.

Os resíduos passaram por uma pré-limpeza, por meio de peneiras, para redução da quantidade de solo aderido. As amostras foram acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa com circulação forçada de ar a 60°C, até atingirem peso constante de massa de matéria seca. Posteriormente foram retiradas 4 alíquotas de 20 g por parcela e acondicionadas em sacos de tela de nylon de 2 mm (*litter bags*), totalizando 4 *litter bags* por parcela, e retornados ao campo sobre o mesmo tratamento em que foram retirados. Em cada coleta retirou-se uma amostra por parcela, ou seja, um *litter bag*. As retiradas aconteceram nas seguintes etapas: Inicialmente, assim que as culturas de segunda safra senesceram, no momento da semeadura, plena floração e maturação dos grãos da soja. A cada retirada, novas pesagens foram realizadas, onde o material foi moído posteriormente em moinho tipo Willey, para posterior determinação dos teores de macronutrientes (MALAVOLTA et al., 1997).

A semeadura da soja foi realizada no dia primeiro de novembro de 2017, utilizando uma cultivar de soja M7110 IPRO, no espaçamento 0,45 m e a população de plantas foi estabelecida de acordo com as recomendações para a cultivar. A adubação de semeadura foi realizada de acordo com a interpretação da análise de solo, coletada antes da instalação do experimento, levando em consideração as recomendações de Sousa e Lobato (2004). Para a adubação fosfatada foi utilizado três níveis de fósforo, considerando 100%, 75% e 50% da dose recomendada. Durante todo o período de desenvolvimento da cultura da soja foram realizadas todas as práticas agrícolas, de acordo com a necessidade.

3.4 Amostragens e avaliações realizadas

3.4.1 Persistência de palhada e liberação de macronutrientes

A obtenção da quantidade de palhada remanescente na área deu-se pelo peso seco da massa vegetal presente nos *litters bags* referentes a cada época de amostragem, posteriormente transformado em kg ha⁻¹. A quantidade de macronutrientes contida na palhada, durante o transcorrer do tempo, foi obtida pelo produto da quantidade de massa de matéria seca com o teor dos nutrientes do resíduo vegetal, sendo apresentado em kg ha⁻¹.

Para descrever a decomposição da fitomassa e a quantidade remanescente dos elementos (N, P, K, Ca, Mg e S) na mesma, utilizou-se o modelo matemático exponencial descrito por Thomas e Asakawa (1993), do tipo $X = X_0 e^{-kt}$, em que: X é a quantidade de fitomassa seca ou de elementos remanescentes após um período de tempo t , em dia; X_0 é a quantidade inicial de fitomassa seca ou de elementos; e k é a constante de decomposição do resíduo ou liberação dos elementos. Com o valor de k , foi calculado o tempo de meia-vida ($t_{1/2} = 0,693/k$) (Lipmann e Clark, 1989), que expressa o período de tempo necessário para que metade dos resíduos se decomponha ou para que metade dos elementos contidos nos resíduos seja liberada. Aplicando-se a primeira derivada às funções ajustadas aos dados de fitomassa e liberação acumulada dos elementos, foi calculada as taxas diárias de decomposição de fitomassa e de liberação dos macronutrientes (ROSOLEM et al., 2003; KLIEMANN et al., 2006).

3.4.2 Massa da matéria seca da soja

A massa da matéria seca da soja foi determinada no início do florescimento, onde foram coletadas em local pré-determinado, correspondendo a área útil de cada parcela, 10 plantas. Estas foram acondicionadas em saco de papel e levadas ao laboratório para secagem em estufa de ventilação forçada a temperatura média de 60 a 70 °C, até atingir massa constante. Posteriormente os dados foram coletados e transformados para a medida em kg ha⁻¹.

3.4.3 Teor foliar de macronutrientes da soja

Para determinação dos teores de macronutrientes, utilizou-se 10 folhas com pecíolo, amostradas no florescimento (Sousa e Lobato, 2004). As folhas foram submetidas a uma lavagem rápida com água destilada e colocadas para secagem em estufa com circulação forçada de ar a 60 – 70 °C, por 72 horas, sendo em seguida moídas em moinho tipo Willey. A quantidade acumulada de macronutrientes foi avaliada segundo a metodologia descrita por Malavolta et al. (1997).

3.4.4 Componentes Produtivos e Produtividade das Culturas

- População de plantas: Na fase inicial de desenvolvimento e por ocasião da colheita, avaliou-se a população de plantas através da contagem das plantas em duas linhas de 4 m na área útil das parcelas.
- Número médio de vagens por planta: Obteve-se através da relação: número total de vagens / número total de plantas.
- Número médio de grãos por vagem: Obteve-se através da relação: número total de grãos / número total de vagens.
- Massa média de 400 grãos: Obteve-se através da coleta ao acaso e pesagem de 4 amostras de 100 grãos por parcela.
- Produtividade de grãos: As plantas da área útil de cada parcela foram arrancadas e deixadas para secagem a pleno sol. Após a secagem, submeteu-se as mesmas a trilhagem mecânica e os grãos posteriormente pesados e os dados transformados em kg ha⁻¹ (teor de água a 130 g kg⁻¹).

3.5 Análise Estatística

Todos os dados foram submetidos a análise de variância. Para as variáveis persistência de palhada e liberação de macronutrientes as médias dos tratamentos do fator sistema de produção foram comparados através do teste Tukey a 5% de probabilidade e as épocas de coleta dos *litter bags* foram ajustados através de funções matemáticas a 5% de probabilidade.

Para as demais variáveis (teor foliar de macronutrientes da soja, componentes produtivos e de produtividade das culturas trabalhadas) utilizou-se o esquema de

parcelas subdivididas e as médias foram comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa Sisvar 4.2 (FERREIRA, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Decomposição de matéria seca e nutrientes remanescentes nos diferentes sistemas de produção

Os dados obtidos para o fator épocas de coletas da fitomassa foram ajustados de modelos exponenciais para cada um dos sistemas de produção (Tabela 2 e Figura 2). Cabe ressaltar que, houve interação significativa entre sistema x tempo após manejo para todas as variáveis analisadas, exceto para o fósforo.

As quantidades de palhada nas quatro épocas de coleta foram estatisticamente distintas entre os sistemas de produção (Tabela 2 e Figura 2). No momento do manejo o milho em consórcio com a braquiária ($13.115 \text{ kg ha}^{-1}$) e o milheto ($14.044 \text{ kg ha}^{-1}$) apresentaram os maiores valores em relação a palhada de milho (9.424 kg ha^{-1}) e braquiária (9.766 kg ha^{-1}).

No sistema de consórcio milho e braquiária, no momento em que as culturas de safrinha haviam senescido, a palhada da braquiária constituía 20% do total de matéria seca, o que corresponde a 2.623 kg ha^{-1} , os $10.492 \text{ kg ha}^{-1}$ restantes eram correspondentes a matéria seca do milho, esses resultados estão muito próximos à produção observada em parcelas que constituíam esta cultura solteira (Figura 2).

Tabela 2. Análise de variância das variáveis massa de matéria seca remanescente e teores de macronutrientes remanescentes (N, P, K, Ca, Mg e S) em função do tempo após colheita do milho nos diferentes sistemas de produção. Jataí, GO, 2018.

Variáveis	Valor de F			CV (%)
	Sistemas (S)	Tempo	S x T	
MS (kg ha^{-1})	46,904**	237,530**	11,62**	10,39
N (kg ha^{-1})	10,067 **	47,537 **	3,385**	39,48
P (kg ha^{-1})	5,399**	308,305**	2,009 ^{ns}	47,17
K (kg ha^{-1})	135**	498,5**	72,4**	24,63
Ca (kg ha^{-1})	19**	147,1**	11,6**	26,70
Mg (g kg^{-1})	12,6**	102,2**	9,2**	28,74
S (g kg^{-1})	6,6**	97,8**	2,4**	43,09

** e ns: significativo a 1% de probabilidade e não significativo pelo teste F, respectivamente.

Os resultados encontrados para as espécies cultivadas podem ser fundamentados devido ao rápido crescimento do milho, que provavelmente atingiu a máxima produção de matéria seca da parte aérea aos 75 DAE, antecipando-se em relação as outras culturas que formaram palhada (ROSA et al. 2004, 2007).

Costa et al. (2016) e Crusciol et al. (2013) também observaram produção de matéria seca semelhante para o milho. Também foi demonstrado pelos autores elevada capacidade para a ciclagem de nutrientes para essa cultura.

