

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

“Doses de Nitrogênio em Coberturas Vegetais e Molibdênio
Foliar na Soja em Sucessão”

RENATO JAQUETO GOES

Orientador: Prof. Dr. Edson Lazarini

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

“Doses de Nitrogênio em Coberturas Vegetais e Molibdênio
Foliar na Soja em Sucessão”

RENATO JAQUETO GOES

Orientador: Prof. Dr. Edson Lazarini

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia -
UNESP – Campus de Ilha Solteira, para
obtenção do título de Doutor em Agronomia.
Especialidade: Sistemas de Produção

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

G598d Goes, Renato Jaqueto.
Doses de nitrogênio em coberturas vegetais e molibdênio foliar na soja em
sucessão / Renato Jaqueto Goes. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2016
77 f. : il.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia
de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Sistemas de Produção, 2016

Orientador: Edson Lazarini
Inclui bibliografia

1. Adubação molíbdica . 2. *Glycine max* Merrill. 3. *Pennisetum glaucum*. 4.
Palhada. 5. *Sorghum bicolor* L. Moench. 6. Sistema plantio direto.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: Doses de nitrogênio em coberturas vegetais e molibdênio foliar na soja em sucessão

AUTOR: RENATO JAQUETO GOES


ORIENTADOR: EDSON LAZARINI

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em AGRONOMIA, área: SISTEMAS DE PRODUÇÃO, pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. EDSON LAZARINI

Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira



Prof. Dr. SALATIER BUZETTI

Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia - Câmpus de Ilha Solteira



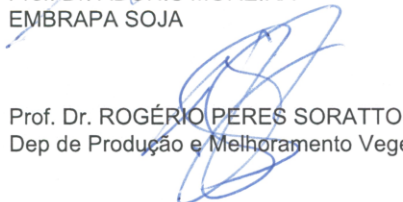
Prof. Dr. MARCO EUSTAQUIO DE SA

DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA, TECNOLOGIA DE ALIMENTOS E SOCIO-ECONOMIA / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira



Prof. Dr. ADONIS MOREIRA

EMBRAPA SOJA



Prof. Dr. ROGÉRIO PERES SORATTO

Dep de Produção e Melhoramento Vegetal / Faculdade de Ciências Agrômicas de Botucatu

Ilha Solteira, 01 de junho de 2016

DEDICATÓRIA

À minha família José Fernando Goes, Leonice Teresinha Jaqueto Goes e Nayara Jaqueto Goes pela constante torcida, incentivo e apoio em minhas decisões.

À minha namorada Marinete Benites Machado e família pelo carinho, amor e compreensão durante o período que estive em Ilha Soleira cursando o Mestrado e o Doutorado.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus, fonte de inspiração e luz que ilumina continuamente meu caminho, sempre me fortalecendo para superar as dificuldades e me fornecendo motivação no dia-a-dia.

Ao Prof. Dr. Edson Lazarini pela orientação, profissionalismo, competência, paciência, humildade, confiança e companheirismo, durante as avaliações e redação deste trabalho.

A Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Ilha Solteira, Curso de Pós Graduação em Agronomia, área de concentração em Sistema de Produção, pelo acolhimento e conhecimento oferecidos ao longo do curso.

Aos professores do Campus de Ilha Solteira pelos conhecimentos transmitidos ao longo do curso.

À banca do Exame Geral de Qualificação constituída pelos professores Marcelo Andreotti e Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho. Muito obrigado pelas sugestões feitas para a melhoria deste trabalho!

À banca da defesa de Doutorado composta pelos professores Adônis Moreira, Marco Eustáquio de Sá, Rogério Peres Soratto e Salatiér Buzetti. Muito obrigado por aceitarem participar deste importante momento da minha vida e pelos conhecimentos transmitidos durante a avaliação do trabalho.

A todos os colegas da graduação e da pós-graduação da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira.

Aos funcionários da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão, da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida durante o Doutorado.

O insucesso é apenas uma oportunidade para
recomeçar com mais inteligência.

Henry Ford

RESUMO

A escolha de espécies a serem utilizadas como coberturas vegetais cultivadas na entressafra para a formação de palhada exerce influência na sustentabilidade do sistema plantio direto (SPD). Com a decomposição, os nutrientes contidos na matéria seca (MS) são liberados e absorvidos pelas culturas em sucessão. O molibdênio (Mo) é um micronutriente que apresenta efeito tanto na enzima nitrogenase quanto na redutase do nitrato as quais são essenciais para a fixação biológica de nitrogênio (FBN). O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de doses de N em coberturas vegetais na soja com diferentes doses de Mo foliar, em sucessão, em região de Cerrado e sob SPD. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados no esquema fatorial 2 x 4 x 4 com três repetições. Os tratamentos utilizados foram: duas espécies de coberturas vegetais [sorgo – *Sorghum bicolor* L. Moench e milheto - *Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown], quatro doses de N (0, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹) que foram aplicadas nas coberturas vegetais e quatro doses de Mo aplicadas via foliar na soja em sucessão (0; 12,5; 25 e 50 g ha⁻¹). O cultivar utilizado foi o BRS Valiosa RR. Como fonte de N utilizou-se o nitrato de amônio (33% de N). Nas coberturas vegetais foi determinado a produtividade de MS, teor e acúmulo de N, P, K, Ca, Mg, S e Mo e a MS remanescente. Na cultura da soja realizaram-se as seguintes avaliações: teores foliares de N, P, K, Ca, Mg, S e Mo, estande, altura de inserção da primeira vagem, altura de planta, número de grãos por vagem, número de vagens por planta, número de grãos por planta, massa de 1000 grãos e produtividade. O milheto e o sorgo apresentaram acúmulo de MS semelhantes quando a semeadura ocorreu na primavera. Ambas as espécies utilizadas como coberturas vegetais apresentaram potencial para utilização em rotação/sucessão no SPD. A palhada de sorgo proporciona à cultura da soja maior estande e maior altura de plantas. A produtividade de grãos foi maior sobre a palhada de milheto. As doses de N aplicadas nas coberturas vegetais e as doses de Mo via foliar na soja não aumentam a produtividade desta oleaginosa cultivada em sucessão no SPD.

Palavras-chave: Adubação molíbdica. *Glycine max* Merrill. *Pennisetum glaucum*. Palhada. *Sorghum bicolor* L. Moench. Sistema plantio direto.

ABSTRACT

The choice of species to be used as cover plants cropped in no season to straw production exert influences in the sustainability of no tillage (SPD). With the decomposition, the nutrients contained in the dry matter (MS) are released and absorbed by crops in succession. The molybdenum (Mo) is a micronutrient that had so effect in nitrogenase enzyme as in the nitrate reductase those are essential to nitrogen biological fixation (FBN). The present work had as objective to evaluate the N rates effect on cover plants in the soybean with different Mo foliar rates, in succession, in Cerrado region and under SPD. The experimental design used was in randomized blocks in factorial scheme 2 x 4 x 4 with three replications. The treatments used were: two species of cover plants [sorghum – *Sorghum bicolor* L. Moench e millet - *Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown], four N rates (0, 40, 80 and 120 kg ha⁻¹) that were applied in cover plants and four Mo rates applied on the leaves in soybean in succession (0; 12,5; 25 and 50 g ha⁻¹). The cultivar used was the BRS Valiosa RR. As N source was used ammonium nitrate (33% of N). In the cover plants were determined the dry matter yield (MS), content and accumulation of N, P, K, Ca, Mg, S and Mo and MS remaining. At soybean were done the follow evaluations: leaf content of N, P, K, Ca, Mg, S and Mo, stand, first pod insertion, plants height, number of grains by pod, number of pods by plant, weight of 1000 grains and grains yield. The millet and sorghum showed similar MS accumulation when the sowing occurred in the spring. Both species used as cover plants showed potential to use in rotation/succession in the SPD. The sorghum straw concerns to soybean crop bigger stand and plants height. The grains yield was bigger under millet straw. The N rates applied on the cover plants and the foliar Mo rates in the soybean didn't increase the grains yield of this oleaginous cropped in succession in the SPD.

Keywords: Molybdic fertilization. [*Glycine max* (L.) Merrill]. *Pennisetum glaucum*. Straw. *Sorghum bicolor* L. Moench. No tillage.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1** - Valores de precipitação pluvial e temperatura do ar registrados durante a condução do experimento. Selvíria, MS, 2013/14. 25
- Figura 2** - Valores de precipitação pluvial e temperatura do ar registrados durante a condução do experimento. Selvíria, MS, 2014/15.....26

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Acúmulo e matéria seca remanescente (kg ha^{-1}) das coberturas vegetais sob efeito de doses de N. Selvíria, MS, 2013/14 e 2014/15.....33
- Tabela 2** - Desdobramento da interação coberturas vegetais x doses de N referente ao acúmulo de matéria seca (kg ha^{-1}). Selvíria, MS, 2013/14.....34
- Tabela 3** - Desdobramento da interação coberturas vegetais x doses de N referente à matéria seca remanescente (kg ha^{-1}) aos 31 DAE. Selvíria, MS, 2013/14.....34
- Tabela 4** - Desdobramento da interação coberturas vegetais x doses de N referente à matéria seca remanescente (kg ha^{-1}) aos 61 DAE. Selvíria, MS, 2013/14.....34
- Tabela 5** - Desdobramento da interação coberturas vegetais x doses de N referente à para matéria seca remanescente (kg ha^{-1}) aos 91 DAE. Selvíria, MS, 2013/14.....35
- Tabela 6** – Teores de N, P e K (g kg^{-1}) na matéria seca da parte aérea das coberturas vegetais sob efeito de doses de N. Selvíria, MS, 2013/14 e 2014/15.....37
- Tabela 7** – Desdobramento da interação coberturas vegetais x doses de N referente ao teor de nitrogênio (g kg^{-1}) na matéria seca da parte aérea. Selvíria, 2014/15.....37
- Tabela 8** – Teores de Ca, Mg e S (g kg^{-1}) e de Mo (mg kg^{-1}) na matéria seca da parte aérea das coberturas vegetais sob efeito de doses de N. Selvíria, MS, 2013/14 e 2014/15.....40
- Tabela 9** – Acúmulo de N, P e K (kg ha^{-1}) na matéria seca da parte aérea das coberturas vegetais sob efeito de doses de N. Selvíria, MS, 2013/14 e 2014/15.....42
- Tabela 10** – Desdobramento da interação coberturas vegetais x doses de N referente ao acúmulo de N (kg ha^{-1}) na matéria seca da parte aérea. Selvíria, MS, 2013/14.....42

Tabela 11 – Desdobramento da interação coberturas vegetais x doses de N referente ao acúmulo de P (kg ha^{-1}) na matéria seca da parte aérea. Selvíria, MS, 2013/14.....	43
Tabela 12 – Desdobramento da interação coberturas vegetais x doses de N referente ao acúmulo de K (kg ha^{-1}) na matéria seca da parte aérea. Selvíria, MS, 2013/14.....	43
Tabela 13 – Acúmulo de Ca, Mg e S (kg ha^{-1}) e de Mo (g ha^{-1}) na matéria seca da parte aérea das coberturas vegetais sob efeito de doses de N. Selvíria, MS, 2013/14 e 2014/15.....	45
Tabela 14 – Desdobramento da interação coberturas vegetais x doses de N referente ao acúmulo de Ca (kg ha^{-1}) na matéria seca da parte aérea. Selvíria, MS, 2013/14.....	45
Tabela 15 - Desdobramento da interação coberturas vegetais x doses de N referente ao acúmulo de Mg na matéria seca da parte aérea. Selvíria, MS, 2013/14.....	46
Tabela 16 – Desdobramento da interação coberturas vegetais x doses de N referente ao acúmulo de S na matéria seca da parte aérea. Selvíria, MS, 2013/14.....	46
Tabela 17 – Desdobramento da interação coberturas vegetais x doses de N referente ao acúmulo de Mo na matéria seca parte aérea. Selvíria, MS, 2013/14.....	46
Tabela 18 - Teores foliares de N, P e K (g kg^{-1}) na cultura da soja sob efeito de coberturas vegetais, doses de N e doses de Mo foliar. Selvíria, MS, 2013/14 e 2014/15....	49
Tabela 19 - Desdobramento da interação doses de N x doses de Mo foliar referente ao teor foliar de N. Selvíria, MS, 2013/14.....	50
Tabela 20 - Desdobramento da interação doses de N x doses de Mo foliar referente ao teor foliar de K. Selvíria, MS, 2014/15.....	50

Tabela 21 - Teores foliares de Ca, Mg e S (g kg^{-1}) e de Mo (mg kg^{-1}) na cultura da soja sob efeito de coberturas vegetais, doses de N e doses de Mo foliar. Selvíria, MS, 2013/14 e 2014/15.....	52
Tabela 22 - Desdobramento da interação coberturas vegetais x doses de N referente ao teor foliar de Ca. Selvíria, MS, 2013/14.....	53
Tabela 23 - Desdobramento da interação coberturas vegetais x doses de N referente ao teor foliar de Mg. Selvíria, MS, 2013/14.....	53
Tabela 24 - Desdobramento da interação doses de N x doses de Mo foliar referente ao teor foliar de S. Selvíria, MS, 2014/15.....	53
Tabela 25 – Estande (EST), altura de inserção da primeira vagem (AIV) e altura de planta (ALP) da cultura da soja sob efeito de coberturas vegetais, doses de N e doses de Mo foliar. Selvíria, MS, 2013/14 e 2014/15.....	56
Tabela 26 – Desdobramento da interação coberturas vegetais x doses de N referente à altura de inserção da primeira vagem. Selvíria, MS, 2014/15.....	57
Tabela 27 – Número de grãos por vagem e número de vagens por planta da cultura da soja sob efeito de coberturas vegetais, doses de N e doses de Mo foliar. Selvíria, MS, 2013/14 e 2014/15.....	58
Tabela 28 – Desdobramento da interação coberturas vegetais x doses de N referente ao número de vagens por planta. Selvíria, MS, 2013/14.....	59
Tabela 29 - Massa de 1000 grãos e produtividade da cultura da soja sob efeito de coberturas vegetais, doses de N e doses de Mo foliar. Selvíria, MS, 2013/14 e 2014/15.....	61
Tabela 30 – Desdobramento da interação coberturas vegetais x doses de N referente à massa de 1000 grãos. Selvíria, MS, 2013/14.....	62

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 Histórico e importância da soja	15
2.2 Milheto [(<i>Pennisetum glaucum</i> (L.) R. Brown)]	17
2.3 Sorgo (<i>Sorghum bicolor</i> L. Moench)	19
2.4 Sistema plantio direto no cerrado	21
2.5 Adubação molíbdica foliar	23
3 MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1 Local, clima e solo	25
3.2 Delineamento experimental e tratamentos utilizados	26
3.3 Preparo da área e condução do experimento	27
3.4 Variáveis analisadas	28
3.4.1 Coberturas vegetais	28
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1 Coberturas vegetais	31
4.1.1 Acúmulo e matéria seca remanescente	31
4.1.2 Teores de N, P e K na matéria seca da parte aérea	35
4.1.3 Teores de Ca, Mg, S e Mo na matéria seca da parte aérea	38
4.1.4 Acúmulo de N, P e K na matéria seca da parte aérea	40
4.1.5 Acúmulo de Ca, Mg, S e Mo na matéria seca da parte aérea	44
4.2 Cultura da soja	47
4.2.1 Teores foliares de N, P e K	47
4.2.2 Teores foliares de Ca, Mg, S e Mo	50
4.2.3 Estande, altura de inserção da primeira vagem e altura de planta	54
4.2.4 Número de grãos por vagem e número de vagens por planta	57
4.2.5 Massa de 1000 grãos e produtividade	59
5 CONCLUSÕES	63
REFERÊNCIAS	64

1 INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é uma cultura que apresenta múltiplos usos, como utilização para a fabricação de rações para animais, farinhas, farelos, consumo in natura e óleo. Conforme a Conab (2016) esta oleaginosa é a cultura que apresenta a maior área de cultivo no Brasil com um total de 33 milhões de hectares, seguida pelo milho 15,5 milhões de hectares (primeira + segunda safra). Em virtude da grande área cultivada a soja é semeada sob diversas condições edafoclimáticas as quais nem sempre atendem de maneira satisfatória as suas necessidades hídricas e nutricionais. Neste sentido, a adoção de culturas que produzam quantidade de palhada suficiente para que o solo permaneça coberto é de relevante importância para o sistema de produção desta espécie leguminosa.

O milho é uma espécie que apresenta grande potencial para ser utilizada em rotação ou sucessão à cultura da soja. Esta poácea possui sistema radicular profundo, rápido desenvolvimento, o que contribui para controle das plantas daninhas e boa capacidade de acúmulo de MS e nutrientes. Além desta poácea, também é possível inserir o sorgo em rotação com a soja. Esta cultura apresenta boa produção de biomassa e, da mesma maneira que o milho pode ser utilizado tanto para fins forrageiros como para a produção de grãos.

O sistema plantio direto (SPD) é uma tecnologia que utiliza como premissas a rotação de culturas, a manutenção permanente de palhada sobre a superfície do solo e o mínimo revolvimento do solo por ocasião da semeadura ou do plantio. Neste contexto, o uso de espécies que apresentam características como o milho e o sorgo melhoram as características físicas, químicas e biológicas do solo devido à redução da amplitude térmica e manutenção da umidade por mais tempo.

Além disso, o cultivo da soja em sistema plantio direto torna-se mais eficiente devido ao maior aproveitamento dos insumos e pela maior ciclagem de nutrientes. A soja possui a capacidade de realizar uma simbiose com bactérias do gênero *Bradyrhizobium* as quais fornecem N às plantas em troca substâncias exsudadas pelo sistema radicular. Esta simbiose é mais eficiente em sistema plantio direto devido aos benefícios que a palha proporciona ao solo devido à redução da temperatura do solo e ao fornecimento de elementos pela decomposição da matéria seca a qual fornece nutrientes que atuam de maneira direta e indireta nesta simbiose.

Portanto, coberturas vegetais de entressafra, com teores diferentes de N em sua matéria seca podem influenciar a cultura da soja em sucessão. O molibdênio tendo participação no metabolismo do nitrogênio na soja pode proporcionar aumento de produtividade quando

fornecido de forma foliar na soja semeada sobre diferentes palhadas. Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de doses de nitrogênio (N) em coberturas vegetais e o comportamento da soja com diferentes doses de molibdênio (Mo) foliar, em sucessão, em região de Cerrado e sob SPD.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Histórico e importância da soja

A soja tem sua origem na região central da China, com provável domesticação há 5000 anos na Manchúria, Região Nordeste do país. No ano 1100 a. C. esta espécie já estava disseminada em alguns países asiáticos e chegou ao Ocidente apenas no início do século XVI. A sua introdução no Brasil ocorreu em 1882 quando Gustavo D’Utra, então professor da “Eschola Agrícola da Bahia” do município de São Francisco do Conde no Recôncavo Baiano, realizou os primeiros estudos em materiais vindos dos EUA. Já entre 1900 e 1901 o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) promoveu a primeira distribuição de sementes para agricultores interessados em conhecer o comportamento da planta (UNFRIED ; BRAGA, 2011).

A soja adapta-se melhor às regiões onde as temperaturas oscilam entre 20° C e 30° C, sendo ideal para seu desenvolvimento em torno de 30° C. A faixa de temperatura do solo, adequada para a semeadura, varia entre 20° C a 30° C, sendo 25° C a temperatura ideal para uma emergência rápida e uniforme. As regiões com temperaturas menores ou iguais a 10° C são impróprias ao cultivo desta oleagiosa, pois nesses locais, tanto o crescimento vegetativo quanto o desenvolvimento torna-se pequeno ou nulo. Por outro lado, temperaturas acima de 40° C têm efeitos adversos na taxa de crescimento, provocando danos à floração e diminuindo a capacidade de retenção de vagens (FARIAS et al., 2007).

Em se tratando da fisiologia da planta, a água constitui aproximadamente 90% do peso da mesma, atuando praticamente em todos os processos fisiológicos e bioquímicos. A necessidade de água desta cultura tem no florescimento e enchimento de grãos seu pico máximo, em torno de 7 a 8 mm por dia. A necessidade hídrica total situa-se entre 450 a 800 mm por ciclo, variando em função do manejo e duração do ciclo. A temperatura ideal para seu desenvolvimento está em torno de 30°C, e valores abaixo ou iguais a 10°C comprometem seu crescimento vegetativo, e a maturação pode ser acelerada pela ocorrência de temperaturas elevadas (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2011).

A soja é uma planta de metabolismo do tipo C3 e também é considerada uma cultura de dias curtos, em função disso a faixa de adaptabilidade de cada genótipo varia à medida que se desloca para regiões ao Norte ou ao Sul do país. Dessa forma, os cultivares semeados na mesma época e latitude podem apresentar diferentes datas de florescimento, devido à resposta

diferenciada dos materiais ao fotoperíodo (EMBRAPA, 2011). Na safra 2015/16 foram cultivados aproximadamente 33 milhões de hectares com soja o que representou um acréscimo de 3,2% em relação à safra 2014/15. Entre os Estados da região Centro Oeste, o Mato Grosso apresentou maior área cultivada e produção com 9,1 milhões de hectares e 27,9 milhões de toneladas (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB, 2016).

Esta cultura é muito cultivada no SPD, a qual tem grande importância econômica como uma das commodities brasileiras que contribuem para o crescimento da agricultura no país. Todavia, é necessário que sejam adotadas medidas conservacionistas e que outras práticas de manejo sejam bem executadas como o tratamento de sementes, semeadura e o manejo fitossanitário (BRANCALIÃO ; MORAES, 2008). Para a sustentabilidade do SPD, especialmente nas regiões tropicais, é indispensável que a palhada seja mantida sobre a superfície do solo de forma permanente. Contudo, as condições de inverno quente e seco e verão quente e chuvoso limitam o cultivo de culturas anuais na entressafra e aceleram a decomposição da cobertura vegetal do solo (PACHECO et al., 2011). Portanto, as características mais importantes nas plantas utilizadas para a cobertura do solo são a quantidade e a durabilidade da fitomassa produzida (BOER et al., 2008; LEITE et al., 2010), bem como a sua capacidade de ciclagem de nutrientes.

2.2 Milheto [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown]

A permanência da palha na superfície do solo é importante para a proteção do sistema solo-planta devido à manutenção da umidade do solo e a ciclagem de nutrientes (BRANCALÃO ; MORAES, 2008; CALVO et al., 2010). Esse fato reforça a preocupação de produzir biomassa vegetal com decomposição mais lenta, o que significa mantê-la sobre o solo por maior período (CERETTA et al., 2002). O milheto é um exemplo de cobertura vegetal que pode atender esta premissa, pois apresenta relação C/N de 30 ou maior nas fases de emborrachamento e florescimento (KLIEMANN et al., 2006).

A palhada desta poácea permanece mais tempo sobre a superfície do solo e, aliado ao seu sistema radicular mais desenvolvido, absorve nutrientes em maiores profundidades, reciclando os elementos que não são absorvidos pela maioria das culturas anuais que têm raízes menos profundas (ALVARENGA et al., 2001). Além disso, segundo, com a decomposição do sistema radicular ocorre incorporação de carbono em profundidade, o que contribuiu de maneira significativa para acrescentar matéria orgânica em solos arenosos e de baixa fertilidade natural (FOY, 1997).

Além destas características, esta espécie também apresenta elevado potencial de acúmulo de matéria seca e ciclagem de nutrientes (OLIVEIRA et al., 2002; BRAZ et al., 2004) podendo ser utilizado como cobertura vegetal (ROSOLEM et al., 2003) e também é adaptada para a produção de silagem, pastejo direto, feno e produção de grãos (SANTOS et al., 1999). O milheto também possui boa resistência à seca, ampla adaptação ao sistema de semeadura tanto em linhas quanto à lanço (KUMAR, 1999, SCALÉA, 1999), crescimento rápido e raízes vigorosas (SILVA ; ROSOLEM, 2001).

Nos últimos anos diversas pesquisas mostraram o potencial de produção de matéria seca e ciclagem de nutrientes desta espécie. Ferrari Neto et al. (2011) observaram que o milheto produziu maior quantidade de matéria seca (14040 kg ha^{-1}) em relação ao guandu (4720 kg ha^{-1}) e ao consórcio milheto + guandu (6195 kg ha^{-1}) e que também apresentou maior concentração de K (23 g kg^{-1}) e Mg ($3,5 \text{ g kg}^{-1}$) na parte aérea. Braz et al. (2004) verificaram que o milheto apresentou acúmulo na parte aérea de 348, 36, 14, 135 e 52 kg ha^{-1} de N, P, K, Ca e Mg respectivamente e produção de palhada de 12553 kg ha^{-1} . Boer et al. (2007), em estudo com o cultivar ADR500, obtiveram nesta espécie a maior produtividade de MS (10800 kg ha^{-1}) e maior acúmulo de N ($121,8 \text{ kg ha}^{-1}$) e K ($416,94 \text{ kg ha}^{-1}$). Silva et al. (2010) em notaram que o milheto acumulou 257,3; 38,5; 321,5; 47,4 e 35 kg ha^{-1} ; de N, P, K, Mg e S. Soratto et al. (2012) verificaram que o milheto apresentou maior produção de matéria seca e

acumulou mais N, P, K, Mg, S, C e Si correspondente aos respectivos valores de 257, 38, 322, 57, 37,35, 6459 e 412 kg ha⁻¹.

Kliemann et al. (2006), estudando taxas de decomposição de coberturas vegetais, concluíram que as palhadas mais frágeis e menos persistentes em ordem decrescente foram do capim-mombaça, sorgo granífero, milheto, estilosantes, guandu, capim-marandu em cultivo exclusivo e em consórcio com milho, respectivamente. As perdas relativas de massa seca das palhadas aos 150 dias mostraram a seguinte ordem decrescente de decomposição: sorgo (80%), estilosantes (72%), guandu (65%), capim-mombaça (64%), milheto (58%), capim-marandu em cultivo exclusivo (56%) e em cultivo consorciado (48%).

O alto acúmulo de matéria seca e de nutrientes não é uma exclusividade do milheto. Além desta espécie, existem outras na família das poáceas que apresentam boas características para adaptabilidade aos diversos sistemas de cultivo praticados no Brasil o que as tornam interessantes para inserção no sistema de cultivo em rotação e sucessão de culturas para estabelecimento e manutenção do SPD. Entre estas espécies o sorgo merece destaque, pois apresenta, além da aptidão para a formação de grãos, boa capacidade de produção de palhada o que a torna uma excelente opção para sucessão às culturas de verão.

2.3 Sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench)

O cultivo do sorgo granífero tem gerado grande demanda por cultivares produtivas, com valor agregado para adaptação às condições predominantes nas regiões agrícolas (SANTOS et al., 2007). Entre os meses de janeiro a março é a época que normalmente ocorre a semeadura desta espécie e, além dos fatores temperatura e luminosidade, o volume e a frequência de chuvas costumam ser oscilantes e insuficientes, reduzindo a probabilidade do adequado atendimento da demanda hídrica da maioria das culturas.

O sorgo é uma planta de clima tropical, de dias curtos, pertencente à família das poáceas. A temperatura ótima para seu desenvolvimento oscila entre 16 e 38°C sendo cultivado principalmente em locais com precipitação anual entre 375 e 625 mm (RIBAS, 2009). Pode ser classificado quanto às finalidades em granífero (porte baixo, adaptado para a colheita mecânica), forrageiro (porte alto, utilizado para a produção de silagem), sacarino (produção de açúcar e etanol), corte/pastejo (pastejo extensivo) e vassouras (panículas).

A crescente demanda por grãos, no mundo, associada ao substancial melhoramento genético dos híbridos, tem alavancado, a cada ano, a área plantada e a produtividade desta cultura no Brasil (ALMEIDA FILHO et al., 2010). A maioria das áreas cultivadas com este cereal apresenta uma peculiaridade importante, no que se refere às condições edafoclimáticas predominantes, que limitam o cultivo ou o potencial produtivo da cultura do milho, como adequada disponibilidade hídrica e de nutrientes (NEUMANN et al., 2005).

O sorgo é mais eficiente que o milho e o trigo na conversão de água em matéria seca e é dotado de importantes mecanismos bioquímicos e morfológicos que lhe conferem tolerância à seca, tornando-se uma cultura interessante para a safrinha (MAGALHÃES et al., 2009). Nos últimos anos, o custo dos principais alimentos concentrados utilizados na dieta animal, o milho e a soja, apresentaram aumento significativo devido ao aumento das exportações dos grãos e conseqüente redução dos estoques nacionais (OSAKI et al., 2007).

Embora ambos, milho e sorgo, sejam espécies poáceas anuais com metabolismo C4, existem diferenças que influenciam a habilidade destas culturas em produzir grãos e de se adaptarem a estresses abióticos. Embora o sorgo seja uma espécie anual, comparada com o milho, esta espécie possui mais características de perene, tais como a habilidade de permanecer verde por mais tempo (THOMAS ; HOWARTH, 2000; BORRELL et al., 2006), que está relacionada com a produção de perfilhos (VAN OOSTEROM et al., 2011), a maior produção de biomassa para um sistema radicular mais profundo e extenso (BORRELL et al., 2006) e a habilidade de extrair mais água das camadas mais profundas (SINCLAIR e

MUCHOW, 2001; FARRÉ e FACI, 2005). Uma maior biomassa de raízes muitas vezes implica em menor índice de colheita e menor produção de grãos por planta (MUCHOW, 1989, MUCHOW, 1989a, RODER et al., 1988, RODER et al., 1989; RODER et al., 1989a) com conseqüente redução na produtividade.

Esta espécie adapta-se a uma ampla variação de ambientes e produz sob condições desfavoráveis à maioria dos outros cereais. Por causa da sua resistência à seca, é considerada uma cultura mais apta para regiões áridas com chuvas escassas (MONTEIRO et al., 2004) pois a insuficiência hídrica é uma das causas mais comuns da redução da área foliar nas culturas e está diretamente relacionada com a expansão celular (KRIEG, 1983; ROYO et al., 2004; ARAUS et al., 2008). O sorgo apresenta um dos fatores mais favoráveis à eficiência do uso da água e tolerância à seca que é um sistema radicular profundo e denso (DOGGET, 1970; FARRÉ ; FACI, 2005; ASSEFA ; STAGGENBORG, 2011).

As folhas desta espécie possuem 50% a mais estômatos por unidade de área do que a cultura do milho, entretanto, estas estruturas são menores (CLERGET et al., 2008). Além disso, também possuem depósito de substância cerosa na junção da bainha com o limbo, o que leva a planta a perder menos água durante o processo de transpiração tornando-se importantes para a economia de água, principalmente sob condições de estresse hídrico (EASTIN, 1972; BUROW et al., 2009). O sorgo também possui a capacidade de manter a expansão foliar e reter área foliar sob estresse hídrico e de nutrientes, sem comprometimento da produtividade de grãos (BORREL et al., 2000; LOPES et al., 2011).

Conforme a CONAB (2016), na safra 2015/16 foram cultivados aproximadamente 672 mil hectares com este cereal. Entre os Estados da região Centro-Oeste, Goiás foi o que apresentou a maior produção de grãos (693 mil toneladas) e maior área cultivada (201,4 mil hectares), contudo, o Mato Grosso do Sul apresentou a maior produtividade de grãos (3700 kg ha⁻¹). Neste contexto, tanto o sorgo quanto o milheto são espécies interessantes para o cultivo em um modelo de agricultura conservacionista, pois apresentam elevado acúmulo de biomassa mesmo em condições de estresse hídrico o que favorecem a ciclagem de nutrientes e a inserção de palhada no sistema.

2.4 Sistema plantio direto no cerrado

O SPD trata-se de um sistema conservacionista, que fundamenta-se na ausência de preparo do solo e na cobertura permanente do terreno pela realização de rotação de culturas. Ao contrário do sistema convencional de cultivo, que utiliza várias operações anuais de gradagem, promovendo desestruturação do solo, compactação subsuperficial e perdas por erosão, o plantio direto proporciona efeitos significativos na conservação e na melhoria do solo, da água, no aproveitamento dos recursos e insumos como os fertilizantes (PARENTE, 2015).