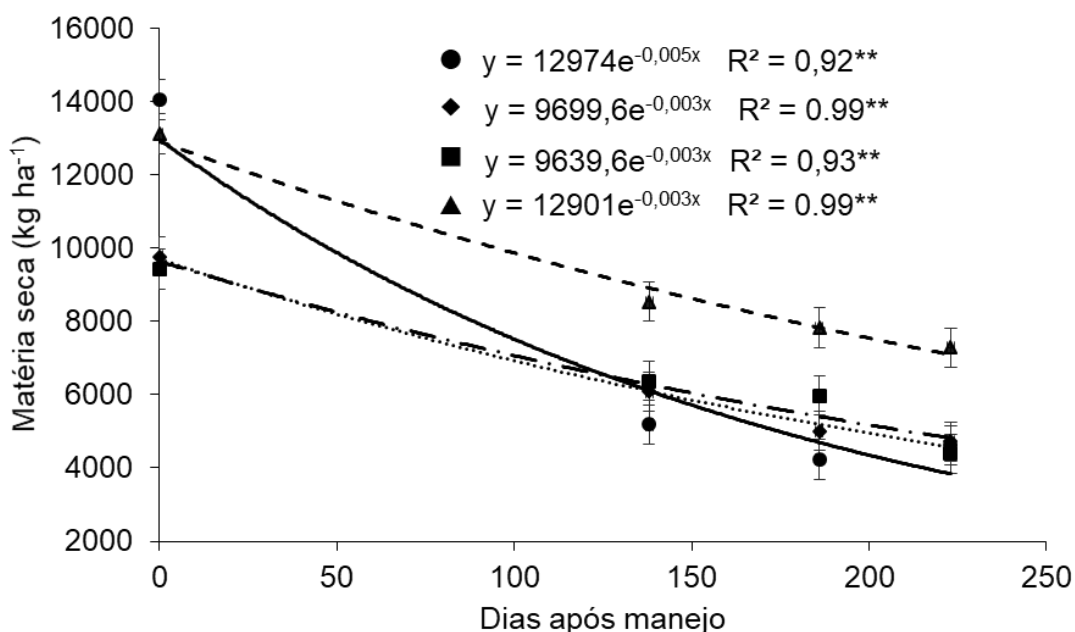


Figura 2. Massa de matéria seca de milho (●), braquiária (◆), milho (■) e milho consorciado com braquiária (▲) em função do tempo após a senescência das culturas. Jataí, GO, 2018. Barras verticais são indicativas do valor de Diferença mínima significativa (DMS) a 5% de probabilidade.

Em relação à produção de matéria seca na braquiária solteira, mesmo considerando o crescimento inicial lento desta cultura, foi possível observar durante todo o seu desenvolvimento, que as condições climáticas se mantiveram propícias para melhores valores, assim com o para as demais culturas trabalhadas (444 mm acumulados e temperatura média de 24,6 °C durante o período de fevereiro a junho de 2017).

Desse modo, logo após a sementeira, a braquiária obteve condições ótimas de estabelecimento, acarretando em um conseqüente acúmulo de produção de matéria seca (9.766 kg ha⁻¹). Ao avaliar a produção de matéria seca de braquiária cultivada

após a colheita da soja, em condições climáticas bastante semelhantes no município de Rio Verde - GO, Rossi et al. (2013) observaram produção inferior (6.000 kg ha^{-1}), os resultados obtidos justificam-se em função da cultura ter permanecido menos tempo em campo em relação ao presente experimento.

Desse modo, esperava-se essa elevada produção de matéria seca no consórcio, os resultados encontrados são corroborados por Pereira et al. (2015), os autores trabalharam com consorciação entre diferentes espécies de braquiária com o milho, e suas quantidades de matéria seca produzidas também foram avaliadas separadamente, mesmo com espécies de braquiária diversas, os valores de matéria seca se apresentaram próximos.

Além disso, a presença da braquiária consorciada com o milho pode influenciar positivamente na produtividade de grãos. De acordo com Brambilla et al. (2009) o consórcio de milho em segunda safra a com braquiária na linha e na entrelinha condiciona uma produtividade de massa seca mais elevada, a qual favorece a cobertura do solo, garantindo assim a sustentabilidade do SPD para a safra seguinte.

De modo geral, os valores encontrados de matéria seca no presente trabalho ultrapassam de maneira expressiva ao mínimo sugerido por Darolt (1998) de 6000 kg ha^{-1} , para que se mantenha a cobertura do solo adequada. O valor de matéria seca médio para as espécies que representavam os diferentes sistemas foi de: $11587,3 \text{ kg ha}^{-1}$.

As matérias secas das palhadas reduziram após o manejo das culturas (Figura 2). Aos 138 dias após a colheita do milho safrinha (na semeadura da soja) a redução foi na ordem de 32, 38, 35 e 63%, aos 186 dias (florescimento pleno da cultura da soja) foi de 44, 46, 40 e 65% e aos 223 dias (início da maturação fisiológica da cultura da soja) foi de 53, 52, 44 e 67%, resultando numa decomposição total durante o período de 5036, 5043, 5833 e 9418 kg.ha^{-1} das palhadas de milho, braquiária, milho + braquiária e milheto, respectivamente. Destaca-se que a braquiária foi dessecada apenas no momento do plantio da soja, onde estima-se uma redução de apenas 22% de matéria seca no período de 85 dias.

Os resíduos do milho após a colheita apresentaram baixa taxa de decomposição (Figura 2). Segundo Wisniewski e Holtz (1997), isto ocorre devido a composição dos resíduos deixados após a colheita serem na maior parte constituídos por colmos e sabugos, materiais que apresentam maior relação carbono nitrogênio (43:1) e são mais lignificados o que dificulta a ação dos microrganismos

decompositores. Calonego et al. (2012) verificaram redução, em 145 dias, de 41% na quantidade do milho depositado sobre o solo.

A palhada de milho apresentou o maior valor de redução percentual final em relação às demais (67%), restando ao final das avaliações 4625 kg ha⁻¹. O milho apresenta intensa decomposição inicial de seus resíduos por microorganismos do solo devido a maior concentração de componentes menos lignificados comparado as espécies do gênero *Urochloa* (COSTA et al., 2016). Estes mesmos autores observaram valores muito próximos para a cultura do milho ao final das avaliações, obtendo-se uma quantidade de 4845 kg ha⁻¹ dos resíduos iniciais.

Em relação as braquiárias, Kliemann et al. (2006) buscando avaliar o acúmulo de nutrientes em folhas de milho e dos capins braquiária e Mombaça em região de Cerrado, observaram redução de 56% da matéria seca da palhada de braquiária, solteira ou consorciada, aos 150 dias após dessecação, os resultados corroboram com os valores encontrados no presente estudo. Desse modo, pode-se constatar que as áreas onde há a necessidade de formação e manutenção da palhada na superfície, a inserção da cultura da braquiária se torna uma estratégia de manejo importante.

Observando-se a produção em matéria seca pelas espécies avaliadas no presente estudo, pode-se inferir que grandes quantidades de nutrientes foram recicladas e disponibilizadas nos sistemas onde foram incluídas espécies de cobertura, quantidades razoáveis também foram recicladas e disponibilizadas pelo sistema milho solteiro (Figuras 3 e 4).