Estas ações proporcionam redução de custos e estabilidade de produção (EMBRAPA, 2013a). Os solos para cultivo na região do Cerrado brasileiro em geral apresentam concentração elevada de alumínio tóxico, deficiência de fósforo e baixo teor de matéria orgânica, sendo este um ponto crucial para o pleno desenvolvimento da cultura da soja no Cerrado. No SPD é utilizada a MS da cultura antecessora como cobertura de solo e, com a sua decomposição, tem-se a formação de matéria orgânica, que inclui diversos materiais e compostos na forma de material vegetal, resíduos orgânicos ou apenas material orgânico.

A utilização deste sistema em condições de Cerrado é uma prática crescente devido às vantagens comparativas em relação aos sistemas tradicionais, em termos agronômicos, econômicos e ambientais. A adoção do SPD é altamente dependente de culturas adequadas para a produção de manutenção da palhada sobre a superfície do solo, para que o sistema seja eficiente e vantajoso. Assim, para o sucesso deste sistema, um dos requisitos indispensáveis é, além da formação, a manutenção da palhada sobre a superfície do solo.

A correta escolha da espécie vegetal a ser utilizada é de extrema importância, uma vez que devem ser considerados os fatores climáticos característicos de cada região e tipo de solo (KLIEMANN et al., 2006). No Cerrado, o clima é caracterizado por inverno seco, altas temperaturas durante o ano e estação seca prolongada, o que dificulta a implantação de coberturas vegetais e principalmente a permanência da MS sobre a superfície do solo, sendo este, um dos maiores entraves na manutenção do SPD (PACHECO et al., 2008). Nessa região, as taxas de decomposição podem situar-se entre cinco até dez vezes superiores às taxas de regiões de clima temperado.

Assim, a utilização de espécies com relação lignina/N mais alta, como é o caso daquelas na família das poáceas, proporciona decomposição mais lenta da palhada depositada sobre a superfície do solo, e processos como a imobilização, mineralização e lixiviação são alterados.

O acúmulo de matéria seca de 12000 kg ha⁻¹ são frequentemente obtidos e proporcionam plena cobertura para o solo, com boa espessura de palhada (CRUSCIOL et al., 2009).

A decomposição de resíduos das culturas é uma variável importante na ciclagem de nutrientes em SPD e o conhecimento de sua dinâmica é fundamental para a compreensão do processo, uma vez que esta resultará em utilização mais eficiente dos nutrientes reciclados para as culturas e principalmente na redução dos impactos negativos causados ao ambiente. As taxas de decomposição das plantas de cobertura dependem da natureza do material vegetal, do volume, da fertilidade do solo, do manejo da cobertura e das condições climáticas, representadas, principalmente, pela pluviosidade e temperatura (KLIEMANN et al., 2006).

Para manter a quantidade de palha exigida para a manutenção da estabilidade do SPD, é importante o estabelecimento de culturas para a produção de MS, em quantidade adequada à cobertura do solo. Assim, deve-se conhecer a espécie vegetal a ser utilizada no programa de rotação ou consorciação de culturas, quanto à sua produção de MS e tempo de decomposição, que interferem diretamente na quantidade de palha sobre o solo e, conseqüentemente, nos atributos químicos do mesmo (ANDREOTTI et al., 2008). Em regiões tropicais, as principais forrageiras anuais semeadas no final da estação chuvosa são o milho e o sorgo e nas regiões subtropicais, destacam-se a aveia preta, aveia branca, azevém e algumas espécies de trevo (FONTANELI et al., 2009; MACHADO et al., 2011, SILVA et al., 2011).

A permanência da palhada na superfície do solo também é importante para a manutenção e a proteção do sistema solo-planta (KLIEMANN et al., 2006). Esse fato reforça a preocupação de se produzir palhada com decomposição mais lenta, o que significa mantê-la sobre o solo por maior período (TORRES et al., 2005). Dessa forma, muitas destas áreas têm a sustentabilidade do sistema comprometida por ficarem ociosas durante quase sete meses do ano (BARDUCCI et al., 2009).

2.5 Adubação molíbdica foliar

Para que ocorra boa fixação biológica de nitrogênio (FBN) e as bactérias fixadoras possam formar os nódulos de maneira mais eficaz, é necessário que o solo tenha capacidade de fornecer micronutrientes para a soja, onde segundo Oliveira Junior et al. (2010) a adequada disponibilidade de molibdênio e de cobalto interfere na FBN, pois o Mo e Co fazem parte, respectivamente, das enzimas denitrogenase e da leghemoglobina. O sistema simbiótico é mediado por um complexo enzimático denominado de nitrogenase, com a participação direta de alguns elementos como o Ca, Fe, Mo, Mg, Co e P. Assim, a deficiência destes nutrientes pode induzir à baixa FBN, podendo causar deficiência de N nesta leguminosa (COOPER ; SCHERER, 2012).

As plantas, assim como o ser humano, necessitam de nutrientes para sua sobrevivência, alguns requeridos em maiores quantidades, outros em quantidades menores, no entanto, todos têm atuação no metabolismo das plantas, agindo direta ou indiretamente. O Mo é um micronutriente, requerido em pequenas quantidades pelos vegetais, porém este é de fundamental importância nestes organismos, visto ser componente de pelo menos cinco enzimas distintas que catalizam reações muito diversas participando em processos de transferência de elétrons (MALAVOLTA, 2006).

O Mo influencia dois fatores no metabolismo do N, a redução do nitrato a nitrito e a nitrogenase (PRADO, 2008). O papel do Mo na redutase do nitrato é a transferência de elétrons do Mo para o nitrito, para que ocorra redução de NO_3^- a NO_2^- . Na nitrogenase o Mo está presente na forma de Fe-Mo proteína, sendo que este ao receber elétrons da Fe-proteína se liga a N_2 , e na presença destes elétrons, mais H advindos do processo de respiração via metabolismo oxidativo, juntamente com ATPs ocorre a quebra da ligação tripla do N_2 atmosférico resultando em $\text{NH}_3 + \text{H}_2$, sendo assim assimilado pela planta.

As plantas absorvem o Mo na forma de MoO_4^{2-} , sendo que a disponibilidade deste íon é maior quanto mais elevado o pH (LOPES; SILVA ; GUILHERME, 1991), ou seja, em solos ácidos a concentração deste elemento é baixa, pois tanto o molibdênio como o fósforo, são adsorvidos pelos óxidos hidróxidos de Fe e Al, o qual ocorre devido aos processos de intemperismo nos solos tropicais (SANTOS, 2012). Assim, o íon OH^- deslocaria o molibdato adsorvido nos colóides do solo, liberando-o na solução, enquanto os óxidos de Al e Fe o adsorveriam fortemente.

Como a maioria dos solos brasileiros são intemperizados, portanto, ricos em Fe e Al, é necessário diminuir a concentração deste, e assim se faz necessário o uso de correção do solo,

sendo a calagem uma maneira de diminuir a concentração destes elementos, e consequentemente, aumentar a disponibilidade de Mo (MALAVOLTA; VITTI ; OLIVEIRA, 1997). A absorção e translocação do Mo apresenta controvérsia entre pesquisadores, de fato, como já citado, o Mo está presente nos solos em pequenas quantidades, além de apresentar interação entre os nutrientes no solo que também pode afetar a disponibilidade do Mo para as plantas. O fósforo e o enxofre são os nutrientes que estão mais diretamente envolvidos nesse processo, exercendo efeitos contrários, apesar de apresentarem o mesmo tipo de carga ou a mesma natureza iônica (PRADO, 2008).

Assim como os demais órgãos da planta, as sementes apresentam composição química bastante variável por se tratar de um órgão que é formado no final do ciclo da planta, onde a aplicação de nutrientes na planta mãe, feita por meio da adubação no solo e principalmente pela pulverização foliar, aumenta o conteúdo de nutrientes no grão produzido (MORAES, 2006; MORAES et al., 2008). Segundo Esptein e Bloom (2006) durante o desenvolvimento das sementes, ocorre acúmulo de nitrogênio, carboidratos, lipídios e minerais, e outros minerais podem estar presentes na parede celular e nas organelas. Já elementos como o Mo, caso não seja realizada uma adubação ou pulverização na cultura, apresentam quantidades presentes nas sementes insignificantes, pois o Mo está presente nos solos em pequenas quantidades.

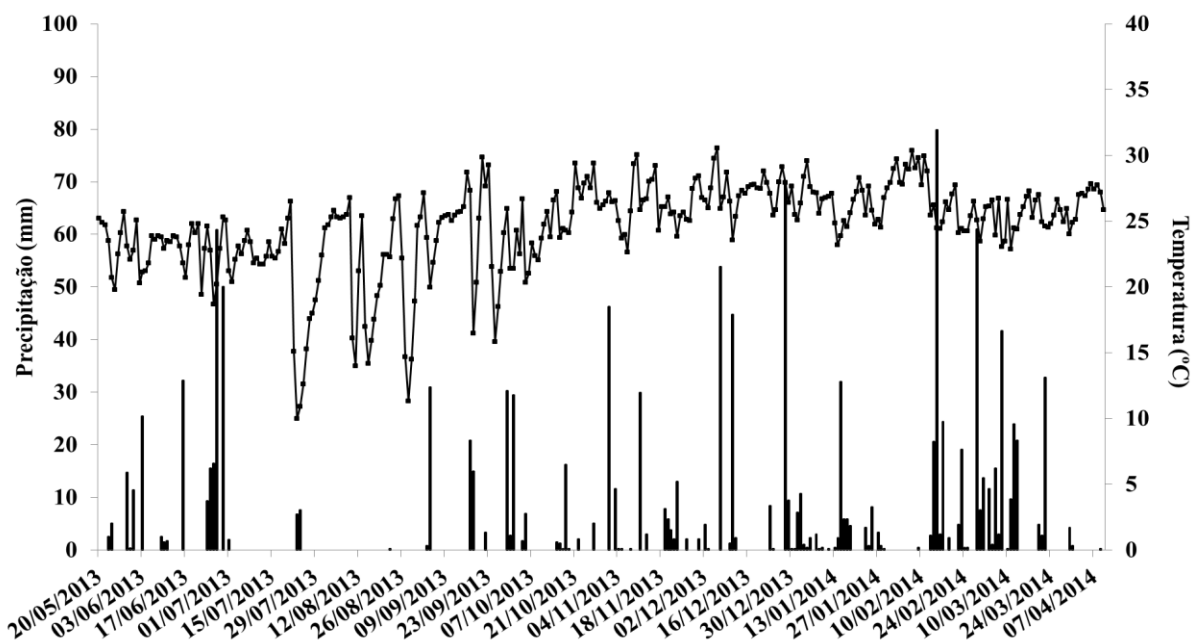
Além do Mo estar pouco disponível nos solos brasileiros, estes ainda apresentam o referido micronutriente em baixas concentrações, pois do total de Mo absorvido pela soja, mais de 80% é exportado para o grão, consequentemente, grande quantidade não retorna ao solo. Este fato, associado ao uso contínuo do solo para produção, diminui ainda mais o teor deste nutriente, acarretando em solos cada vez mais deficientes em Mo, o que limita a produtividade de grãos (PRADO, 2008).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local, clima e solo

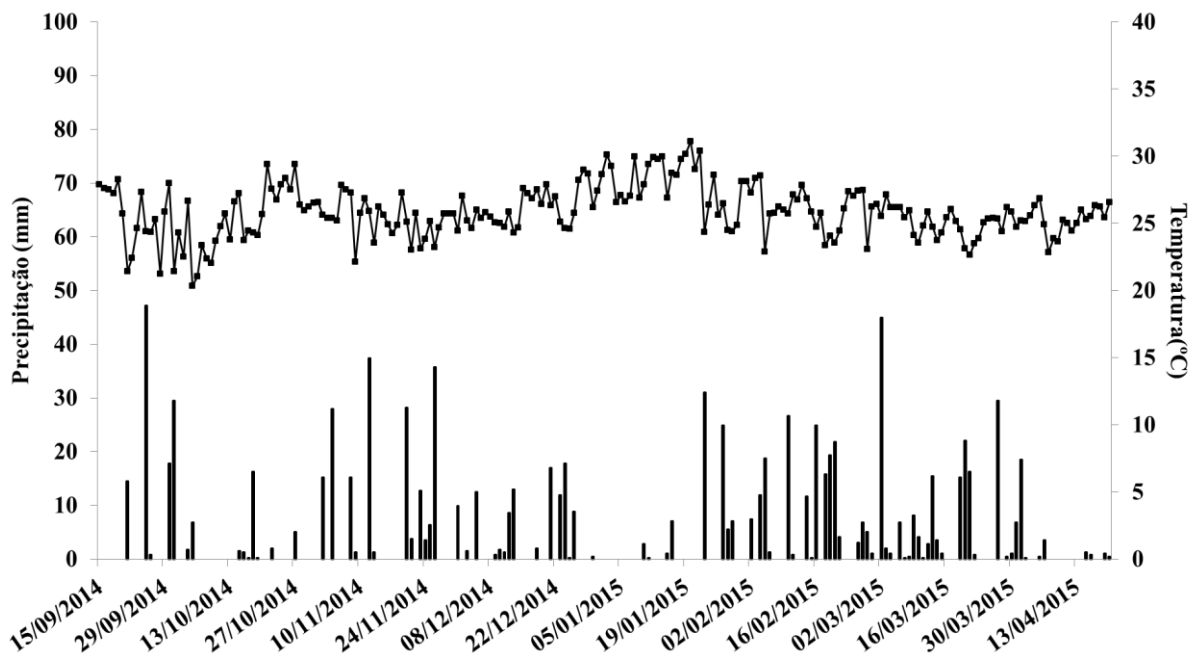
O trabalho foi realizado nos anos agrícolas de 2013/14, 2014/15 na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, localizada em Selvíria-MS, situada a 51° 22’ de longitude Oeste e 20° 22’ de latitude Sul, com altitude de 335m. O solo do local é um Latossolo Vermelho de textura argilosa (EMBRAPA, 2014) com as seguintes características químicas na camada de 0,0-0,2 m determinadas conforme a metodologia descrita por Raij et al. (2001): pH (CaCl₂) = 5,2; 17,0 mg dm⁻³ de P; 2,6; 17,0; 12,0; 28,0; 31,6 e 59,6 mmol_c dm⁻³ de K, Ca, Mg, H + Al, SB e CTC, 18,0 g dm⁻³ de matéria orgânica e V = 53%. O clima da região é do tipo Aw segundo a classificação Köppen apresentando temperatura média anual de 25° C, precipitação total anual de 1.330 mm e umidade relativa média de 66% (CENTURION, 1982). Os valores de precipitação pluvial e temperatura do ar registrados durante a condução do experimento estão apresentados nas Figuras 1 e 2.

Figura 2 - Valores de precipitação pluvial e temperatura do ar registrados durante a condução do experimento. Selvíria, MS, 2013/14.



Fonte: Elaborado pelo autor. Valores fornecidos pela Estação Agrometeorológica da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE), Selvíria-MS.

Figura 3 - Valores de precipitação pluvial e temperatura do ar registrados durante a condução do experimento. Selvíria, MS, 2014/15.



Fonte: Elaborado pelo autor. Valores fornecidos pela Estação Agrometeorológica da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE), Selvíria-MS.

3.2 Delineamento experimental e tratamentos utilizados

Para a análise das coberturas vegetais utilizou-se o delineamento em blocos casualizados no esquema fatorial 2 x 4 com três repetições. Os tratamentos utilizados foram: duas coberturas vegetais (milheto e sorgo) e quatro doses de N (0, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹). As parcelas foram constituídas de 14 linhas de 12 m de comprimento e com espaçamento entrelinhas de 0,34 m.

O delineamento utilizado na soja foi em blocos casualizados no esquema fatorial 2 x 4 x 4 com três repetições. Os tratamentos utilizados foram constituídos de duas espécies utilizadas como coberturas vegetais (milheto e sorgo) adubadas com doses de N em cobertura (0, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹) e a aplicação via foliar de doses de Mo na soja em sucessão (0; 12,5; 25 e 50 g ha⁻¹). Após a semeadura realizou-se a demarcação das parcelas experimentais que foram compostas de sete linhas de soja, espaçadas 0,45 m e com 5 m de comprimento.

3.3 Preparo da área e condução do experimento

O experimento foi conduzido sob pivô central em duas áreas distintas localizadas a aproximadamente 30 m de distância. Antes da instalação do experimento, na área utilizada no primeiro ano foi realizado o cultivo da cultura da soja na safra 2012/13 e após a colheita desta oleaginosa realizou-se a semeadura das coberturas vegetais no dia 20/05/2013. Na área referente ao segundo ano de experimento houve a semeadura do milho (05/12/2013) e, em seguida, foi semeado o feijoeiro (06/05/2014) e após a colheita deste cereal foram semeadas as coberturas vegetais (15/09/2014).

Em ambos os anos utilizou-se 18 e 12 kg ha⁻¹ de sementes de milheto e de sorgo, respectivamente. A variedade de milheto utilizada foi a ADR 300 que possui como características: altura de plantas entre 189 e 230 cm, ciclo precoce (92 dias de emergência das plântulas até a colheita), florescimento entre 45-50 dias após a emergência e reduz o fator de multiplicação do nematóide *Pratylenchus brachyurus* (PEREIRA FILHO et al., 2003). O híbrido de sorgo foi o Asgrow Jade® que é distribuído por Sementes Semeali e indicado como sorgo granífero.

O fertilizante nitrogenado foi depositado ao lado das plantas quando estas apresentavam entre quatro e cinco folhas expandidas e como fonte deste nutriente foi utilizado o nitrato de amônio (33% de N). Este fertilizante foi escolhido por apresentar menores perdas de amônia por volatilização. No primeiro ano foi realizada a dessecação das coberturas vegetais quando o milheto encontrava-se no estágio de grãos leitosos (02/08/2013) e antes da semeadura da soja a palhada foi manejada com rolo-faca (20/11/2013). No segundo ano, realizou-se a aplicação de herbicida (29/11/2014). Para tal operação foram utilizados 1260 + 10 g do i.a. ha⁻¹ de glifosato + carfentrazone etílica com aplicação de 300 L ha⁻¹ de calda.

A semeadura da soja ocorreu nos dias 26/11/2013 e 09/12/2013 no espaçamento de 0,45 m entrelinhas com densidade de semeadura de 14 sementes por metro. Para a adubação de foram utilizadas as recomendações de Mascarenhas e Tanaka (1997). No primeiro ano foram aplicados 250 kg ha⁻¹ do formulado 04-30-10 (N-P₂O₅-K₂O) e 250 kg ha⁻¹ de 08-28-16 em 2014/15. As sementes foram tratadas com carboxina + tiram na dose de 50 + 50 g do i.a. por 100 kg. Em seguida procedeu-se a inoculação visando a FBN com a dose de 200 mL 100 kg⁻¹. O inoculante utilizado continha 5 x 10⁹ unidades formadoras de colônia por mL, as estirpes SEMIA 5019 (*Bradyrhizobium elkanii*) e SEMIA 5079 (*Bradyrhizobium japonicum*).

O cultivar utilizado foi o BRS Valiosa RR que conforme possui hábito de crescimento determinado, grupo de maturidade relativa 8.1 e ciclo tardio. É resistente à mancha "olho-de-

rã" - *Cercospora sojina*, ao cancro da haste - *Diaporthe phaseolorum* f. sp. meridionalis e ao Nematóide de galhas - *Meloidogyne javanica* e moderadamente resistente ao Oídio - *Microsphaera diffusa* e ao Nematóide de galhas - *Meloidogyne incognita* (SEMENTES BREJEIRO, 2016).

Para o controle de plantas daninhas em pós-emergência aplicou-se clorimuron etílico + glifosato na dose de 10 + 1260 g do i.a. ha⁻¹ quando as plantas de soja apresentavam o quinto trifólio completamente expandido. A aplicação do molibdênio em ambos os anos ocorreu no estágio V8 (sete trifólios completamente expandidos) o que correspondeu aos dias 06/01/2014 e 19/01/2015. Para a adubação molíbdica utilizou-se um pulverizador costal calibrado para a dose de 350 L ha⁻¹ de calda. Como fonte deste Mo foi utilizado um fertilizante foliar com densidade de 1,18 g mL⁻¹ com a concentração de 8% de molibdênio.

Em ambos os anos o controle de pragas e doenças no estágio vegetativo da soja foi realizado pela aplicação de flubendiamida (30 g do i.a. ha⁻¹) + espinosade (15 g do i.a. ha⁻¹) + metomil (70 g do i.a. ha⁻¹) + triflumuron (20 g do i.a. ha⁻¹) e uma segunda aplicação com imidacloprido + beta-ciflutrina (56 + 112 g do i.a. ha⁻¹) + metomil (70 g do i.a. ha⁻¹), piraclostrobina + epoxiconazol (66,5 + 25 g do i.a. ha⁻¹) e 250 mL 100 L⁻¹ de água de adjuvante. No estágio reprodutivo, a primeira aplicação foi realizada com azoxistrobina + ciproconazol (60 + 24 g do i.a. ha⁻¹) e a segunda com azoxistrobina + metomil (50 + 70 g do i.a. ha⁻¹).

3.4 Variáveis analisadas

3.4.1 Coberturas vegetais

3.4.1.1 Matéria seca, teores e acúmulos de N, P, K, Ca, Mg, S e Mo

Antes da dessecação realizou-se a coleta da parte aérea das coberturas vegetais (01/08/2013 e 28/11/2014) para a determinação da MS. A amostragem foi realizada em duas linhas ceifando-se um metro de comprimento (0,68m²). Em seguida, o material vegetal foi acondicionado em sacos de papel e levado em estufa de circulação forçada de ar a temperatura de 65°C até atingir massa constante. Após esta etapa foi realizada a pesagem da MS das coberturas vegetais convertendo-se os valores para kg ha⁻¹.

Posteriormente retirou-se uma amostra de cada parcela que foi moída em moinho do tipo Wiley e armazenadas em sacos plásticos identificados de acordo com o tratamento. A

determinação do teor de N, P, K, Ca, Mg, S foi realizada conforme Malavolta et al. (1997) e para o Mo utilizou-se a metodologia proposta por Pessoa (1998). Para o cálculo do acúmulo de nutrientes realizou-se a multiplicação dos teores obtidos na palhada pela produtividade de MS.

Após a emergência da cultura da soja (01/12/2013 e 14/12/2014) foram colocadas bolsas de nylon “litter bags” de dimensão de 0,3 x 0,2 m na parte central das parcelas referentes ao experimento com coberturas vegetais e doses de N para a estimativa da decomposição da MS do milho e do sorgo. Para tal análise foram realizadas amostragens a cada 30 dias, as quais foram acondicionadas em sacos de papel e levadas em estufa de circulação forçada de ar a temperatura de 65°C até atingirem massa constante. Posteriormente, o valor obtido de MS foi extrapolado para kg ha⁻¹.

3.4.2 Cultura da soja

3.4.2.1 Teores foliares de N, P, K, Ca, Mg, S e Mo

Para a avaliação do teor de nutrientes contidos nas folhas realizou-se a coleta do terceiro trifólio contado a partir do ápice em 30 plantas por parcela quando a soja estava no estágio R2 - florescimento pleno (AMBROSANO et al., 1997). Em seguida, as amostras foram acondicionadas em sacos de papel e levadas em estufa com circulação forçada de ar a 65°C durante 72 horas e moídas em moinho do tipo Wiley para posterior determinação do teor de nutrientes.

3.4.2.2 Estande

Nas três linhas centrais das parcelas realizou-se a contagem do número de plantas contidas em 3 m de comprimento e converteram-se os valores para número de plantas por hectare.

3.4.2.3 Altura de inserção da primeira vagem

Nas mesmas plantas utilizadas para a análise anterior mediu-se a distância entre o colo da planta e a inserção da primeira vagem.

3.4.2.4 Altura de plantas

Na colheita, mediu-se a distância em centímetros entre o colo da planta e o ápice da haste principal em dez plantas por parcela.

3.4.2.5 Número de vagens por planta

Foram destacadas e contadas todas as vagens que apresentavam grãos, dividindo-se pelo número de plantas avaliadas.

3.4.2.6 Número de grãos por vagem

Este componente de produtividade foi obtido pela divisão do número de grãos por planta pelo número de vagens por planta.

3.4.2.7 Massa de 1000 grãos

Foi obtida pela pesagem em balança de precisão (0,01g) de uma amostra de 1000 grãos de cada parcela. Após a pesagem, realizou-se a determinação da umidade dos grãos pelo método da estufa (105 ± 3 °C) para correção da massa obtida para 13% (base úmida) conforma a metodologia proposta por Brasil (2009).

3.4.2.8 Produtividade de grãos

Obtida pela pesagem dos grãos colhidos na área útil da parcela, corrigido para 13% de umidade (base úmida) e convertido para kg ha^{-1} .

Para a análise estatística dos resultados obtidos, utilizou-se o software ESTAT, aos níveis de 1 e 5% de probabilidade do teste F. Quando verificado efeito significativo de doses ou interação entre doses e coberturas vegetais foram realizadas análises de regressão polinomial e optou-se como modelo matemático mais adequado aquele que apresentou, além da significância, maior valor de coeficiente de determinação (R^2). A comparação entre médias para coberturas vegetais foi feita pelo teste de Tukey.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Coberturas vegetais

4.1.1 Acúmulo e matéria seca remanescente

Na safra 2013/14 o acúmulo e a matéria seca (MS) remanescente foram influenciados pelos fatores e interações (Tabela 1). Pelos desdobramentos (Tabelas 2, 3, 4 e 5) observou-se semelhança entre o milho e o sorgo na ausência de adubação nitrogenada, contudo, o sorgo produziu maior quantidade de MS nas doses de 40, 80 e 120 kg ha⁻¹ de N. Em relação ao efeito de doses dentro de coberturas vegetais obteve-se ajuste significativo para ambas as espécies no primeiro dia após a emergência (1 DAE) com pontos de máximo correspondentes às doses de 65, e 69,9 kg ha⁻¹ de N para o milho e sorgo, respectivamente. Nas outras épocas de coleta de MS remanescente também foi verificado efeito das doses de N em cobertura. O efeito de doses de N dentro de coberturas vegetais apresentou ajuste significativo apenas para o sorgo com os pontos de máximo correspondentes às doses de 79,1; 71,3 e 68,8 kg ha⁻¹ de N para a coleta aos 31, 61 e 91 DAE, respectivamente.

No primeiro ano, o milho produziu 50% a menos de MS quando comparado ao segundo ano. Pela Figura 1 verificou-se que durante os estádios iniciais de desenvolvimento destas espécies precipitações de até 60 mm, contudo, no mesmo período foram observadas temperaturas abaixo de 20°C e períodos de veranico no mês de julho que reduziram o crescimento do milho e conseqüentemente o acúmulo de MS. No ano seguinte, a semeadura das coberturas vegetais ocorreu no mês de setembro (15/09/14) e as temperaturas médias situaram-se entre 20 e 30°C e houve melhor distribuição de chuvas favorecendo com isso o desenvolvimento do milho em comparação com o ano anterior.

Vanderlip et al. (1995) verificaram pequeno acúmulo de MS e produtividade de grãos de milho devido a baixas temperaturas. Mashingaidze e Muchena (1982) verificaram que baixas temperaturas (13 a 16°C) no período de pré-floração induzem o aparecimento de plantas estéreis. A baixa temperatura pode reduzir o crescimento da planta e número de sementes por planta. Entretanto, os híbridos desenvolvidos mais recentemente são menos suscetíveis às baixas temperaturas (STEGMEIER, 1995). O efeito da data de semeadura do milho foi estudado por Uemura et al. (1997). Em seu trabalho, foram testadas diferentes épocas de semeadura no período de entressafra, sob condição de irrigação e estes autores verificaram que na ausência de estresse hídrico as variedades mostraram-se insensíveis ao

fotoperíodo. Portanto, é provável que a diferença observada no primeiro ano deve-se à maior sensibilidade ao fotoperíodo do milho proporcionada pelo estresse hídrico o que reduziu o acúmulo de MS desta espécie.

O sorgo também foi submetido a estas condições, entretanto, não apresentou efeito pronunciado de redução no acúmulo de MS. A maioria dos cultivares de sorgo granífero foi melhorada geneticamente para insensibilidade ao fotoperíodo e somente os genótipos de sorgo forrageiro são sensíveis ao fotoperíodo. A faixa ideal para crescimento do sorgo situa-se entre 33-34°C sendo que acima de 38° C e abaixo de 16° C o acúmulo de matéria seca decresce (CLEGG et al., 1983). A ocorrência de temperaturas muito baixas (< 10°C) reduz a área foliar, perfilhamento, altura, acúmulo de matéria seca, além de atrasar o florescimento (TIRYAKI ; ANDREWS, 2001; BOGO et al., 2006; KNOLL et al., 2008). A temperatura ótima para o crescimento e desenvolvimento vegetativo do sorgo é maior que aquela exigida para o período reprodutivo. O desenvolvimento vegetativo do sorgo apresenta temperatura base (valor abaixo do qual a planta tem seu crescimento paralisado) de 8°C e ótima de 34°C (ALAGARSWAMY ; RITCHIE, 1991). Maiti (1996) estabeleceram como faixa ideal de crescimento vegetativo do sorgo entre 26 e 34°C.

Na mesma região Carvalho et al. (2004) obtiveram 11357 e 16200 kg ha⁻¹ com o milho cultivado em sistema plantio direto durante duas safras consecutivas. Cazetta et al. (2008) avaliando o efeito de coberturas vegetais no arroz de terras altas observaram que o sorgo produziu maior quantidade de MS em relação ao milho nas duas safras estudadas (9384 e 7609 kg ha⁻¹). Borges et al. (2014) observaram produtividade de MS do sorgo, no momento da colheita de 11918 a 12557 kg ha⁻¹, valor semelhante ao encontrado por Bordin et al. (2003), que semearam sorgo e milho no final das chuvas e obtiveram, respectivamente, 12686 kg ha⁻¹ e 9579 kg ha⁻¹ de MS aos 70 dias após semeadura. Silva (2008) verificou maior produção de MS no sorgo (10970,8 kg ha⁻¹) quando comparado ao milho (8350,5 kg ha⁻¹) em semeadura no mês de junho.

Tabela 3 - Acúmulo e matéria seca remanescente (kg ha⁻¹) das coberturas vegetais sob efeito de doses de N. Selvíria, MS, 2013/14 e 2014/15⁽¹⁾.

Tratamentos	2013/14				2014/15			
	1 DAE	31 DAE	61 DAE	91 DAE	1 DAE	31 DAE	61 DAE	91 DAE
Coberturas vegetais – C								
Milheto	6740,2	5441,2	3713,2	2794,1	16975,5a	11423,0 a	5971,1 a	4605,9 a
Sorgo	12549,0	9963,2	7022,5	5735,3	16215,7a	10271,9 a	5101,1 a	4086,4 a
DMS	1336,9	1109,3	1398,9	1102,2	3872,2	1547,4	1380,9	806,7
Doses de N (kg ha⁻¹) – N								
0	6066,2	5441,2	4852,9	2573,5	16411,8	10836,7	6411,1	4912,2
40	11286,6	8088,2	6029,4	4852,9	15210,8	10526,1	5547,8	4355,6
80	12254,9	9485,3	7130,3	6102,9	14524,5	10438,9	5236,7	4163,3
120	8970,6	7794,1	4842,7	3529,4	20235,3	11588,3	4984,8	3953,6
Teste F								
C	144,46**	76,28**	25,68**	32,68**	0,17 ^{ns}	2,54 ^{ns}	1,82 ^{ns}	1,90 ^{ns}
N	32,49**	10,50**	5,84**	8,97**	1,98 ^{ns}	0,52 ^{ns}	0,96 ^{ns}	1,19 ^{ns}
C x N	16,07**	12,20**	4,94*	7,42**	0,48 ^{ns}	1,36 ^{ns}	1,24 ^{ns}	1,31 ^{ns}
CV (%)	12,27	16,46	29,79	29,55	26,67	16,30	28,52	21,22

⁽¹⁾ Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade. * e ** significativo a 1 e 5%, ns – não significativo.

Tabela 4 - Desdobramento da interação coberturas vegetais x doses de N referente ao acúmulo de matéria seca (kg ha⁻¹). Selvíria, MS, 2013/14⁽¹⁾.