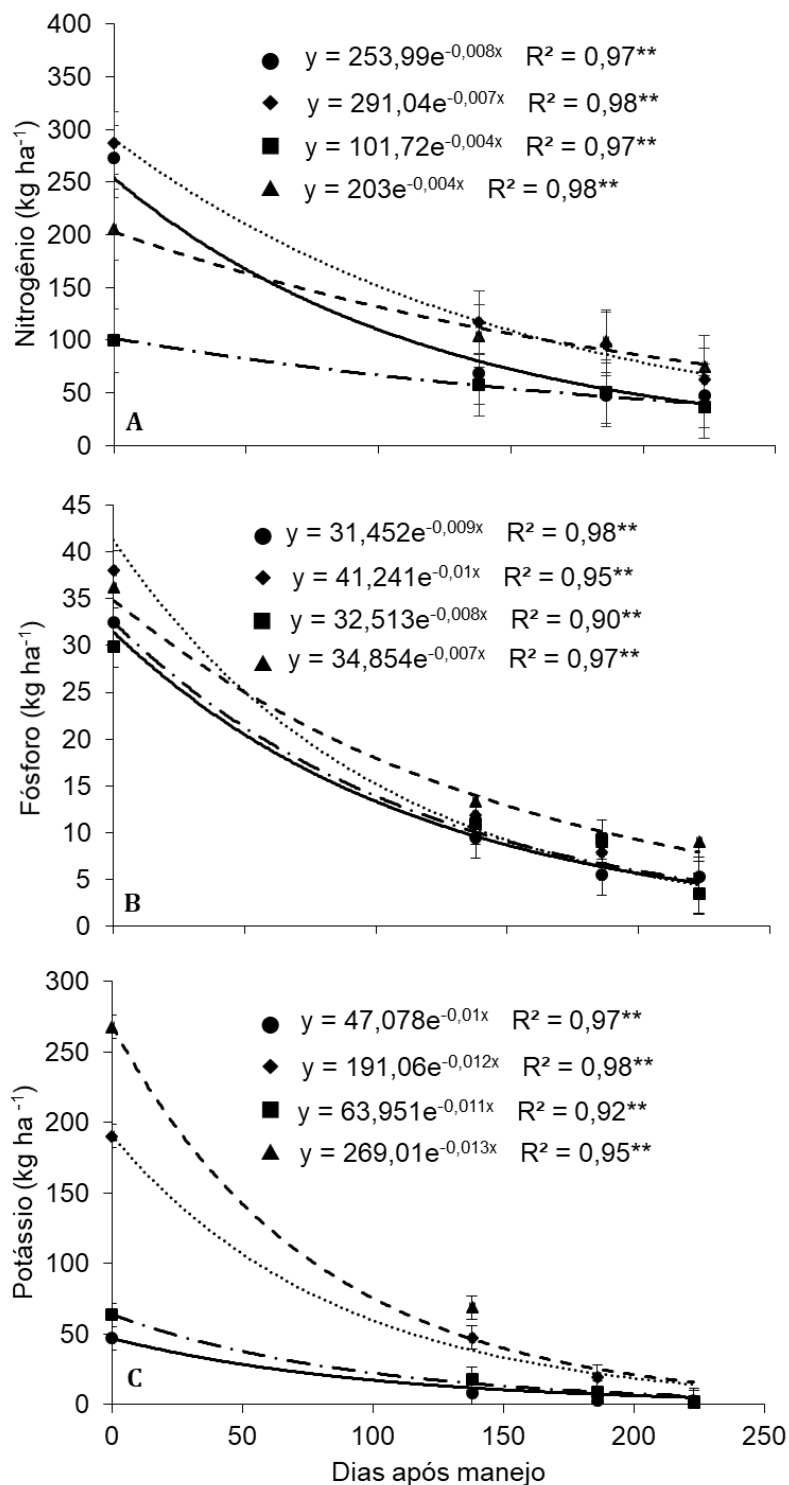


Figura 3. Quantidades remanescentes do nitrogênio (A), fósforo (B) e potássio (C) das palhadas de milho (●), braquiária (◆), milho (■) e milho consorciado com braquiária (▲) em função do tempo após o manejo das culturas. Jataí, GO, 2018. Barras verticais são indicativas do valor de DMS a 5% de probabilidade.

Em relação ao N, a braquiária solteira e o milho acumularam os maiores teores desse nutriente, correspondendo a cerca de 291 e 253 kg ha⁻¹, respectivamente (Figura 3A). Está elevada extração de nutrientes é devido ao sistema radicular profundo e vigoroso destas espécies (TORRES et al., 2008; MARCANTE et al., 2011), o que permite a essas culturas acumularem quantidades consideráveis desse nutriente (CRUSCIOL & SORATTO, 2007; CRUSCIOL & SORATTO, 2009; LEITE et al., 2010).

No entanto o milho solteiro foi o sistema que apresentou as menores proporções de nitrogênio na palhada, 102 kg ha⁻¹, provavelmente este efeito está relacionado a elevada exportação deste nutriente pelos grãos de milho. O consórcio acumulou quantidades intermediárias de nitrogênio, cerca de 203 kg ha⁻¹, devido as características apresentadas para as culturas solteiras.

O tempo de meia vida ($t_{1/2}$) calculado para este nutriente entre os sistemas, evidenciou que os sistemas com milho em consórcio com braquiária e o milho solteiro, apresentaram $t_{1/2}$ semelhantes de 168 dias, seguidos pela braquiária solteira de 96 dias e pelo milho de 84 dias, com uma liberação total ao final da avaliação de 131, 63, 225 e 226 kg.ha⁻¹ e com suas reduções percentuais de 63,6, 63,5, 78,3, 82,8%, respectivamente. Santos et al. (2014), buscando avaliar a decomposição e liberação de macronutrientes da palhada de milho e braquiária, em sistema de integração lavoura-pecuária no Cerrado baiano encontraram resultados próximos aos encontrados no presente trabalho, com valores de $t_{1/2}$ para milho em consórcio com a braquiária de 128 dias. Esses resultados corroboram os resultados de Braz et al. (2004), onde os autores constataram que espécies de braquiária em comparação à de milho apresentaram uma diminuição nos teores de de N mais lenta (Figura 3A).

A maior velocidade de liberação de N observada na palhada de milho entre os sistemas, é também observada em diversos trabalhos desenvolvidos em condições ambientais semelhantes em comparações com diversas gramíneas de cobertura (OLIVEIRA et al., 2005).

Entretanto a partir de 138 dias após o manejo (momento da semeadura da soja) foi observado que as quantidades remanescentes do nutriente eram semelhantes entre os sistemas (Figura 3A). É relevante destacar que esse nutriente possui extrema importância no metabolismo vegetal, pois participa diretamente na biossíntese de proteínas e de clorofilas, sendo considerado fundamental no estágio inicial de desenvolvimento das culturas (ANDRADE et al., 2003).

No que concerne as quantidades acumuladas de fósforo, não houveram diferenças significativas entre os sistemas, mantendo esse padrão no decorrer das avaliações (Figura 3B). As reduções percentuais para os sistemas e liberação de P seguem na ordem : 90,9 , 88,0 , 87,1 e 75,0% para braquiária, milho, milheto e milho em consórcio com a braquiária, respectivamente, com as liberações na mesma sequência : 34 , 26 , 36 e 35 kg ha⁻¹.

O $t_{1/2}$ calculado para o P foi de 67, 75, 75 e 112 dias nos sistemas de braquiária, milho, milheto e milho em consórcio com a braquiária, respectivamente. Os resultados encontrados para $t_{1/2}$ deste nutriente, no presente trabalho se assemelham aos relatados por Torres et al. (2008) de aproximadamente 117 dias. Por outro lado, Sousa et al. (2014) também avaliando o $t_{1/2}$ em sistema de consórcio observaram valor bem inferior, de aproximadamente 67 dias para essa variável (Figura 3b).

De acordo com Almeida e Rosolem (2016), espécies de *Urochloa* ao longo do tempo elevam a concentração de formas de P lábeis, ou seja, prontamente disponíveis para absorção dos cultivos, nas camadas mais superficiais do solo, em função de absorverem o P não lábil em camadas mais profundas do solo, que é então devolvido à superfície do solo através da mineralização de resíduos. Portanto, é esperado que neste trabalho também possa ser observado estes efeitos ao longo do tempo.

O potássio acumulado foi maior no consórcio, 269 kg ha⁻¹, seguido da braquiária, 191 kg ha⁻¹, e posteriormente pelo milho e milheto, 64 e 47 kg ha⁻¹, respectivamente (Figura 3C). É importante ressaltar que, os valores de potássio na cultura do milheto foram relativamente baixos quando comparado ao trabalho de Costa et al., (2016), justifica-se esse dado devido ao fato de que no momento da coleta inicial da palhada de milheto a planta já se encontrava em senescência, portanto grande parte do K já havia sido liberado.

O K foi o nutriente que apresentou ciclagem mais proporcional e em menos tempo em relação aos demais, sendo que, aos 223 dias, na última coleta, seus teores chegaram próximos a zero em todos os sistemas avaliados (Figura 3c). Esses resultados são corroborados pelos resultados encontrados por Santos et al. (2014) e Leite et al. (2010), com reduções altíssimas dos teores ao longo das avaliações. A alta ciclagem do K também é observada por outros autores trabalhando com espécies como: crotalária (Costa et al., 2012); crotalária e milheto em sistema de consorcio e

solteiro (Soratto et al. 2012); guandu-anão e milheto em sistema consorciado (Ferrari Neto et al., 2012).

Dentre todos os macronutrientes, os valores de $t_{1/2}$ para o K foram os menores em relação aos demais, com 58 dias para a braquiária, 53 dias para o consórcio, 69 dias para o milheto e 63 dias para o milho. As porcentagens de liberações foram as maiores em relação aos demais nutrientes analisados, com 98,4, 99,4, 95,5 e 96,9% para braquiária, milho em consórcio com braquiária, milheto e milho, respectivamente. Com isso liberaram 187, 266, 45 e 62 kg ha⁻¹ de K para braquiária, milho em consórcio com braquiária, milheto e milho. Os valores encontrados para essa variável no seguinte trabalho são discrepantes aos encontrados na literatura, de acordo com Sousa et al. (2014), a variável $t_{1/2}$ é muito dependente das variáveis climáticas e suas oscilações, desse modo, o clima e o ambiente físico influenciam de maneira direta ocasionando essa grande discrepância.

Marschner (2012), salienta que devido ao K ser um elemento que não está relacionado a nenhum dos que compõem a estrutura do tecido vegetal, sua liberação inicial é facilitada a partir da biomassa. Rosolem et al (2003), cita que o K é um elemento não metabolizado pela planta, com a capacidade de formar conexões com complexo orgânico de fácil reversibilidade. Portanto, no momento em que a planta inicia o processo de senescência e degradação, a concentração deste diminui drasticamente, a intensificação do processo dá-se pela água da chuva, após o rompimento das membranas plasmáticas (MALAVOLTA et al., 1997). Logo, pode-se constatar que as chuvas ocorridas após a senescência dessas espécies, contribuíram para a intensa liberação de K observada. (Figura 3C)

Para o Ca, o milheto e a braquiária foram as culturas que mais acumularam este nutriente, 158 e 151 kg ha⁻¹, respectivamente, seguido do consórcio, 122 kg ha⁻¹, e por último o milho solteiro, 51 kg ha⁻¹ (Figura 4A). O milheto apresentou maior velocidade de liberação, cerca de 148 kg ha⁻¹ durante o período de avaliação do experimento, reduzindo 91% do seu teor inicial encontrado na palhada, seguido da braquiária com redução de 81%, do consórcio com redução de 72 % e do milho solteiro com redução de 61%. Costa et al. (2016), buscando avaliar as Taxas de decomposição e liberação de nutrientes da fitomassa de milheto, capim colonião e capim-braquiária durante 68 dias, encontraram um menor valor liberado, cerca de 59 kg ha⁻¹. Os resultados encontrados por Costa et al. (2016), se dão em função do menor tempo de avaliação experimental, provavelmente se o período de avaliação fosse

maior os valores de taxa de decomposição seria próximo ao encontrado no presente trabalho.

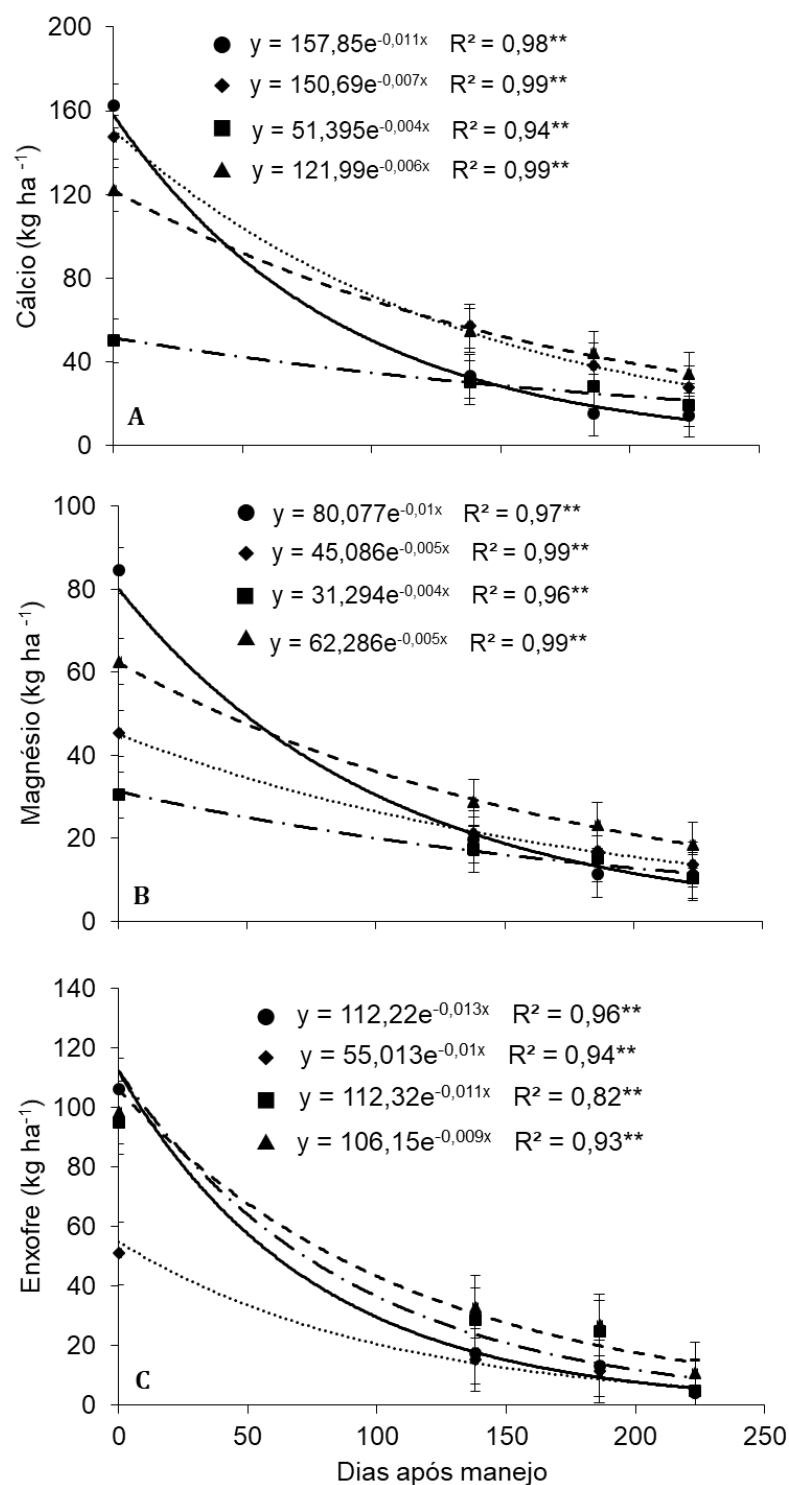


Figura 4. Quantidades remanescentes do cálcio (A), magnésio (B) e enxofre (C) das palhadas de milheto (●), braquiária (◆), milho (■) e milho consorciado com braquiária (▲) em função do tempo após o manejo das culturas. Jataí, GO, 2018. Barras verticais são indicativas do valor de DMS a 5% de probabilidade.

Os valores observados na liberação de Ca ao final das avaliações são reflexo dos valores de $t_{1/2}$, onde o milho apresentou o menor valor de $t_{1/2}$, correspondente a 67 dias, e para a braquiária, milho em consórcio com braquiária e milho solteiro, os valores de $t_{1/2}$ foram de 96, 112 e 168 dias respectivamente. Boer et al. (2007) encontraram valores de $t_{1/2}$ de 56 dias, próximos ao encontrado no presente estudo.

O maior acúmulo de Mg também foi observado para o milho, 80 kg ha^{-1} , seguidos do consórcio, braquiária e milho, $62, 45$ e 31 kg ha^{-1} , respectivamente (Figura 4B). Dentre os macronutrientes, de maneira geral o Mg foi o disponibilizado mais gradualmente, com exatos 135 dias para braquiária e o consórcio, 173 para o milho solteiro e 75 dias para o milho. Portanto, foram disponibilizados nos sistemas com braquiária, consórcio, milho e milho cerca de 31, 44, 73 e 20 kg ha^{-1} , respectivamente, conseqüentemente reduzindo 70, 71, 87 e 66 %. Maiores valores de disponibilização de Mg para o milho, foram encontrados por Costa et al. (2016), onde está cultura foi considerada a que mais acumulou e disponibilizou para o solo em relação ao *Panicum* e a *Brachiaria*.

Essa menor velocidade pode ser caracterizada em função da maior parte do Mg, precisamente 70% atuar no vacúolo, sendo liberada rapidamente, já que esta quantidade não compõe constituintes celulares. Os 30% restantes é liberado gradualmente, pois faz parte de compostos estruturais das plantas, como exemplo a clorofila (MARSCHNER, 2012).

O S teve comportamento bastante semelhante em acúmulo e velocidade de liberação entre os sistemas comparados, exceto no sistema com a braquiária que apresentou menor valor inicial e conseqüente menor disponibilização (Figura 4C). Para cada sistema, os teores disponibilizados variaram entre 90 a 100 kg ha^{-1} , onde apenas para a braquiária a disponibilização ocorreu no total de 45 kg ha^{-1} . Todas as velocidades de liberações foram bem próximas para todos os sistemas, variando de 89 a 96 % de disponibilização até o final das avaliações.

O $t_{1/2}$ no sistema com a braquiária e o consórcio foi de 67 dias, em relação ao milho e ao milho o $t_{1/2}$, correspondeu a 48 e 52 dias, respectivamente. Os valores encontrados estão em consonância aos encontrados por Santos et al. (2014), e são expressivamente maiores aos encontrados por Torres et al. (2008), que encontraram um valor de $t_{1/2}$ para este nutriente de 18 dias.