Coberturas vegetais	Doses de N (kg ha ⁻¹)				Teste F – regressão (N d. C)
	0	40	80	120	
Milheto	5882,3a	6764,7b	8235,3b	6078,4b	10,36**(RQ) ⁽²⁾
Sorgo	6250,0a	15808,8a	16274,5a	11862,7a	62,96**(RQ) ⁽³⁾
Teste F (C d. N)	0,14 ^{ns}	87,55**	69,17**	35,81**	-
DMS (C d. N): 2070,9 kg ha⁻¹					

⁽¹⁾Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade. * e ** significativo a 1 e 5%, ns – não significativo. RQ: regressão quadrática. ⁽²⁾ $Y = 5671,6 + 62,1320 N - 0,4748 N^2$; $R^2 = 0,7394$ (PM = 65,4 kg ha⁻¹ de N). ⁽³⁾ $Y = 6460,7870 + 305,2084 N - 2,1829 N^2$; $R^2 = 0,9863$ (PM = 69,9 kg ha⁻¹ de N).

Tabela 3 - Desdobramento da interação coberturas vegetais x doses de N referente à matéria seca remanescente (kg ha⁻¹) aos 31 DAE. Selvíria, MS, 2013/14⁽¹⁾.

Coberturas vegetais	Doses de N (kg ha ⁻¹)				Teste F – regressão (N d. C)
	0	40	80	120	
Milheto	5588,2 a	5882,3 b	5294,1 b	5000,0 b	1,59 ^{ns}
Sorgo	5294,1 a	10294,1 a	13676,5 a	10588,2 a	22,78**(RQ) ⁽²⁾
Teste F (C d. N)	0,08 ^{ns}	18,15**	65,25**	29,12**	-
DMS (C d. N): 2218,6 kg ha⁻¹					

⁽¹⁾Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade. * e ** significativo a 1 e 5%, ns – não significativo. RQ: regressão quadrática. ⁽²⁾ $Y = 5051,4570 + 199,8168 N - 1,2637 N^2$; $R^2 = 0,9674$ (PM = 79,1 kg ha⁻¹ de N).

Tabela 4 - Desdobramento da interação coberturas vegetais x doses de N referente à matéria seca remanescente (kg ha⁻¹) aos 61 DAE. Selvíria, MS, 2013/14⁽¹⁾.

Coberturas vegetais	Doses de N (kg ha ⁻¹)				Teste F – regressão (N d. C)
	0	40	80	120	
Milheto	3676,5 a	4117,6 b	3823,5 b	3235,3 b	0,48 ^{ns}
Sorgo	3235,3 a	7941,2 a	10441,2 a	6470,6 a	13,39*(RQ) ⁽²⁾
Teste F (C d. N)	0,11 ^{ns}	8,57*	25,68**	6,13*	-
DMS (C d. N): 2797,9 kg ha⁻¹					

⁽¹⁾Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade. * e ** significativo a 1 e 5%, ns – não significativo. RQ: regressão quadrática. ⁽²⁾ $Y = 3022,0630 + 193,1983 N - 1,3556 N^2$; $R^2 = 0,9665$ (PM = 71,3 kg ha⁻¹ de N).

Tabela 5 - Desdobramento da interação coberturas vegetais x doses de N referente à para matéria seca remanescente (kg ha^{-1}) aos 91 DAE. Selvíria, MS, 2013/14⁽¹⁾.

Coberturas vegetais	Doses de N (kg ha^{-1})				Teste F – regressão (N d. C)
	0	40	80	120	
Milheto	2794,1 a	3088,2 b	2941,7 b	2352,9 b	0,38 ^{ns}
Sorgo	2352,9 a	6617,6 a	9264,7 a	4705,9 a	21,65 ^{**} (RQ) ⁽²⁾
Teste F (C d. N)	0,18 ^{ns}	11,76 ^{**}	37,78 ^{**}	5,23 [*]	-
DMS (C d. N): 2204,5 kg ha^{-1}					

⁽¹⁾Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade. * e ** significativo a 1 e 5%, ns – não significativo. RQ: regressão quadrática. ⁽²⁾ $Y = 2073,4850 + 189,7059 N - 1,3786 N^2$; $R^2 = 0,9393$ (PM = 68,8 kg ha^{-1} de N).

4.1.2 Teores de N, P e K na matéria seca da parte aérea

Os teores de N, P e K na parte aérea das coberturas vegetais dentro das doses de N estão expressos na Tabela 6. O milho apresentou maior teor de N (20 g kg^{-1}) na parte aérea no primeiro ano. Gitti (2012) verificou valores inferiores ao deste trabalho para o teor deste nutriente ($11,9 \text{ g kg}^{-1}$) e de MS (3784 kg ha^{-1}) dessa cobertura vegetal semeada sobre a palhada de trigo. Portugal (2015) também observou valores menores ao deste trabalho ($14,7$ e $10,9 \text{ g kg}^{-1}$) para o milho em duas safras consecutivas e com acúmulo de MS desta espécie entre (6000 e 7000 kg ha^{-1}). No primeiro ano, houve condições climáticas favoráveis para o desenvolvimento das coberturas vegetais nos estádios iniciais de desenvolvimento, entretanto, este período foi seguido de uma época de seca e de baixa disponibilidade hídrica. Como o milho apresenta sensibilidade ao fotoperíodo sob condições de estresse hídrico esta espécie reduziu o acúmulo de MS, fato não observado no sorgo.

Os resultados devem estar relacionados com a menor produtividade de MS observada no milho o que aliado à decomposição dos resíduos da soja contribuiu para aumentar o teor de N na parte aérea desta espécie devido à maior absorção deste nutriente nos estádios iniciais de crescimento. As plantas absorvem N sempre que elas estão crescendo ativamente, mas não necessariamente nas mesmas taxas, além disso, apresentam máxima absorção deste nutriente quando são jovens e diminuem à medida que completam o seu ciclo (MARCANTE et al., 2011). Em 2014/15, não houve diferença desta espécie em relação ao sorgo na ausência de adubação nitrogenada em cobertura, contudo, nas doses de 40, 80 e 120 kg ha^{-1} de N, o sorgo apresentou maior teor de N. O aumento da dose de N reduziu de forma linear o teor deste nutriente no milho (Tabela 7).

O milho apresentou maior teor de P (4,84 e 3,22 g kg⁻¹) e de K (18,6 e 15,6 g kg⁻¹) na MS da parte aérea em ambas as safras. Em pesquisa com coberturas vegetais antecedendo o feijoeiro, Silva (2012) verificaram teores de P (2,89 e 3,22 g kg⁻¹) e de K (14,7 e 8,4 g kg⁻¹) na palhada de milho semelhantes aos obtidos neste trabalho para a semeadura nos anos de 2010 e 2011, respectivamente. Kappes (2013) estudando o efeito do milho e da crotalária em cultivo solteiro e consorciado no milho em sucessão observou que essa poácea em cultivo solteiro apresentou o menor teor de P na MS da parte aérea no segundo ano (1,9 g kg⁻¹).

Em relação ao teor de K, este autor não observou diferença entre o milho cultivado em sistema solteiro e consorciado com crotalária. Cazetta et al. (2005) verificaram que o milho cultivado em sistema solteiro apresentou maior teor de K na palhada em relação à crotalária. Os resultados obtidos neste trabalho para o K discordaram dos encontrados por Bordin (2001) (12,1 g kg⁻¹) e Salton e Kichel (1998) (33,5 g kg⁻¹), concordando com os obtidos por França (1989). Ferrari Neto et al. (2011) observaram que o milho solteiro apresentou maior teor de K (23,0 g kg⁻¹) na parte aérea quando comparado ao guandu (11,0 g kg⁻¹) e ao consórcio milho + guandu (19,6 g kg⁻¹).

Tabela 6 – Teores de N, P e K (g kg^{-1}) na matéria seca da parte aérea das coberturas vegetais sob efeito de doses de N. Selvíria, MS, 2013/14 e 2014/15⁽¹⁾.

Tratamentos	N		P		K	
	13/14	14/15	13/14	14/15	13/14	14/15
Coberturas vegetais - C						
Milheto	20,0 a	11,4	4,84 a	3,22 a	18,6 a	15,6 a
Sorgo	13,4 b	14,2	4,21 b	2,97 b	12,1 b	13,4 b
DMS	1,3	0,8	0,24	0,25	1,9	1,7
Doses de N (kg ha^{-1}) - N						
0	15,9	14,7	4,52	3,09	15,4	13,9
40	16,8	12,9	4,55	3,26	15,1	15,4
80	16,2	11,5	4,52	3,01	15,7	14,6
120	17,9	11,9	4,51	3,22	15,0	14,3
Teste F						
C	115,05**	51,61**	31,04**	9,18**	53,01**	8,10*
N	2,12 ^{ns}	13,05**	0,02 ^{ns}	0,99 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,61 ^{ns}
C x N	1,46 ^{ns}	16,11**	0,27 ^{ns}	1,04 ^{ns}	1,28 ^{ns}	0,75 ^{ns}
CV (%)	8,96	7,57	6,17	8,94	14,20	13,1

⁽¹⁾ Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade. * e ** significativo a 1 e 5%, ns – não significativo.

Tabela 7 – Desdobramento da interação coberturas vegetais x doses de N referente ao teor de nitrogênio (g kg^{-1}) na matéria seca da parte aérea. Selvíria, 2014/15⁽¹⁾.

Coberturas vegetais	Doses de N (kg ha^{-1})				Teste F – regressão (N d. C)
	0	40	80	120	
Milheto	15,5 a	11,4 b	9,3 b	9,2 b	41,35**(RL) ⁽²⁾
Sorgo	13,9 a	14,5 a	13,8 a	14,7 a	1,45 ^{ns}
Teste F (C d. N)	4,44 ^{ns}	14,70**	31,87**	48,92**	-
DMS (C d. N): 1,7 g kg^{-1}					

⁽¹⁾ Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade. * e ** significativo a 1 e 5%, ns – não significativo. RQ: regressão quadrática. ⁽²⁾ $Y = 14,5800 - 0,0053 N$; $R^2 = 0,8530$.

4.1.3 Teores de Ca, Mg, S e Mo na matéria seca da parte aérea

Os valores referentes aos teores de Ca, Mg, S e Mo na parte aérea das coberturas vegetais sob efeito de doses de N estão expressos na Tabela 8. Tanto no primeiro como no segundo ano o milheto apresentou maior teor de Ca, S e Mo na parte aérea. Segundo Lange et al. (2006), uma grande produtividade de MS pode ter efeito depressivo nos teores de Ca, em razão do efeito de diluição. Neste trabalho, no segundo ano houve um aumento do acúmulo de MS em comparação com o primeiro, contudo, o teor de Ca não foi reduzido. Isto indica que mesmo produzindo maior quantidade de palhada o milheto consegue manter o teor de Ca e isto pode estar relacionado com a maior tolerância à acidez que esta espécie possui em comparação com o sorgo e à capacidade de emissão de novas raízes, fatores que possivelmente contribuíram para aumentar a absorção de Ca^{2+} e o teor deste nutriente na MS.

Borges et al. (2014) avaliaram a absorção de nutrientes e alterações químicas em Latossolos cultivados com plantas de cobertura em rotação com soja e milho. Estes autores verificaram teores de Ca semelhantes ao deste trabalho para a pesquisa realizada em Selvíria-MS (3,04 e 3,20 g kg⁻¹) utilizando 15 e 20 kg ha⁻¹ de sementes de milheto. Para uma produtividade de MS de 10.673 kg ha⁻¹, Cazetta et al. (2005) verificaram na palhada de milheto teor de Ca superior ao obtido neste trabalho (5,9 g kg⁻¹). Ferrari Neto et al. (2011) e Soratto e Crusciol (2007) também observaram teores superiores de Ca na palhada do milheto (4,0 e 5,2 g kg⁻¹) e Silva et al. (2014) obtiveram valores semelhantes do teor deste nutriente (3,4 g kg⁻¹) em pesquisa com a cultura do milheto como cobertura vegetal para o feijoeiro na mesma região.

Para o Mg não foi observado efeito significativo dos tratamentos utilizados. Segundo Malavolta et al. (1997) o magnésio é um nutriente que possui o contato predominante do íon com a raiz do tipo fluxo de massa (87%), entretanto, a interceptação radicular também é um processo que está presente (13%). Com base nesta característica era esperado que o milheto apresentasse maior teor deste elemento na MS quando comparado ao sorgo, fato que não foi observado neste trabalho. Provavelmente, este comportamento deve estar relacionado com a semelhança entre as espécies no que diz respeito à sua exigência por Mg conforme foi apresentado por Borges et al. (2014) que em pesquisa com coberturas vegetais observaram que os teores de Mg na matéria seca do milheto e do sorgo estavam próximos.

Como mencionado anteriormente o milheto apresentou maior conteúdo de S na MS em relação ao sorgo tanto na safra 2013/14 quanto na 2014/15. Este comportamento pode estar associado ao sinergismo entre o P e o S. Como o milheto apresentou maior teor de P e ocorre

demanda por adenosina trifosfato (ATP) nos início da redução assimilatória do sulfato (PRADO, 2008) é provável que houve uma redução mais eficiente de S. A necessidade de S para uma adequada nutrição e crescimento das plantas varia de 1 a 5 g kg⁻¹ de MS vegetal (VITTI, LIMA ; CICARONE, 2006), portanto, nas condições deste trabalho, tanto o milho quanto o sorgo apresentaram valores dentro deste intervalo.

Tabela 8 – Teores de Ca, Mg e S (g kg^{-1}) e de Mo (mg kg^{-1}) na matéria seca da parte aérea das coberturas vegetais sob efeito de doses de N. Selvíria, MS, 2013/14 e 2014/15⁽¹⁾.

Tratamentos	Ca		Mg		S		Mo	
	13/14	14/15	13/14	14/15	13/14	14/15	13/14	14/15
Coberturas vegetais - C								
Milheto	3,00a	3,22a	4,01a	2,62a	2,61a	2,19a	2,04a	1,44a
Sorgo	2,62b	2,89b	3,81a	2,95a	1,68b	1,32b	1,55b	1,26b
DMS	0,34	0,31	0,39	0,35	0,19	0,16	0,24	0,12
Doses de N (kg ha^{-1}) – N								
0	2,83	3,35	4,21	2,87	2,09	1,68	2,02	1,30
40	2,96	2,98	3,90	2,88	2,17	1,79	1,73	1,36
80	2,57	3,00	3,67	3,00	2,09	1,71	1,66	1,32
120	2,88	2,91	3,86	2,41	2,21	1,84	1,78	1,43
Teste F								
C	5,52*	5,16*	1,19 ^{ns}	4,14 ^{ns}	99,46*	125,88**	17,75**	11,34**
N	1,07 ^{ns}	1,79 ^{ns}	1,56 ^{ns}	2,46 ^{ns}	0,39 ^{ns}	0,92 ^{ns}	1,82 ^{ns}	1,01 ^{ns}
C x N	0,54 ^{ns}	1,11 ^{ns}	1,79 ^{ns}	0,65 ^{ns}	0,38 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,49 ^{ns}	0,73 ^{ns}
CV (%)	13,96	11,73	11,42	14,37	10,66	10,91	15,79	9,84

⁽¹⁾ Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade. * e ** significativo a 1 e 5%, ns – não significativo.

4.1.4 Acúmulo de N, P e K na matéria seca da parte aérea

Os valores referentes aos acúmulos de N, P e K nas coberturas vegetais sob efeito de doses de N estão expressos na Tabela 9. Não houve efeito significativo dos tratamentos para tais variáveis em 2014/15. No primeiro ano, o milho apresentou maior acúmulo de N na ausência da adubação nitrogenada. Para o efeito de doses em coberturas vegetais obteve-se ajuste quadrático no sorgo com ponto de máximo estimado na dose de 76,9 kg ha^{-1} de N. Este comportamento distinto obtido em ambos os anos pode estar relacionado ao acúmulo de MS e ao teor de N na palhada. No primeiro ano houve maior produtividade de MS no sorgo nas doses de 40, 80 e 120 kg ha^{-1} , contudo, o teor de N nesta cobertura vegetal foi inferior ao do milho, o que pode estar relacionado à um efeito de diluição deste nutriente em virtude do maior acúmulo de MS por esta espécie.