4.2 Teor foliar de macronutrientes, componentes produtivos da cultura da soja em diferentes sistemas de sucessão e doses de P

Na tabela 3, estão apresentados os valores de macronutrientes de folhas de soja analisados na plena floração da cultura. Não houve interação significativa para nenhuma das variáveis analisadas, bem como não houve diferença em nenhum dos fatores. É importante ressaltar que os teores de macronutrientes estavam em quantidades consideradas adequadas de acordo com as recomendações de Sousa et al. (2004). Estes resultados podem estar relacionados ao fato de ser o primeiro ano dos tratamentos, e, portanto, os reflexos das plantas antecessoras a cultura da soja, bem como a redução das doses de P empregadas, ainda não são observados, podendo ser considerado estratégias a longo prazo.

Resultados semelhantes para adubação fosfatada também foi constatado por Gonçalves et al. (2010), que ao verificarem os teores foliares de macronutrientes de folhas de soja, também não constataram diferenças significativas ao comparar esses teores sob diferentes doses de P e K no primeiro ano de execução do experimento.

Porém, para Barbosa et al. (2011), ao compararem o desenvolvimento da soja em sucessão a diferentes culturas de cobertura comumente estudadas (Sorgo, Milheto, Braquiária e Crotalária), foram encontradas diferenças significativas entre os teores foliares de N, Mg e S. Os maiores teores de N foram definidos para sistemas que apresentavam a braquiária e o sorgo antecedendo a soja. Para o Mg, a palhada de milho favoreceu os maiores resultados, já para o S, a cobertura exercida pela braquiária e milho apresentaram maiores valores.

Tabela 3. Análise de variância dos teores de macronutrientes remanescentes em folhas de soja (N, P, K, Ca, Mg e S) em função das doses de P e influência dos diferentes sistemas de produção. Jataí, GO, 2018.

Variável	N	P	K	Ca	Mg	S
$F_{\text{calculado}}$						
Sistemas (S)	0,675 ^{ns}	1,495 ^{ns}	2,92 ^{ns}	0,576 ^{ns}	2,853 ^{ns}	0,413 ^{ns}
Doses P (P)	0,507 ^{ns}	0,453 ^{ns}	1,837 ^{ns}	0,624 ^{ns}	0,051 ^{ns}	0,009 ^{ns}
S x P	2,189 ^{ns}	1,225 ^{ns}	0,969 ^{ns}	0,446 ^{ns}	0,451 ^{ns}	0,657 ^{ns}
CV _{sistemas} %	10,94	12,06	10,71	17,83	13,95	22,77
CV _{doses P} %	6,56	10,13	16,66	21,00	17,46	25,07
Sistemas	-----(g kg^{-1})-----					
Milheto	49,35	3,64	18,29	9,18	4,32	2,00
Braquiária	51,66	3,71	20,05	9,97	4,79	1,91
Milho	48,08	3,33	17,32	9,19	3,97	2,13
M+B	50,07	3,68	18,71	9,04	4,25	2,09
Doses de P						
50 %	49,42	3,51	17,89	9,84	2,87	2,02
75 %	50,56	3,65	19,99	8,97	2,77	2,05
100%	49,38	3,60	17,90	9,22	2,72	2,03

** e ns: significativo a 1% de probabilidade e não significativo pelo teste F.

Os sistemas e as doses de P empregadas não apresentaram interação significativa para nenhuma das variáveis analisadas (Tabela 4). Para a população de plantas e a altura de inserção da primeira vagem também não foram constatados efeitos isolados de nenhum dos tratamentos.

Garcia et al. (2014) também não constataram diferenças significativas na população de plantas ao avaliar a influência de palhadas compostas por milho em consórcio com *Urochloa* e *Panicum*. A presença ou ausência de formação de palhada no solo, de maneira geral, parecem não influenciarem para essa característica. Nesse sentido Correia et al. (2011) constataram que, ao comparar a população de plantas de soja em parcelas com cobertura vegetal (formada por *Panicum maximum*) e sem cobertura vegetal, não obtiveram diferenças

Para a matéria seca de soja (MS), avaliada em plena floração desta cultura, o sistema com o milho como cultura antecessora apresentou as maiores médias para produção de fitomassa, seguido por braquiária, milho e consórcio (Tabela 3). Esses valores são reflexo de um melhor estabelecimento e desenvolvimento das plantas, observado tanto para maiores valores de altura de plantas assim como para diâmetro de haste.

Tabela 4. Análise de variância e médias das variáveis população de plantas (POP), altura de inserção da primeira vagem (AIV), altura de plantas (AP), diâmetro de haste (DH) e massa de matéria seca (MS) em função dos sistemas de produção e doses de fósforo no município de Jataí-GO, 2018.

Tratamentos	POP	AIV	AP	DH	MS
	F _{calculado}				
Sistemas (S)	0,808 ^{ns}	2,425 ^{ns}	5,342 ^{**}	12,736 ^{**}	7,092 ^{**}
Doses P (P)	1,305 ^{ns}	0,752 ^{ns}	0,714 ^{ns}	0,190 ^{ns}	0,589 ^{ns}
S x P	0,448 ^{ns}	1,118 ^{ns}	0,291 ^{ns}	1,626 ^{ns}	0,684 ^{ns}
CV _{sistemas} %	8,37	12,05	9,66	6,35	16,87
CV _{doses P} %	6,41	8,71	7,94	11,36	14,20
Sistemas	n°	-----cm-----	mm	kg ha ⁻¹	
Milheto	325185	12,3	65,1 ab	5,9 b	3262 a
Braquiária	315740	13,2	67,9 a	6,8 a	2835 ab
Milho	332870	11,7	59,2 c	5,9 b	2656 b
M+B	326389	11,9	60,3 bc	6,1 b	2403 b
Doses de P					
50 %	330208	12,1	64,2	6,3	2871
75 %	326389	12,1	62,1	6,2	2774
100%	318542	12,5	63,1	6,1	2722

** e ns: significativo a 1% de probabilidade e não significativo pelo teste F.

Na avaliação dos componentes biométricos da soja, dentre eles, altura de plantas e diâmetro de colmo, observa-se que no sistema em que se utilizou a braquiária solteira, a soja teve maior altura de plantas e diâmetro de colmo em relação ao sistema de sucessão após o milho solteiro e o milho + braquiária (Tabela 4). Já no

sistema com palhada de milho a altura de plantas foi semelhante a braquiária e superior aos dois sistemas que tem a presença milho. Estes resultados podem ter ocorrido devido ao aumento da fertilidade do solo em função da maior ciclagem de nutrientes, principalmente o nitrogênio (Figura 3A), que atua diretamente nos processos de divisão celular das plantas, além de que nos sistemas onde há a inclusão do milho há uma grande extração e exportação de nutrientes pelos grãos (Figura 3 e 4).

Quanto aos componentes produtivos, o número de grãos por vagem (NGV) e o número de vagens por planta (NVP) não foram influenciados pelos sistemas (Tabela 5). O NGV é um fator no qual é fortemente influenciado pela genética da planta, sendo pouco alterado por estes fatores, corroborando os resultados encontrados por Garcia et al. (2014) ao comparar o desempenho da soja sobre diferentes forrageiras do gênero *Urochloa* e *Panicum*. Porém, para a variável NVP, foram constatadas diferenças entre os sistemas pelos mesmos autores, onde o número foi superior no sistema com a braquiária solteira, produzindo cerca de 6,2, 5,7 e 3,9 vagens a mais em relação ao sistema com milho, milho + braquiária e milho, respectivamente.

Tabela 5. Análise de variância e médias das variáveis número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), massa de 400 grãos (M100) e produtividade de grãos (PROD) em função dos sistemas de produção e doses de fósforo, no município de Jataí-GO, 2018.

Tratamentos	NVP	NGV	M100	PROD
	F calculado			
Sistemas (S)	2,221 ^{ns}	1,586 ^{ns}	5,633 ^{**}	6,676 ^{**}
Doses P (P)	0,931 ^{ns}	0,531 ^{ns}	0,179 ^{ns}	9,777 ^{**}
S x P	0,707 ^{ns}	0,889 ^{ns}	0,248 ^{ns}	1,212 ^{ns}
CV _{sistemas} %	19,34	3,38	3,65	13,99
CV _{doses P} %	16,89	3,32	3,91	10,08
Sistemas	-----nº-----		g	kg ha⁻¹
Milheto	33,7 ab	2,47 a	19,6 a	3291,1 a
Braquiária	37,6 a	2,41 a	19,4 a	3458,5 a
Milho	31,4 b	2,43 a	18,5 b	2827,9 b

M+B	31,9 ab	2,4 a	19,2 a	3195,3 a
Doses de P				
50 %	35,1	2,41	19,1	3092 b
75 %	33,4	2,42	19,1	3106 b
100%	32,4	2,44	19,2	3381,6 a

** e ns: significativo a 1% de probabilidade e não significativo pelo teste F.

A massa de 100 grãos de soja foi menor no sistema antecedido pelo milho, cerca de 0,9, 0,7 e 1,1 g menor comparado aos sistemas antecidos pela braquiária, milho + braquiária e milheto (Tabela 5). Resultados contrastantes foram observados por Torres et al. (2014) ao comparar o desenvolvimento da soja sob restos culturais de milheto, braquiária, crotalaria e feijão-de-porco, onde não observaram efeito significativo para a massa de 100 grãos de soja. Os resultados do presente trabalho podem estar atribuídos a maior exportação de nutrientes pelos grãos de milho, conseqüentemente, restaram uma menor quantidade de nutrientes na palhada do milho (Figura 3 e 4), além de ser um material mais lignificado de difícil decomposição (Figura 2).

Como reflexo dos efeitos observados nos componentes produtivos, o sistema milho/soja apresentou a menor produtividade de grãos de soja comparativamente aos demais (Tabela 5).

Crusciol et al. (2015) após comparar componentes produtivos e concentrações de macronutrientes nas folhas da cultura da soja, conduzida após dois sistemas de produção, milho solteiro e milho consorciado com braquiária, notou que o rendimento em grãos foi 14% maior e que teores de N, P, K, Ca, Mg e S foram maiores após o consórcio. Além disso, neste mesmo trabalho, os autores verificaram que após dois anos de integração lavoura-pecuária, houve um aumento significativo na matéria orgânica e na capacidade de troca de cátions no solo (CTC). Dessa forma, as maiores produtividades da soja após os sistemas com culturas de cobertura, podem estar relacionados principalmente a maior capacidade de busca de nutrientes em profundidade, devido ao sistema radicular mais agressivo, e ao maior acúmulo de matéria orgânica que proporciona uma maior CTC, agregação e formação de macro e microporosidade, atividade microbiana e infiltração de água no solo.

Quanto a adubação fosfatada, não foram observados efeitos significativos em nenhum dos parâmetros biométricos analisados, bem como, para os componentes produtivos da cultura da soja (Tabelas 4 e 5). Cabe ressaltar que, os teores de fósforo no início do experimento eram adequados (Tabela 1), portanto a dose recomendada de 100% leva em consideração apenas o que a cultura irá exportar, podendo esta exportação ao longo das safras alterar os teores de fósforo no solo, ao ponto que este desequilíbrio possa afetar estas variáveis.

Outro fator que deve ser levado em consideração é que, mesmo o fósforo sendo exigido durante todo o ciclo da cultura, grande parte de sua absorção ocorre após o florescimento (estádio R1), onde 60% do total é absorvido (REZENDE et al., 2005). Portanto, como os componentes biométricos e produtivos são determinados antes do florescimento, é provável que este tenha pouca influência na definição destes quando os teores no solo são adequados. Reforçando esta hipótese, Alcântara Neto et al. (2010) trabalhando em um Latossolo Amarelo no Cerrado piauiense com teores de fósforo muito baixos, observaram que adubação fosfatada até a dose de 95 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ na linha de plantio da soja aumentou a altura de plantas.

Apesar de não ter sido observado efeito significativo nos componentes produtivos a produtividade de grãos foi alterada pelas doses de fósforo, sendo a maior produtividade obtida na dose recomendada de 100% (Tabela 5). Estes resultados estão de acordo com a afirmação de que a resposta da cultura da soja à utilização do P via solo é bem definida, sendo esse nutriente considerado de extrema importância durante todo desenvolvimento desta cultura, pois é responsável por grande parte das respostas significativas nos melhores rendimentos desta, gerando, logicamente seu uso em maiores rendimentos produtivos (ARAÚJO et al., 2005; MALAVOLTA, 2006; VENTIMIGLIA et al., 1999).

Vale ressaltar que, o efeito benéfico das plantas de cobertura nos diferentes sistemas de produção geralmente é observado no longo prazo, e provavelmente nas próximas safras já seja possível observar interação significativa entre os sistemas de produção e as doses estudadas. Portanto, no momento da implantação dos diversos sistemas de produção não é prudente reduzir as doses de fósforo, visto a possibilidade de redução na produtividade de grãos de soja.

5. CONCLUSÃO

O milheto em segunda safra apresentou os maiores valores de biomassa produzidos, bem como maior porcentagem de redução.

Na implantação dos sistemas de produção não houve interação entre as culturas de segunda safra com a adubação fosfatada.

As menores taxas e quantidades de liberação de N, P, K, Ca, Mg e S foram encontrados nos restos culturais do milho, que refletiu no menor número de vagens por planta, massa de grãos e na produtividade de grãos.

Na dose recomendada de fósforo foi obtida a maior produtividade de grãos de soja.

6. REFERENCIAS

- ALCÂNTARA NETO, F.; GRAVINA, G. A.; SOUZA, N. O. S.; BEZERRA, A. A. C. Adubação fosfatada na cultura da soja na microrregião do Alto Médio Gurguéia. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 41, n. 2, p. 266-271, 2010.
- ALMEIDA, D. S.; ROSOLEM, C. A. Ruzigrass grown in rotation with soybean increases soil labile phosphorus *Agronomy Journal*, v. 108, n. 6, p. 1-5, 2016.
- ALVARENGA, R. C.; LARA CABEZAS, W. A.; CRUZ, J. C.; SANTANA, D. P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, v. 22, n. 208, p. 25-36, 2001.
- AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 26, p. 241-248, 2002.
- ANDRADE, A. C.; FONSECA, D. M.; QUEIROZ, D. S.; SALGADO, L. T.; CECON, P. R. Adubação nitrogenada e potássica em capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Napier). **Revista Ciência Agrotecnologia**, Edição Especial, p.1643-1651, 2003.
- ARAÚJO, W. F.; SAMPAIO, R. A.; MEDEIROS, R. D. Resposta de cultivares de soja à adubação fosfatada. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 36, n. 2, p. 129-134, 2005.
- BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MORAES, A.; MARTÍNEZ, G. B.; ALVARENGA, R. C.; KICHEL, A. N.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FRANCHINI, J. C.; GALERANI, P. C. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n.10, p. 1-12, 2011.
- BALBINOT JUNIOR, A. A.; MORAES, A. de; VEIGA, M. da; PELISSARI, A.; DIECKOW, J. Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. **Ciência Rural**, v. 39, p. 1925-1933, 2009.
- BARBOSA, C.E.M. Plantas de cobertura em região de inverno seco para semeadura direta de soja. **Científica, Jaboticabal**, v.39, n.1/2, p.52-64, 2011.
- BARDUCCI, R. S.; COSTA, C.; CRUSCIOL, C. A. C.; BORGHI, E.; PUTAROV, T. C.; SARTI, L. M. N. Produção de *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum* com milho e adubação nitrogenada. **Archivos de Zootecnia**, v. 58, n. 222, p. 211-222, 2009.
- BERG, B. Litter decomposition and organic matter turnover in northern forest soils. **Forest Ecology & Management**. v. 133, p.13-22, 2000.
- BERNARDES, T. G.; SILVEIRA, P. M.; MESQUITA, M. A. M.; AGUIAR, R. A.; MESQUITA G. M. Decomposição da biomassa e liberação de nutrientes dos capins braquiária e mombaça, em condições de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, n. 3, p. 370-377, 2010.

BOER, C. A.; ASSIS, R. L. de; SILVA, G. P.; BRAZ, A. J. B. P.; BARROSO, A. L. de L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; PIRES, F. R. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.1269-1276, 2007.

BOER, C. A.; ASSIS, R. L.; SILVA, G. P.; BRAZ, A. J. B. P.; BARROSO, A. L. de L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; PIRES, F. R. Biomassa, decomposição e cobertura do solo ocasionada por resíduos culturais de três espécies vegetais na região Centro-Oeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 843-851, 2008.

BRAMBILLA, J. A.; LANGE, A.; BUCHELT, A. C.; MASSAROTO, J. A. Produtividade de milho safrinha no sistema de integração lavoura-pecuária, na região de Sorriso, Mato-Grosso. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.8, n.3, p. 263-274, 2009.

BRAZ, A. J. B. P.; SILVEIRA, P. M.; KLIEMANN, H. J.; ZIMMERMANN, F. J. P. Acumulação de nutrientes em folhas de milheto e dos capins braquiária e mombaça. **Revista Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.34, p.83-87, 2004.

CALONEGO, J. C.; GIL, F. C.; ROCCO, V. F.; SANTOS, E. A. dos. Persistência e liberação de nutrientes da palha de milho, braquiária e labe-labe. *Bioscience Journal*, v.28, [S.N], p.770-781, 2012.