Cazetta et al. (2005) verificaram que o milho apresentou maior acúmulo de N (265 kg ha^{-1}) quando comparado à crotalaria (137 kg ha^{-1}). Torres et al. (2008), utilizando o milho como cobertura de solo, obtiveram acúmulo de N da ordem de $165,6 \text{ kg ha}^{-1}$ para uma produtividade de MS de $10.300 \text{ kg ha}^{-1}$, na primavera (agosto-novembro) e de $55,8 \text{ kg ha}^{-1}$ referente a uma produtividade de MS de 3.600 kg ha^{-1} , no outono (abril-julho). Silva et al. (2014) verificaram acúmulo de 146 e 104 kg ha^{-1} de N no milho.

Os dados para o acúmulo de P ajustaram-se de maneira quadrática em ambas as espécies com pontos de máximo nas doses de $65,2$ e $69,7 \text{ kg ha}^{-1}$ de N o que correspondeu aos acúmulos de $36,9$ e $73,4 \text{ kg ha}^{-1}$ de P para milho e sorgo respectivamente. O sorgo foi superior nas doses de 40 , 80 e 120 kg ha^{-1} de N, entretanto, na ausência de N em cobertura, não houve diferença entre as coberturas vegetais para tal variável (Tabela 11).

O acúmulo de K foi maior no milho sem aplicação de N em cobertura e o sorgo foi superior nas demais doses. Para o efeito de doses de N em coberturas vegetais observou-se ajuste significativo para o sorgo com o máximo acúmulo de potássio ($214,3 \text{ kg ha}^{-1}$ de K) na dose de $67,2 \text{ kg ha}^{-1}$ de N (Tabela 12). O sistema radicular profundo do milho permite ciclagem de nutrientes em quantidades consideráveis, deixando-os disponíveis as culturas subsequentes, uma vez que as plantas de milho absorvem os nutrientes das camadas subsuperficiais do solo e os liberam, posteriormente, na camada superficial após a decomposição dos seus resíduos (PIRES et al., 2007).

Tabela 9 – Acúmulo de N, P e K (kg ha^{-1}) na matéria seca da parte aérea das coberturas vegetais sob efeito de doses de N. Selvíria, MS, 2013/14 e 2014/15⁽¹⁾.

Tratamentos	N		P		K	
	13/14	14/15	13/14	14/15	13/14	14/15
Coberturas vegetais – C						
Milheto	134,6	195,4a	32,6	56,8a	124,1	263,0a
Sorgo	170,4	232,5a	52,9	48,5a	154,6	220,4a
DMS	20,3	58,4	9,3	12,9	19,2	62,4
Doses de N (kg ha^{-1}) – N						
0	96,1	242,8	27,4	51,3	92,5	231,8
40	172,9	195,9	50,3	49,9	159,6	237,2
80	186,4	170,8	54,1	44,2	181,8	213,1
120	154,5	246,2	39,4	65,0	123,7	284,7
Teste F						
C	14,21**	1,85 ^{ns}	80,08**	1,89 ^{ns}	11,53**	2,14 ^{ns}
N	17,58**	1,82 ^{ns}	27,95**	2,15 ^{ns}	19,26**	1,09 ^{ns}
C x N	7,73**	2,58 ^{ns}	13,39**	0,30 ^{ns}	10,52**	0,65 ^{ns}
CV (%)	15,25	31,21	13,02	28,01	15,76	29,53

⁽¹⁾ Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade. * e ** significativo a 1 e 5%, ns – não significativo.

Tabela 10 – Desdobramento da interação coberturas vegetais x doses de N referente ao acúmulo de N (kg ha^{-1}) na matéria seca da parte aérea. Selvíria, MS, 2013/14⁽¹⁾.

Coberturas vegetais	Doses de N (kg ha^{-1})				Teste F – regressão (N d. C)
	0	40	80	120	
Milheto	117,6 a	139,4 b	158,1 b	123,3 b	4,74 ^{ns}
Sorgo	74,5 b	206,6 a	214,7 a	185,7 a	26,17** (RQ) ⁽²⁾
Teste F (C d. N)	5,16*	12,55**	8,89**	10,79**	-
DMS (C d. N): 40,7 kg ha^{-1}					

⁽¹⁾ Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade. * e ** significativo a 1 e 5%, ns – não significativo. RQ: regressão quadrática. ⁽²⁾ $Y = 78,8450 + 3,8748 N - 0,0252 N^2$; $R^2 = 0,9703$ (PM = 76,9 kg ha^{-1} de N).

Tabela 11 – Desdobramento da interação coberturas vegetais x doses de N referente ao acúmulo de P (kg ha⁻¹) na matéria seca da parte aérea. Selvíria, MS, 2013/14⁽¹⁾.

Coberturas vegetais	Doses de N (kg ha ⁻¹)				Teste F – regressão (N d. C)
	0	40	80	120	
Milheto	28,6 a	32,4 b	39,8 b	29,7 b	8,01**(RQ) ⁽²⁾
Sorgo	26,1 a	68,2 a	68,4 a	29,7 a	55,19**(RQ) ⁽³⁾
Teste F (C d. N)	0,31 ^{ns}	61,97**	39,57**	18,41**	-

DMS (C d. N): 9,8 kg ha⁻¹

⁽¹⁾ Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade. * e ** significativo a 1 e 5%, ns – não significativo. RQ: regressão quadrática. ⁽²⁾ $Y = 27,5600 + 0,2870 N - 0,0022 N^2$; $R^2 = 0,7024$ (PM = 65,2 kg ha⁻¹ de N). ⁽³⁾ $Y = 27,2150 + 1,3245 N - 0,0095 N^2$; $R^2 = 0,9794$ (PM = 69,7 kg ha⁻¹ de N).

Tabela 12 – Desdobramento da interação coberturas vegetais x doses de N referente ao acúmulo de K (kg ha⁻¹) na matéria seca da parte aérea. Selvíria, MS, 2013/14⁽¹⁾.

Coberturas vegetais	Doses de N (kg ha ⁻¹)				Teste F – regressão (N d. C)
	0	40	80	120	
Milheto	114,8 a	115,4 b	150,8 b	115,6 a	2,17 ^{ns}
Sorgo	70,2 b	203,6 a	212,8 a	131,8 a	58,07**(RQ) ⁽²⁾
Teste F (C d. N)	6,16**	24,16**	11,95**	0,81 ^{ns}	-

DMS (C d. N): 38,4 kg ha⁻¹

⁽¹⁾ Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade. * e ** significativo a 1 e 5%, ns – não significativo. RQ: regressão quadrática. ⁽²⁾ $Y = 71,9316 + 4,5041N - 0,0335 N^2$; $R^2 = 0,9957$ (PM = 67,2 kg ha⁻¹ de N).

4.1.5 Acúmulo de Ca, Mg, S e Mo na matéria seca da parte aérea

Os valores médios referentes ao acúmulo de Ca, Mg, S e Mo nas coberturas vegetais sob efeito de doses de N estão expressos na Tabela 13. No primeiro ano, o acúmulo de Ca e de Mg nas coberturas vegetais não se diferiram na ausência de adubação nitrogenada. Em relação ao efeito de doses, verificou-se ajuste significativo apenas no sorgo. O maior acúmulo de Ca (43,9 kg ha⁻¹) e de Mg (63,8 kg ha⁻¹) foram obtidos pela aplicação de 68,7 (Tabela 14) e 65,3 kg ha⁻¹ de N (Tabela 15), respectivamente. No milheto, Silva (2011) obtiveram acúmulo de Ca (7,8 kg ha⁻¹) e de Mg (12,4 kg ha⁻¹) inferiores ao deste trabalho o que pode estar relacionado à baixa produtividade de MS obtida por este autor (3.818 kg ha⁻¹). Costa et al. (2015) verificaram no sorgo maior acúmulo de Ca (28,4 kg ha⁻¹) na primeira época de semeadura, realizada em 10/09/2014 e de Mg (52,5 kg ha⁻¹) na segunda época (27/09/2015).

No primeiro ano, o milheto apresentou maior acúmulo de S na ausência de N, todavia, nas doses seguintes o sorgo foi superior. Houve ajuste quadrático para esta variável com pontos de máximo em 64,6 e 74,4 kg ha⁻¹ de N, as quais correspondem ao acúmulo de 30,9 e 65,2 kg ha⁻¹ de S para milheto e sorgo respectivamente (Tabela 16). No segundo ano o sorgo apresentou maior acúmulo deste nutriente. Para o Mo verificou-se efeito significativo dos tratamentos utilizados apenas no primeiro ano de estudo. Na ausência de adubação nitrogenada não houve diferença entre as coberturas vegetais, contudo, o sorgo foi superior nas doses de 40, 80 e 120 kg ha⁻¹ de N. Em relação ao efeito de doses de N em coberturas vegetais obteve-se ajuste quadrático para o sorgo com o maior acúmulo de Mo (25,9 g ha⁻¹) referente à aplicação de 68,8 kg ha⁻¹ de N (Tabela 17).

Tabela 13 – Acúmulo de Ca, Mg e S (kg ha⁻¹) e de Mo (g ha⁻¹) na matéria seca da parte aérea das coberturas vegetais sob efeito de doses de N. Selvíria, MS, 2013/14 e 2014/15⁽¹⁾.

Tratamentos	Ca		Mg		S		Mo	
	13/14	14/15	13/14	14/15	13/14	14/15	13/14	14/15
Coberturas vegetais – C								
Milheto	20,1	49,5a	26,9	32,7a	17,5	22,4b	13,5	24,7a
Sorgo	32,8	52,3a	47,1	35,6a	21,1	35,6a	19,3	20,7a
DMS	4,3	14,7	5,7	8,0	1,9	8,0	2,4	5,7
Doses de N (kg ha⁻¹) – N								
0	17,1	56,1	25,7	35,3	12,5	26,6	12,1	22,3
40	33,1	45,1	44,2	33,4	22,3	29,9	18,5	20,8
80	30,2	43,8	44,7	33,8	23,8	25,0	19,9	18,9
120	25,3	56,5	33,5	34,2	18,6	37,5	15,1	29,1
Teste F								
C	39,24**	1,68 ^{ns}	57,87*	0,57 ^{ns}	16,61*	12,63**	25,24*	2,30 ^{ns}
			*		*		*	
N	11,99**	1,19 ^{ns}	11,82*	0,04 ^{ns}	32,63*	2,33 ^{ns}	9,35**	2,74 ^{ns}
			*		*			
C x N	7,18**	0,72 ^{ns}	7,55**	0,09 ^{ns}	12,17*	0,78 ^{ns}	7,68**	0,09 ^{ns}
					*			
CV (%)	18,78	33,07	17,62	26,86	11,16	31,55	17,06	28,95

⁽¹⁾Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade. * e ** significativo a 1 e 5%, ns – não significativo.

Tabela 14 – Desdobramento da interação coberturas vegetais x doses de N referente ao acúmulo de Ca (kg ha⁻¹) na matéria seca da parte aérea. Selvíria, MS, 2013/14⁽¹⁾.

Coberturas vegetais	Doses de N (kg ha ⁻¹)				Teste F – regressão (N d. C)
	0	40	80	120	
Milheto	17,5 a	20,2 b	23,9 b	18,8 b	5,52 ^{ns}
Sorgo	16,7 a	46,1 a	35,6 a	31,8 a	17,95** (RQ) ⁽²⁾
Teste F (C d. N)	0,04 ^{ns}	40,75**	9,69**	10,32**	-
DMS (C d. N): 8,7 kg ha⁻¹					

⁽¹⁾ Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade. * e ** significativo a 1 e 5%, ns – não significativo. RQ: regressão quadrática. ⁽²⁾ $Y = 18,9183 + 0,7287 N - 0,0053 N^2$, $R^2 = 0,7879$ (PM = 68,7 kg ha⁻¹ de N).

Tabela 15 - Desdobramento da interação coberturas vegetais x doses de N referente ao acúmulo de Mg na matéria seca da parte aérea. Selvíria, MS, 2013/14⁽¹⁾.

Coberturas vegetais	Doses de N (kg ha ⁻¹)				Teste F – regressão (N d. C)
	0	40	80	120	
Milheto	24,3 a	26,1 b	30,9 b	26,2 b	1,11 ^{ns}
Sorgo	27,1 a	62,2 a	58,5 a	40,7 a	30,94 ^{**} (RQ) ⁽²⁾
Teste F (C d. N)	0,29 ^{ns}	46,15 ^{**}	26,74 ^{**}	7,35 [*]	-

DMS (C d. N): 11,4 kg ha⁻¹

⁽¹⁾ Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade. * e ** significativo a 1 e 5%, ns – não significativo. RQ: regressão quadrática. ⁽²⁾ $Y = 28,3700 + 1,0845 N - 0,0083 N^2$; $R^2 = 0,9617$ (PM = 65,3 kg ha⁻¹ de N).

Tabela 16 – Desdobramento da interação coberturas vegetais x doses de N referente ao acúmulo de S na matéria seca da parte aérea. Selvíria, MS, 2013/14⁽¹⁾.

Coberturas vegetais	Doses de N (kg ha ⁻¹)				Teste F – regressão (N d. C)
	0	40	80	120	
Milheto	15,2 a	18,0 b	21,2 b	15,7 b	8,73 [*] (RQ) ⁽²⁾
Sorgo	9,8 b	26,5 a	26,4 a	21,6 a	92,78 ^{**} (RQ) ⁽³⁾
Teste F (C d. N)	9,32 ^{**}	23,56 ^{**}	8,74 ^{**}	11,52 ^{**}	-

DMS (C d. N): 3,7 kg ha⁻¹

⁽¹⁾ Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade. * e ** significativo a 1 e 5%, ns – não significativo. RQ: regressão quadrática. ⁽²⁾ $Y = 14,7167 + 0,1679 N - 0,0013 N^2$; $R^2 = 0,8200$ (PM = 64,6 kg ha⁻¹ de N). ⁽³⁾ $Y = 10,4167 + 0,4908 N - 0,0033 N^2$; $R^2 = 0,9589$ (PM = 74,4 kg ha⁻¹ de N).

Tabela 17 – Desdobramento da interação coberturas vegetais x doses de N referente ao acúmulo de Mo na matéria seca parte aérea. Selvíria, MS, 2013/14⁽¹⁾.

Coberturas vegetais	Doses de N (kg ha ⁻¹)				Teste F – regressão (N d. C)
	0	40	80	120	
Milheto	13,6 a	13,2 b	14,8 b	12,5 b	1,45 ^{ns}
Sorgo	10,6 a	23,7 a	25,1 a	17,7 a	37,29 ^{**} (RQ) ⁽²⁾
Teste F (C d. N)	1,76 ^{ns}	20,97 ^{**}	20,31 ^{**}	5,24 ^{**}	-

DMS (C d. N): 4,9 kg ha⁻¹

⁽¹⁾ Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade. * e ** significativo a 1 e 5%, ns – não significativo. RQ: regressão quadrática. ⁽²⁾ $Y = 10,7516 + 0,4400 N - 0,0032 N^2$; $R^2 = 0,9965$ (PM = 68,8 kg ha⁻¹ de N).

4.2 Cultura da soja

4.2.1 Teores foliares de N, P e K

Em 2013/14 houve interação significativa entre as doses de N aplicadas nas coberturas vegetais x doses de Mo foliar para o teor foliar de N (Tabela 18). Pela Tabela 19 verificou-se ajuste quadrático do teor deste nutriente em função de doses de Mo na dose de 120 kg ha⁻¹ de N com ponto de máximo em 24,5 g ha⁻¹ de Mo. Em relação ao efeito de doses de N dentro de doses de Mo observou-se que o teor deste nutriente foi reduzido até a dose de 43,5 kg ha⁻¹ de N com 12,5 g ha⁻¹ de Mo foliar na soja.

O Mo afeta dois fatores no metabolismo do N, a redução do nitrato a nitrito e a atividade da nitrogenase. O papel do Mo na redutase do nitrato é a transferência de elétrons do Mo para o nitrito, para que ocorra redução de NO₃⁻ a NO₂⁻. Na nitrogenase o Mo está presente na forma de Fe-Mo proteína, sendo que este ao receber elétrons da Fe-proteína se liga a N₂, e na presença destes elétrons, mais H advindos do processo de respiração via metabolismo oxidativo, juntamente com ATPs ocorre a quebra da ligação tripla do N₂ atmosférico resultando em NH₃ + H₂, sendo assim assimilado pela planta (PRADO, 2008). Portanto, o resultado obtido neste trabalho pode ser atribuído à melhor FBN obtida pela aplicação de 24,5 g ha⁻¹ de Mo o que aliado à decomposição da MS e liberação do N na dose de 120 kg ha⁻¹ favoreceu a absorção deste nutriente pela soja.

Não houve efeito significativo dos tratamentos para o teor foliar de P em ambas as safras (Tabela 19). Os teores de P encontram-se dentro da faixa considerada adequada (2,5-5,0 g kg⁻¹) por Ambrosano et al. (1997). Esse fato deve estar relacionado ao suprimento de P pela solubilização do fertilizante e do teor do nutriente no solo da área experimental não ser limitante ao desenvolvimento da cultura (SOUSA ; LOBATO, 2004:), fato que reflete o suficiente suprimento deste elemento para a soja. Caioni (2015) não observaram efeito significativo do nitrogênio e do molibdênio aplicados na cultura do milho no teor foliar de P na cultura da soja em sucessão utilizando o mesmo cultivar do presente trabalho. Silva (2008) também não obteve diferença no teor foliar de P na soja semeada sobre a palhada de milho e de sorgo.

No segundo ano, a soja semeada sobre palhada de milho apresentou maior teor de K. Além disso, o teor deste nutriente foi reduzido de forma linear em função do efeito das doses de N na dose de 12,5 g ha⁻¹ de Mo e apresentou ajuste quadrático na dose de 50 g ha⁻¹ de Mo

com maior teor de K (17 g kg^{-1}) correspondente à aplicação de $61,3 \text{ kg ha}^{-1}$ de N nas coberturas vegetais (Tabela 20).

A baixa perda de água pelas plantas bem supridas em K se deve à redução na taxa de transpiração, o qual não depende apenas do potencial osmótico das células, mas também é controlada pela abertura e fechamento de estômatos. Portanto, as plantas bem supridas em K têm maior eficiência do uso da água (NEIVA, 1977). Ao contrário do N e do P, o K não faz parte de nenhum composto orgânico dentro da planta, portanto, não possui função estrutural (MALAVOLTA, 2006; PRADO, 2008). Após iniciar o processo decomposição, este nutriente é mais facilmente liberado o que decorre do fato de não estar associado a nenhum componente estrutural do tecido vegetal (HAWKESFORD et al., 2012). Diante disso, o resultado verificado neste trabalho pode ser atribuído ao maior acúmulo deste nutriente na palhada de milho o que, devido à decomposição da MS e rápida liberação deste elemento, proporcionou maiores valores de K na soja.

Tabela 18 - Teores foliares de N, P e K (g kg^{-1}) na cultura da soja sob efeito de coberturas vegetais, doses de N e doses de Mo foliar. Selvíria, MS, 2013/14 e 2014/15⁽¹⁾.

Tratamentos	N		P		K	
	13/14	14/15	13/14	14/15	13/14	14/15
Coberturas vegetais – C						
Milheto	43,2 a	39,0 a	4,59 a	3,85 a	11,7 a	15,6 a
Sorgo	42,3 a	39,9 a	4,46 a	3,71 a	11,5 a	14,7 b
DMS	1,6	1,5	0,17	0,14	0,7	0,9
Doses de N (kg ha^{-1}) – N						
0	42,0	39,8	4,46	3,81	11,5	15,6
40	41,7	39,4	4,41	3,76	11,3	16,2
80	43,4	39,9	4,67	3,80	11,5	14,6
120	43,8	38,9	4,57	3,76	12,1	14,1
Doses de Mo foliar (g ha^{-1}) – Mo						
0	42,5	39,6	4,63	3,82	12,1	14,9
12,5	42,2	39,8	4,54	3,75	11,4	15,4
25	43,1	39,0	4,47	3,78	11,2	14,9
50	43,1	39,5	4,47	3,77	11,7	15,3
Teste F						
C	1,25 ^{ns}	1,59 ^{ns}	2,51 ^{ns}	3,58 ^{ns}	0,06 ^{ns}	4,80*
N	1,56 ^{ns}	0,34 ^{ns}	1,80 ^{ns}	0,14 ^{ns}	1,19 ^{ns}	4,49**
Mo	0,33 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,79 ^{ns}	0,16 ^{ns}	1,22 ^{ns}	0,31 ^{ns}
C x N	1,76 ^{ns}	0,88 ^{ns}	0,83 ^{ns}	0,66 ^{ns}	0,09 ^{ns}	1,40 ^{ns}
C x Mo	0,11 ^{ns}	0,31 ^{ns}	1,85 ^{ns}	1,04 ^{ns}	1,54 ^{ns}	1,31 ^{ns}
N x Mo	2,81**	1,51 ^{ns}	0,97 ^{ns}	0,39 ^{ns}	1,11 ^{ns}	3,30**
C x N x Mo	1,60 ^{ns}	1,05 ^{ns}	0,62 ^{ns}	0,98 ^{ns}	0,56 ^{ns}	1,85 ^{ns}
CV (%)	9,17	9,21	4,95	9,36	14,89	14,30

⁽¹⁾ Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade. * e ** significativo a 1 e 5%, ns-não significativo.

Tabela 19 - Desdobramento da interação doses de N x doses de Mo foliar referente ao teor foliar de N. Selvíria, MS, 2013/14⁽¹⁾.

Doses de Mo foliar (g ha ⁻¹)	Doses de N (kg ha ⁻¹)				F – regressão (N d. Mo)
	0	40	80	120	
0	42,3	43,4	42,8	41,4	0,84 ^{ns}
12,5	41,9	37,3	42,2	47,4	23,08**(RQ) ⁽³⁾
25	39,9	44,8	43,5	44,3	1,75 ^{ns}
50	44,0	41,4	44,9	42,0	0,30 ^{ns}
F – regressão (Mo d. N)	5,51 ^{ns}	0,07 ^{ns}	1,19 ^{ns}	6,67*(RQ) ⁽²⁾	-

⁽¹⁾ * e ** significativo a 1 e 5%, ns – não significativo. RQ: regressão quadrática. ⁽²⁾ $Y = 42,2385 + 0,3137 \text{ Mo} - 0,0064 \text{ Mo}^2$; $R^2 = 0,6095$ (PM = 24,5 g ha⁻¹ de Mo). ⁽³⁾ $Y = 41,4517 - 0,1306 \text{ N} + 0,0015 \text{ N}^2$; $R^2 = 0,9145$ (Pm = 43,5 kg ha⁻¹ de N).

Tabela 20 - Desdobramento da interação doses de N x doses de Mo foliar referente ao teor foliar de K. Selvíria, MS, 2014/15⁽¹⁾.

Doses de Mo foliar (g ha ⁻¹)	Doses de N (kg ha ⁻¹)				F – regressão (N d. Mo)
	0	40	80	120	
0	15,8	15,0	13,7	15,1	0,35 ^{ns}
12,5	17,4	15,1	14,8	14,2	11,26*(RL) ⁽²⁾
25	16,2	15,4	14,6	13,7	5,67 ^{ns}
50	13,3	19,2	15,4	13,5	14,98**(RQ) ⁽³⁾
F – regressão (Mo d. N)	2,71 ^{ns}	0,32 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,77 ^{ns}	-

⁽¹⁾ * e ** significativo a 1 e 5%, ns – não significativo. RQ: regressão quadrática. ⁽²⁾ $Y = 16,8313 - 0,0240 \text{ N}$; $R^2 = 0,8209$. ⁽³⁾ $Y = 13,6342 + 0,1104 \text{ N} - 0,0009 \text{ N}^2$; $R^2 = 0,8038$ (PM = 61,3 kg ha⁻¹ de N).

4.2.2 Teores foliares de Ca, Mg, S e Mo

Os teores foliares de Ca, Mg, S e Mo na cultura da soja estão apresentados na Tabela 21. Os valores Ca, Mg e S encontram-se dentro da faixa considerada adequada para a soja (Ca = 4-20; Mg = 3,0- 10,0; S = 2,1-4,0 g kg⁻¹) segundo Ambrosano et al. (1997). Em 2013/14, obteve-se efeito da interação coberturas vegetais x doses de N para o teor foliar de Ca e Mg. A soja sobre a palhada de milho apresentou maior teor de Ca e Mg na ausência de adubação nitrogenada e sobre a palhada de sorgo apresentou maior teor desses nutrientes com a aplicação de 120 kg ha⁻¹ de N.

Este fato pode ser relacionado com o acúmulo destes nutrientes pelo sorgo e pela MS remanescente. O sorgo apresentou maior produtividade de MS em comparação com o milho, entretanto, na dose de 120 kg ha⁻¹ de N a taxa de decomposição da palhada entre 31 e 61 DAE foi de 37,8% enquanto sem N em cobertura foi de 10,8%. Os valores de MS remanescente aos 61 DAE foram próximos entre estas doses de N, entretanto, o sorgo apresentou maior decomposição e, portanto, maior liberação do Ca e do Mg para a soja.

Em 2014/15 o teor foliar de S na cultura da soja ajustou-se de maneira linear crescente em função das doses residuais de N na dose de 50 g ha⁻¹ de Mo (Tabela 24). O N e o S são nutrientes que atuam na formação de proteínas. Estas são compostos orgânicos, às quais a maior parte do S e também do N se incorpora. Nas proteínas são encontrados cerca de 34 átomos de N para cada átomo de S. Os aminoácidos que contém pontes dissulfetos auxiliam a estabilidade da estrutura proteica (KRISHNAN, 2005). O resultado obtido neste trabalho evidencia o papel do Mo e do N no teor de S devido à participação do Mo como constituinte de enzimas que participam do metabolismo do N e do S, portanto, a aplicação de N juntamente com o Mo foliar contribuiu para aumentar a síntese de aminoácidos sulfatados e, consequentemente, proteínas.

A soja sobre a palhada de milho apresentou maior teor foliar de Mo em ambas as safras, entretanto, não se verificou efeito significativo de doses de Mo foliar. Este fato pode ser atribuído à condição química do solo na área experimental. O Mo, diferentemente de outros micronutrientes (Fe, Mn, Cu e Zn), possui sua disponibilidade aumentada em função do aumento do pH do solo (DECHEN ; NACHTIGALL, 2006). Portanto, a ausência de resposta à adubação mólbdica foliar pode ser atribuída à boa disponibilidade deste micronutriente no solo e à sua ciclagem pelas coberturas vegetais, fatores que, atuando em conjunto, contribuíram para proporcionar teores de Mo próximos à faixa de suficiência recomendada por Ambrosano et al. (1997) que é de 1-5 mg kg⁻¹.

Tabela 21 - Teores foliares de Ca, Mg e S (g kg^{-1}) e de Mo (mg kg^{-1}) na cultura da soja sob efeito de coberturas vegetais, doses de N e doses de Mo foliar. Selvíria, MS, 2013/14 e 2014/15⁽¹⁾.

Tratamentos	Ca		Mg		S		Mo	
	13/14	14/15	13/14	14/15	13/14	14/15	13/14	14/15
Coberturas vegetais - C								
Milheto	7,70	8,35 a	3,91	3,52 a	2,89 a	2,58 a	6,25 a	6,42 a
Sorgo	8,14	8,13 a	3,95	3,43 a	3,02 a	2,61 a	5,62 b	5,57 b
DMS	0,55	0,48	0,24	0,17	0,15	0,13	0,41	0,46
Doses de N (kg ha^{-1}) – N								
0	7,92	8,24	3,93	3,52	2,90	2,53	5,94	6,15
40	7,72	8,01	3,79	3,41	2,88	2,56	5,75	5,98
80	8,07	8,36	4,04	3,47	3,07	2,61	6,08	5,88
120	7,98	8,34	3,97	3,50	2,97	2,68	5,97	5,98
Doses de Mo foliar (g ha^{-1}) – Mo								
0	8,26	8,28	4,09	3,52	2,93	2,69	5,86	6,01
12,5	7,72	7,90	3,79	3,37	2,94	2,53	5,98	5,78
25	7,59	8,15	3,83	3,42	3,00	2,55	5,99	6,09
50	8,12	8,62	4,02	3,59	2,96	2,60	5,91	6,10
Teste F								
C	2,50 ^{ns}	0,79 ^{ns}	0,11 ^{ns}	1,11 ^{ns}	3,38 ^{ns}	0,21 ^{ns}	9,31**	13,14**
N	0,30 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,76 ^{ns}	0,25 ^{ns}	1,45 ^{ns}	1,09 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,23 ^{ns}
Mo	1,36 ^{ns}	1,48 ^{ns}	1,52 ^{ns}	1,19 ^{ns}	0,18 ^{ns}	1,18 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,38 ^{ns}
C x N	8,25**	1,55 ^{ns}	5,23**	1,33 ^{ns}	0,67 ^{ns}	0,65 ^{ns}	0,36 ^{ns}	0,96 ^{ns}
C x Mo	0,81 ^{ns}	0,49 ^{ns}	1,34 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,46 ^{ns}	0,68 ^{ns}	0,78 ^{ns}	0,39 ^{ns}
N x Mo	0,98 ^{ns}	1,02 ^{ns}	0,44 ^{ns}	0,33 ^{ns}	0,82 ^{ns}	2,82**	0,94 ^{ns}	1,56 ^{ns}
C x N x Mo	0,67 ^{ns}	0,41 ^{ns}	1,07 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,61 ^{ns}	0,77 ^{ns}	0,82 ^{ns}	0,59 ^{ns}
CV (%)	16,98	14,38	14,78	12,52	12,12	12,16	16,98	18,99

⁽¹⁾ Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade. * e ** significativo a 1 e 5%, ns – não significativo.

Tabela 22 - Desdobramento da interação coberturas vegetais x doses de N referente ao teor foliar de Ca. Selvíria, MS, 2013/14⁽¹⁾.

Coberturas vegetais	Doses de N (kg ha ⁻¹)				Teste F – regressão (N d. C)
	0	40	80	120	
Milheto	8,69 a	7,49 a	7,81 a	6,83 b	3,91 ^{ns}
Sorgo	7,14 b	7,94 a	8,34 a	9,14 a	5,58 ^{ns}
Teste F (C d. N)	7,97**	0,69 ^{ns}	0,89 ^{ns}	17,70**	-
DMS (C d. N): 1,4 g kg⁻¹					

⁽¹⁾ Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade. * e ** significativo a 1 e 5%, ns – não significativo.

Tabela 23 - Desdobramento da interação coberturas vegetais x doses de N referente ao teor foliar de Mg. Selvíria, MS, 2013/14⁽¹⁾.

Coberturas vegetais	Doses de N (kg ha ⁻¹)				Teste F – regressão (N d. C)
	0	40	80	120	
Milheto	4,27 a	3,77 a	3,95 a	3,67 b	3,35 ^{ns}
Sorgo	3,58 b	3,82 a	4,12 a	4,29 a	4,49 ^{ns}
Teste F (C d. N)	8,36**	0,04 ^{ns}	0,49 ^{ns}	6,92*	-
DMS (C d. N): 0,5 g kg⁻¹					

⁽¹⁾ Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade. * e ** significativo a 1 e 5%, ns – não significativo.

Tabela 24 - Desdobramento da interação doses de N x doses de Mo foliar referente ao teor foliar de S. Selvíria, MS, 2014/15⁽¹⁾.

Doses de Mo foliar (g ha ⁻¹)	Doses residuais de N (kg ha ⁻¹)				F – regressão (N d. Mo)
	0	40	80	120	
0	2,54	2,93	2,61	2,69	0,67 ^{ns}
12,5	2,68	2,46	2,40	2,60	1,10 ^{ns}
25	2,56	2,33	2,82	2,47	0,25 ^{ns}
50	2,33	2,51	2,60	2,96	10,25*(RL) ⁽²⁾
F – regressão (Mo d. N)	1,57 ^{ns}	5,76 ^{ns}	0,54 ^{ns}	1,82 ^{ns}	-

⁽¹⁾ * e ** significativo a 1 e 5%, ns – não significativo. RQ: regressão quadrática. ⁽²⁾ Y = 2,3020 + 0,0050 N; R² = 0,9337.