CALONEGO, J.; ROSOLEM, C. A. Phosphorus and potassium balance in a corn-soybean rotation under no-till and chiseling. **Nutrient Cycling Agroecosystems**, v. 96, n.1, p.123-31, 2013.

CÂMARA, G. M. S. **Produção de Cana, Mandioca e Soja** - Introdução ao agronegócio soja. São Paulo: USP/ESALQ – Departamento de Produção Vegetal, 2016, 31 p.

CAMPOS, L. P.; LEITE, L. F. C.; MACIEL, G. A.; IWATA, B. F.; NÓBREGA, J. C. A. Atributos químicos de um Latossolo Amarelo sob diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 1681-1689, 2011.

CARVALHO, F.T. **Sistema de interpretação de análise de solo para recomendação de corretivos e fertilizantes para a cultura do milho**. 2000. 93 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Agronomia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2000.

CORREIA, N. M.; LEITE, M. B.; DANIEL, B. Efeito do consórcio de milho com *Panicum maximum* na comunidade infestante e na cultura da soja em rotação. **Revista Planta Daninha**, v. 29, n. 3, p. 545-555, 2011.

COSTA, C. H. M.; CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P.; FERRARI NETO, J. Persistência e liberação de macronutrientes e silício da fitomassa de crotalária em função da fragmentação. **Bioscience Journal**, v.28, n.3, p. 384-394, 2012.

COSTA, C. H. M.; CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P.; FERRARI NETO, J. Taxas de decomposição e liberação de nutrientes da fitomassa de milho, capim colômbio e capim-braquiária. **Bioscience Journal**, v. 32, n. 5, p. 1191-1203, 2016.

COSTA, N. R. **Desempenho técnico e econômico da produção de milho e sorgo para silagem e soja em sucessão em sistema irrigado de integração lavoura-pecuária no Cerrado**. 2014. 226 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2014.

CRUSCIOL, C. A. C.; BORGHI, E. Consórcio de milho com braquiária: produção de forragem e palhada para o plantio direto. **Revista Plantio Direto**, v. 1, n. 100, p. 1-6, 2007.

CRUSCIOL, C. A. C.; FERRARI NETO, J.; SORATTO, R. P.; COSTA, C. H. M. Cycling of nutrients and silicon in pigeonpea and pearl millet monoculture and intercropping. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.37, n.1, p.1628-1640, 2013.

CRUSCIOL, C. A. C.; MORO, E.; LIMA, E. do V.; ANDREOTTI, M. Taxas de decomposição e de liberação de macronutrientes da palhada de aveia preta em plantio direto. **Bragantia**, v. 67, p. 481-489, 2008.

CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P. Nitrogen supply for cover crops and effects on peanut grown in succession under a no-till system. **Agronomy Journal**, v.101, p.40-46, 2009.

CRUSCIOL, C.A.C.; NASCENTE, A.S.; BORGHI, E.; SORATTO, R.P.; MARTINS, P.O. Improving soil fertility and crop yield in a tropical region with palisadegrass cover crops. **Agronomy Journal**, v.107, n. 6, p. 2271-2280, 2015.

CRUSCIOL, C.A.C.; SORATTO, R.P. Nutrição e produtividade do amendoim em sucessão ao cultivo de plantas de cobertura no sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 11, p. 1553-1560, 2007.

CRUSCIOL, C.A.C.; SORATTO, R.P. Nitrogen supply for cover crops and effects on peanut grown in succession under a no-till system. **Agronomy Journal**, v.101, n.1, p.41-46, 2009.

DAROLT, M.R. Princípios para implantação e manutenção do sistema. In: DAROLT, M.R. (1. Ed.). **Plantio direto: pequena propriedade sustentável**. Londrina: IAPAR, 1998. p.16-45.

DUDA, G. P.; GUERRA, J. G. M.; MONTEIRO, M. T.; DE-POLLI, H.; TEIXEIRA, M. G. Perennial herbaceous legumes as live soil mulches and their effects on C, N and P of the microbial biomass. **Scientia Agricola**, v.60, n.1, p.139-147, 2003.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. Ed. – Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006. 306 p.

FERRARI NETO, J.; CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P.; COSTA, C. H. M. Consórcio de guandu-anão com milho: persistência e liberação de macronutrientes e silício da fitomassa. **Bragantia**, v.71, n.2, p. 264-272, 2012.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v.6, [s.n], p.36-41, 2011.

FOLONI, J. S. S.; TIRITAN, C. S.; CALONEGO, J. C.; ALVES JUNIOR, J. Aplicação de fosfato natural e reciclagem de fósforo por milho, braquiária, milho e soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 3, p. 1147-1155, 2008.

FRANCHINI, J. C.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; DEBIASI, H.; CONTE, O. Soybean performance as affected by desiccation time of *Urochloa ruziziensis* and grazing pressures. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 45, p. 999-1005, 2014.

GARCIA, M. P.; ANDREOTTI, M.; TEIXEIRA FILHO, M. C. MINHOTO.; LOPES, K. S. M.; BUZETTI, S. Decomposição da palhada de forrageiras em função da adubação nitrogenada após o consórcio com milho e produtividade da soja em sucessão. **Revista Bragantia**, v. 73, n. 2, p. 143-152, 2014.

GONÇALVES JÚNIOR, A. C. Produtividade e componentes de produção da soja adubada com diferentes doses de fósforo, potássio e zinco. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 34, n. 3, p. 660-666, maio/jun., 2010.

GUIMARES, F. S.; REZENDE, P. M.; CASTRO, E. M.; CARVALHO, E. A.; ANDRADE, M. J. B.; CARVALHO, E. R. Cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] para cultivo de verão na região de Lavras-MG. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 4, p. 1099-1106, 2008.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Agricultura e Pecuária**. 2016. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria.html>>. Acesso em : 25 out. 2018.

JANEGITZ, M. C.; INOUE, B. S.; ROSOLEM, C. A. Formas de fósforo no solo após o cultivo de braquiária e tremoço branco. **Ciência Rural**, v. 43, p.1381-1386, 2013.

KLIEMANN, H. J.; BRAZ, A. J. P. B.; SILVEIRA, P. M. Taxas de decomposição de resíduos de espécies de cobertura em Latossolo Vermelho Distroférrico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 36, n. 1, p. 21-28, 2006.

KLUTHCOUSKI, J.; OLIVEIRA, P. Benefícios da ILP para a pecuária e desafios no cultivo de grandes culturas em sistemas ILPF no Cerrado com uso de plantio direto na palha. In: SANTOS, L. F. T.; MENDES, L. R.; DUARTE, E. R.; GLÓRIA, J. R.; ANDRADE, J. M.; CARVALHO, L. R.; SALES, N. L. P., eds. **Integração lavoura-pecuária-floresta: Potencialidades e técnicas de produção**. Montes Claros, Instituto de Ciências Agrárias da UFMG, p.21-35, 2012.

LEITE, L.F.C.; FREITAS, R. de C.A.; SAGRILO, S.; GALVÃO, S.R. da S. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos vegetais depositados sobre

Latossolo Amarelo no Cerrado Maranhense. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, n. 1, p.29-35, 2010.

LIPMANN, G. E. A. P.; CLARCK, F. E. Clark, Soil Microbiology and Biochemistry. **Journal Of Basic Microbiology**, v. 30, n. 6, p.462-462, 1990.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. **Solos sob cerrado: manejo da fertilidade para a produção agropecuária**. São Paulo: ANDA, Boletim Técnico, 1992, 49p.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.133-146, 2009.

MACHADO, L. A. Z.; ASSIS, P. G. G. de. Produção de palha e forragem por espécies anuais e perenes em sucessão à soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p.415-422, 2010.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. (1. Ed.). São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.

MALAVOLTA, E; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas. Princípios e aplicações**. 2 Ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997, 319p.

MALLARINO, A. P.; BORGES, R. Phosphorus and potassium distribution in soil following long-term deep-band fertilization in different tillage systems. **Soil Science Society of America Journal**, v. 70, n. 2, p. 702-707, 2006.

MARCANTE, N. C.; CAMACHO, M. A. E PAREDES, F. P. J. Teores de nutrientes no milho como cobertura do solo. **Bioscience Journal**, vol. 27, n. 2, p. 196-204, 2011.

MARCELO, A. V.; CORÁ, J. E.; FERNANDES, C. Sequências de culturas em sistema de semeadura direta. II. Decomposição e liberação de nutrientes na entressafra. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, p. 1568-1582, 2012.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. (3. Ed). London: Elsevier, 2012. 643p.

MARTHA JUNIOR, G. B.; ALVES, E.; CONTINI, E. Dimensão econômica de sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 46, n. 10, p. 1117-1126, 2011.

MERLIN, A.; HE, Z. L.; ROSOLEM, C. A. Ruzigrass affecting soil phosphorus availability. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 12, p.1582-1587, 2013.

NANAMORI, M.; SHINAMO, T.; WASAKI, J.; YAMAMURA, T.; RAO, I. M.; OSAKI, M. Low phosphorus tolerance mechanisms: phosphorus recycling and photosynthate partitioning in the tropical forage grass, brachiaria hybrid cultivar mulato compared with rice. **Plant & Cell Physiology**, v. 45, n. 4, p. 460-469, 2004.

OLIVEIRA, T. K.; CARVALHO, G. J.; FURTINI NETO, A. N.; LIMA, P. C.; MORAES, R. N. S. Atributos químicos do solo sob diferentes plantas de cobertura na implantação do sistema plantio direto. **Revista Agricultura Tropical**, v. 8, n. 1, p. 57-71, 2005.

PACHECO, L. P.; PIRES, F. R.; MONTEIRO, F. P.; PROCÓPIO, S. de O.; ASSIS, R. L. de; CARMO, M. L. do; PETTER, F. A. Desempenho de plantas de cobertura em sobresseadura na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.815-823, 2008.

PACHECO, L. P.; BARBOSA, J. M.; LEANDRO, W. M.; MACHADO, P. L. O. A.; ASSIS, R. L.; MADARI, B. E.; PETTER, F. A. Produção e ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura nas culturas de arroz de terras altas e de soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 1787-1799, 2011a.

PACHECO, L. P.; LEANDRO, W. M.; MACHADO, P. L. O. A.; ASSIS, R. L. de; COBUCCI, T.; MADARI, B. E.; PETTER, F. A. A produção de fitomassa e acúmulo e liberação de nutrientes por planta de cobertura na safrinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 17-25, 2011b.

PAVINATO, P. S.; MERLIN, A.; ROSOLEM, C. A. Phosphorus fractions in Brazilian Cerrado soils as affected by tillage. **Soil and Tillage Research**, v. 105, n.1, p.149-55, 2009.

PEREIRA, F. C. B. L.; MENDONÇA, V. Z.; MELLO, L. M. M.; HOLANDA, H. V.; YANO, E. H. Consorciação de forrageiras com milho outonal em plantio direto: produção de grãos e palha. **Cultura Agrônômica**, v. 24, n. 1, p. 17-26, 2015.

RAMOS, S. J.; FAQUIN, V.; RODRIGUES, C. R.; SILVA, C. A.; ÁVILA, F. W.; SAMPAIO, R. A. Utilização de fósforo e produção de feijoeiro: influência de gramíneas forrageiras e fontes de fósforo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 1, p. 89-96, 2010.

REZENDE, P. M.; GRIS, C. F.; CARVALHO, J. G.; GOMES, L. L.; BOTTINO, L. Adubação foliar. I. Épocas de aplicação de fósforo na cultura da soja. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 6, p. 1105-1111, 2005.

ROSA, S. R. A.; CASTRO, T. A. P.; OLIVEIRA, I. P. de. Análise de crescimento em braquiária nos sistemas de plantio solteiro e consórcio com leguminosas. **Ciência Animal Brasileira**, v.5, n.1, p. 9–17, 2004.

ROSA, S. R. A.; CASTRO, T. A. P.; OLIVEIRA, I. P. de. Análise de crescimento em capim-tanzânia nos sistemas de plantio solteiro e consórcio com leguminosas. **Ciência Animal Brasileira**, v.8, n.2, p. 251–260, 2007.

ROSOLEM, C. A.; CALONEGO, J. C.; FOLONI, J. S. S. Lixiviação de potássio da palhada de espécies de cobertura de solo de acordo com a quantidade de chuva aplicada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, n.2, p.355-362, 2003

ROSOLEM, C. A.; MERLIN, A.; BULL, J. C. L. Soil phosphorus dynamics as affected by congo grass and P fertilizer. **Scientia Agricola**, v. 71, p.309-315, 2014.

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

SÁ, J. C. M.; TIVET, F.; LAL, R.; BRIEDIS, C.; HARTMAN, D. C.; SANTOS, J. Z.; SANTOS, J. B. Long-term tillage systems impacts on soil C dynamics, soil resilience and agronomic productivity of a Brazilian Oxisol. **Soil & Tillage Research**, v. 136, p. 38–50, 2014.

SANTOS, F. C.; ALBUQUERQUE FILHO, M. R.; VILELA, L.; FERREIRA, G. B.; CARVALHO, M. C. S.; VIANA, J. H. M. Decomposição e liberação de macronutrientes da palhada de milho e braquiária, sob integração lavoura-pecuária no Cerrado Baiano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 6, p. 1855-1861, 2014.

SANTOS, F. C.; NEVES, J. C. L.; NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V. V. H.; SEDIYAMA, C. S. Modelagem da recomendação de corretivos e fertilizantes para a cultura da soja. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 32, p. 1661-1674, 2008.

SIQUEIRA NETO, M.; PICCOLO, M. C.; SCOPEL, E.; COSTA JUNIOR, C.; CERRI, C. C.; BERNOUX, M. Carbono total e atributos químicos com diferentes usos do solo no Cerrado. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 31, n. 4, p. 709-717, 2009.

SORATTO, R. P. **Resposta do feijoeiro ao preparo do solo, manejo da água e parcelamento da adubação nitrogenada**. 2002. 72 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Agronomia, Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2002.

SORATTO, R. P.; CRUSCIOL, C. A. C. Nutrição e produtividade de grãos da aveia-preta em função da aplicação de calcário e gesso em superfície na implantação do sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.715-725, 2008a.

SORATTO, R. P.; CRUSCIOL, C. A. C. Produção de fitomassa e acúmulo de nutrientes pela aveia-preta em função da aplicação de calcário e gesso em superfície na implantação do sistema plantio direto. **Ciência Rural**, v. 38, p. 928-935, 2008b.

SORATTO, R. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; COSTA, C. H. M.; FERRARI NETO, J.; CASTRO, G. S. A. Produção, decomposição e ciclagem de nutrientes em resíduos de crotalária e milho, cultivados solteiros e consorciados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 10, p. 1462-1470, 2012.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E.; REIN, T. A. Adubação com fósforo. In: SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. (2 Ed.). Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 147-168.

SOUSA, D. M. G. de; NUNES, R. S.; REIN, T. A.; SANTOS JUNIOR, J. D. G. dos. Manejo do fósforo na região do Cerrado. In: FLORES, R. A.; CUNHA, P. P. da (Ed.). **Práticas de manejo do solo para adequada nutrição de plantas no Cerrado**. Goiânia: UFG, p. 291-358, 2016.

THOMAS, R.J.; ASAKAWA, N.M. Decomposition of leaf litter from tropical forage grasses and legumes. **Soil Biology and Biochemistry**, v.25, n.10 p.1351-1361, 1993.

TIMOSSI, P. C.; DURIGAN, J. C.; LEITE, G. J. Formação de palhada por braquiárias para adoção do sistema plantio direto. **Bragantia**, v. 66, p. 617-622, 2007.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; FABIAN, A. J. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 3, p. 421-428, 2008.

TORRES, J. L. R.; SILVA, M. G. S.; CUNHA, M. A.; VALLE, D. X. P.; PEREIRA, M. G. Produção de fitomassa e decomposição de resíduos culturais de plantas de coberturas no cultivo da soja em sucessão. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 3, p. 247-253, 2014.

VENTIMIGLIA, L. A.; COSTA, J. A.; THOMAS, A. L.; PIRES, J. L. F. Potencial de rendimento da soja em razão da disponibilidade de fósforo no solo e dos espaçamentos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n.2, p. 195-199, 1999.

VILAR, C. C.; COSTA, A. C. S.; HOEPERS, A.; SOUZA JUNIOR, I. G. Capacidade máxima de adsorção de fósforo relacionada a formas de ferro e alumínio em solos subtropicais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 1059-1068, 2010.

VILAR, C. C.; MOREIRA-VILAR, F. C. M. Comportamento do fósforo em solo e planta. Campo Digital: **Revista de Ciências Exatas e da Terra e Ciências Agrárias**, v. 8, n. 2, p. 37-44, 2013.

VILELA, L.; JUNIOR, G. B. M.; MACEDO, M. C. M.; MARCHAO, R. L.; GUIMARAES JUNIOR, R.; PULROLNIK, K.; MACIEL, G. A. Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1127-1138, 2011.

WISNIEWSKI, C.; HOLTZ, G. P. Decomposição da palhada com liberação de nitrogênio e fósforo numa rotação aveia-soja sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, [s.n], p. 1191-1197, 1997.