4.2.3 Estande, altura de inserção da primeira vagem e altura de planta

Os valores médios de estande, altura de inserção da primeira vagem e altura de planta da cultura da soja encontram-se na Tabela 25. Em ambas as safras observou-se maior número de plantas de soja sobre a palhada de sorgo. Isto pode estar relacionado com a menor resistência que o sorgo proporcionou ao corte da palhada o que favoreceu a deposição de sementes de soja no interior dos sulcos de semeadura. Além disso, o sorgo produziu maior quantidade de MS o que pode ter mantido o solo úmido por mais tempo melhorando com isso a germinação e emergência das plântulas de soja. O efeito do acúmulo de MS no estande da soja foi verificado por Zuim (2007) que observaram a maior população de plantas sobre palhada de braquiária. Lemos et al. (2003) observaram que o maior estande de soja na espécie que produziu maior quantidade de palhada que no caso foi o milheto. Já Silva (2008) observaram resultados contraditórios ao deste trabalho em que não verificaram efeito da palhada de milheto e de sorgo sobre o número de plantas de soja por hectare.

Na primeira safra não houve efeito significativo dos tratamentos para a altura de inserção da primeira vagem. Em 2014/15, observou-se pelo desdobramento coberturas vegetais x doses de N (Tabela 26) que a soja sobre a MS do sorgo adubado com 80 kg ha⁻¹ de N, apresentou maior altura de inserção da primeira vagem. O N faz parte da constituição de todas as enzimas, coenzimas, aminoácidos, proteínas e também faz parte dos pigmentos responsáveis pela clorofila (PRADO, 2008; MALAVOLTA et al., 1997) e tem, portanto, efeito no crescimento vegetativo das plantas.

Conforme observado por Teixeira et al. (2011) o sorgo apresentou maior velocidade de liberação de nitrogênio quando comparado ao milheto devido à sua menor relação C/N. Portanto, o fato ocorrido pode estar relacionado à possível imobilização inicial de N na palhada de milheto e maior absorção do N originado da decomposição da MS do sorgo o que proporcionou aumento do ciclo vegetativo e atraso no florescimento, reduzindo com isso o número de vagens próximas ao solo contribuindo para o aumento da altura de inserção da primeira vagem.

Em ambas as safras verificou-se efeito significativo isolado das coberturas vegetais na altura de plantas de soja. As plantas sobre a palhada de sorgo apresentaram maior altura em relação às aquelas cultivadas sobre a MS de milheto. O fato pode ser associado à maior população final de plantas obtida na semeadura sobre a palhada de sorgo o que favoreceu o crescimento em altura devido à maior competição intraespecífica por água, luz e nutrientes. A altura de plantas possui relevante importância para a soja, pois, plantas muito altas são mais

suscetíveis ao acamamento e à perda de grãos durante a colheita. Conforme Sedyama et al. (2009) existe uma relação inversamente proporcional entre a altura de plantas e o diâmetro do caule, quanto mais alta for a planta de soja mais fino será seu caule tendo, com isso, maior facilidade para a ocorrência de acamamento.

Tabela 25 – Estande (EST), altura de inserção da primeira vagem (AIV) e altura de planta (ALP) da cultura da soja sob efeito de coberturas vegetais, doses de N e doses de Mo foliar. Selvíria, MS, 2013/14 e 2014/15⁽¹⁾.

Tratamentos	EST (plantas ha ⁻¹)		AIV (cm)		ALP (cm)	
	13/14	14/15	13/14	14/15	13/14	14/15
Coberturas vegetais - C						
Milheto	207640 b	242500 b	13,8 a	12,3 b	66,1 b	85,1 b
Sorgo	218149 a	262593 a	13,5 a	13,2 a	76,2 a	89,9 a
DMS	9926	11673	1,4	0,7	4,9	2,7
Doses de N (kg ha⁻¹) - N						
0	217222	250833	13,6	13,0	69,2	88,2
40	213240	253888	14,0	12,9	74,4	87,9
80	210278	251667	13,9	12,2	70,9	86,2
120	210834	253795	13,0	12,7	70,0	87,8
Doses de Mo foliar (g ha⁻¹) - Mo						
0	209073	247315	13,7	12,7	70,8	88,3
12,5	216204	256018	13,0	13,5	68,2	85,1
25	221204	262315	13,7	12,3	70,2	88,1
50	205093	244538	14,2	12,4	75,3	88,6
Teste F						
C	4,48*	11,84**	0,12 ^{ns}	7,38**	16,83**	12,96**
N	0,40 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,39 ^{ns}	0,94 ^{ns}	0,86 ^{ns}	0,43 ^{ns}
Mo	2,10 ^{ns}	1,95 ^{ns}	0,49 ^{ns}	2,45 ^{ns}	1,49 ^{ns}	1,49 ^{ns}
C x N	0,05 ^{ns}	0,65 ^{ns}	1,63 ^{ns}	3,29*	1,51 ^{ns}	0,55 ^{ns}
C x Mo	0,08 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,42 ^{ns}	0,42 ^{ns}	0,05 ^{ns}
N x Mo	1,24 ^{ns}	1,19 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,68 ^{ns}	0,73 ^{ns}	1,28 ^{ns}
C x N x Mo	1,45 ^{ns}	0,99 ^{ns}	0,83 ^{ns}	1,20 ^{ns}	0,72 ^{ns}	1,92 ^{ns}
CV (%)	11,42	11,32	25,07	13,71	16,88	7,49

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns} – não - significativo. * e **significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 26 – Desdobramento da interação coberturas vegetais x doses de N referente à altura de inserção da primeira vagem. Selvíria, MS, 2014/15⁽¹⁾.

Coberturas vegetais	Doses de N (kg ha ⁻¹)				Teste F – regressão (N d. C)
	0	40	80	120	
Milheto	12,6 a	13,3 a	11,0 b	12,1 a	3,51 ^{ns}
Sorgo	13,4 a	12,6 a	13,5 a	13,4 a	0,52 ^{ns}
Teste F (C d. N)	1,03 ^{ns}	0,81 ^{ns}	11,96**	3,45 ^{ns}	-

DMS (C d. N): 1,4 cm

⁽¹⁾Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade. * e ** significativo a 1 e 5%, ns – não significativo.

4.2.4 Número de grãos por vagem e número de vagens por planta

Os valores médios do número de grãos por vagem e de vagens por planta encontram-se na Tabela 27. Não houve efeito significativo dos tratamentos no número de grãos por vagem em ambas os anos. Este resultado pode estar associado ao fato de que este componente de produção seja mais estável que os demais sendo pouco influenciado pelo ambiente. Silva (2011) não verificaram efeito significativo das coberturas vegetais utilizadas neste componente de produção. Oliveira (2015) também não observou efeito das doses de Mo para o referido componente de produtividade.

Na safra 2013/14, verificou-se maior número de vagens por planta sobre a palhada de milho na dose de 40 kg ha⁻¹ de N (Tabela 28) e, no ano seguinte, houve efeito significativo isolado de coberturas vegetais sendo que a soja apresentou maior número de vagens por planta em sucessão ao milho. Apesar da reduzida MS verificada no primeiro ano, o milho favoreceu a produção de maior número de vagens em ambos os anos. Este comportamento pode ser atribuído à decomposição mais gradual da MS do milho que pode ter mantido o solo úmido por mais tempo reduzindo o aborto de flores o que favoreceu a formação de um maior número de vagens por planta.

Tabela 27 – Número de grãos por vagem e número de vagens por planta da cultura da soja sob efeito de coberturas vegetais, doses de N e doses de Mo foliar. Selvíria, MS, 2013/14 e 2014/15⁽¹⁾.

Tratamentos	Grãos por vagem		Vagens por planta	
	2013/14	2014/15	2013/14	2014/15
Coberturas vegetais -C				
Milheto	2,2 a	1,8 a	84,7	90,7 a
Sorgo	2,2 a	1,8 a	85,6	71,0 b
DMS	0,2	0,3	9,9	10,4
Doses de N (kg ha⁻¹) - N				
0	2,3	1,8	82,7	81,8
40	2,2	1,9	89,9	79,4
80	2,0	1,8	79,6	84,7
120	2,2	1,7	88,4	78,5
Doses de Mo (g ha⁻¹) - Mo				
0	2,1	1,85	82,5	79,4
12,5	2,2	1,75	80,9	82,3
25	2,2	1,69	93,8	80,9
50	2,2	1,86	83,4	80,4
Teste F				
C	0,01 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,03 ^{ns}	14,10**
N	1,30 ^{ns}	0,78 ^{ns}	0,94 ^{ns}	0,34 ^{ns}
Mo	0,36 ^{ns}	0,33 ^{ns}	1,39 ^{ns}	0,07 ^{ns}
C x N	0,80 ^{ns}	1,69 ^{ns}	2,97*	0,66 ^{ns}
C x Mo	1,48 ^{ns}	0,68 ^{ns}	1,94 ^{ns}	0,82 ^{ns}
N x Mo	0,64 ^{ns}	0,78 ^{ns}	0,74 ^{ns}	0,83 ^{ns}
C x N x Mo	0,63 ^{ns}	0,93 ^{ns}	1,31 ^{ns}	1,87 ^{ns}
CV (%)	22,56	37,86	28,46	31,68

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns} – não - significativo. * e **significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 28 – Desdobramento da interação coberturas vegetais x doses de N referente ao número de vagens por planta. Selvíria, MS, 2013/14⁽¹⁾.

Coberturas vegetais	Doses de N (kg ha ⁻¹)				Teste F – regressão (N d. C)
	0	40	80	120	
Milheto	79,7 a	101,3 a	78,6 a	79,4 a	1,54 ^{ns}
Sorgo	85,9 a	78,6 b	80,7 a	97,3 a	1,80 ^{ns}
Teste F (C d. N)	0,38 ^{ns}	5,25*	0,04 ^{ns}	3,27 ^{ns}	-
DMS (C d. N): 19,8 vagens por planta					

⁽¹⁾ Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade. * e ** significativo a 1 e 5%, ns – não significativo.

4.2.5 Massa de 1000 grãos e produtividade

Quanto à massa de 1000 grãos (Tabela 29), observou-se pelo desdobramento (Tabela 30) que houve ajuste linear decrescente deste componente de produção em função das doses de N na palhada de milho. Comparando-se o efeito de coberturas vegetais em doses de N notou-se que o milho proporcionou à soja maior massa de 1000 grãos desde a testemunha até 80 kg ha⁻¹ de N. No segundo ano, não houve efeito significativo dos tratamentos utilizados. Resultado também obtido por Delavale (2002) no segundo ano de cultivo de soja sobre palhada de milho, porém, com massa maior (136,4g) à obtida neste trabalho e Silva (2011) com o mesmo cultivar do presente trabalho (190,7 g).

Em contraste a estes resultados, Carvalho et al. (2004) não constataram efeito significativo neste componente de produção, quando cultivou-se soja, em dois anos consecutivos, sobre diferentes resíduos culturais, obtendo em 1000 sementes massa de 153 e 161 g, respectivamente, para o primeiro e segundo ano de cultivo sobre palhada de milho. Este comportamento neste estudo pode ser atribuído ao maior sequestro de N em palhada de alta relação C/N o que pode ter reduzido a quantidade de N disponível para as plantas de soja no estágio de enchimento de grãos. Além disso, nas coletas realizadas entre os 61 e 91 DAE, esta cobertura vegetal apresentou maior porcentual de matéria seca remanescente (24,7%) quando comparada ao sorgo (18,3%) o que favoreceu a manutenção da umidade do solo por mais tempo favorecendo com isso o enchimento de grãos.

Em 2013/14, a produtividade foi maior quando se realizou a semeadura sobre a MS de milho e no segundo ano não se obteve efeito significativo dos tratamentos utilizados. O

efeito de coberturas vegetais na produtividade da soja também foi avaliado por Fabian (2009) verificou que não houve efeito das coberturas vegetais (crotalária, milho, braquiária, pousio e ausência de cobertura vegetal) sobre a produtividade da soja cultivada em sucessão o que foi relacionado com o teor foliar semelhante de N, P, K, Ca, Mg e S proporcionado pelas espécies. Carvalho et al. (2004) avaliaram o efeito de espécies utilizadas como coberturas vegetais (mucuna-preta, guandu, crotalária e milho, e área de pousio) em SPD e no preparo convencional do solo. Esses autores notaram que as espécies utilizadas não proporcionaram à soja diferença significativa em sua produtividade de grãos em duas safras consecutivas. Silva (2011) também não verificaram efeito do milho, painço e pousio sobre a produtividade da cultura da soja semeada em sucessão.

O fato pode ser relacionado com a maior população sobre a palhada de sorgo o que possivelmente contribuiu para maior sombreamento das plantas e competição intraespecífica por água, luz e nutrientes, tornando-os menos disponíveis para as plantas. Segundo Prado (2008) o Mo é necessário para as plantas quando o N é absorvido na forma de NO_3^- , porque é componente da enzima redutase do nitrato a qual catalisa a redução biológica do NO_3^- para NO_2^- que é a primeira etapa para a incorporação do N como NH_2 em proteínas. As leguminosas deficientes em Mo frequentemente apresentam deficiência de N. A nitrogenase é formada pelos complexos Fe-proteína e Fe-Mo-proteína, e esta última contém como cofator os íons molibdênio e ferro, ambos necessários para a ativação da enzima (MALAVOLTA, 2006).

Tabela 29 - Massa de 1000 grãos e produtividade da cultura da soja sob efeito de coberturas vegetais, doses de N e doses de Mo foliar. Selvíria, MS, 2013/14 e 2014/15⁽¹⁾.

Tratamentos	Massa de 1000 grãos (g)		Produtividade (kg ha ⁻¹)	
	13/14	14/15	13/14	14/15
Coberturas vegetais - C				
Milheto	123,2	166,3 a	3117,3 a	3392,5 a
Sorgo	113,6	163,9 a	2730,7 b	3205,4 a
DMS	2,0	6,0	357,8	234,8
Doses de N (kg ha⁻¹) - N				
0	121,3	164,8	3055,2	3270,1
40	122,0	167,6	2922,0	3387,9
80	121,4	166,8	2520,7	3345,1
120	121,0	161,2	3198,2	3193,0
Doses de Mo foliar (g ha⁻¹) - Mo				
0	120,2	163,3	2721,3	3348,9
12,5	121,2	170,0	2850,6	3290,4
25	121,6	162,4	3076,5	3364,0
50	122,6	164,7	3047,7	3192,7
Teste F				
C	9,91**	0,57 ^{ns}	4,66**	2,54 ^{ns}
N	0,15 ^{ns}	0,82 ^{ns}	2,65 ^{ns}	0,53 ^{ns}
Mo	0,83 ^{ns}	1,18 ^{ns}	0,88 ^{ns}	0,44 ^{ns}
C x N	3,34*	2,13 ^{ns}	1,03 ^{ns}	0,45 ^{ns}
C x Mo	1,18 ^{ns}	0,79 ^{ns}	0,64 ^{ns}	0,47 ^{ns}
N x Mo	0,81 ^{ns}	1,38 ^{ns}	0,91 ^{ns}	0,94 ^{ns}
C x N x Mo	1,02 ^{ns}	1,74 ^{ns}	0,54 ^{ns}	0,70 ^{ns}
CV (%)	4,54	9,30	9,97	17,43

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns} - não - significativo. * e **significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 30 – Desdobramento da interação coberturas vegetais x doses de N referente à massa de 1000 grãos. Selvíria, MS, 2013/14⁽¹⁾.

Coberturas vegetais	Doses residuais de N (kg ha ⁻¹)				Teste F – regressão (N d. C)
	0	40	80	120	
Milheto	124,2 a	124,9 a	123,9 a	119,7 a	5,95*(RL) ⁽²⁾
Sorgo	118,3 b	119,1 b	118,9 b	122,3 a	0,18 ^{ns}
Teste F (C d. N)	6,77*	6,73*	5,08*	1,34 ^{ns}	-

DMS (C d. N): 4,5 g

⁽¹⁾ Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade. * e ** significativo a 1 e 5%, ns – não significativo. ⁽²⁾ $Y = 125,4133 - 0,0363 N$; $R^2 = 0,6246$.

5 CONCLUSÕES

O milho e o sorgo apresentaram acúmulo de MS semelhantes quando a semeadura ocorreu na primavera. Ambas as espécies utilizadas como coberturas vegetais apresentaram potencial para utilização em rotação/sucessão no SPD.

A palhada de sorgo proporciona à cultura da soja maior estande e maior altura de plantas.

A produtividade de grãos foi maior sobre a palhada de milho.

As doses de N aplicadas nas coberturas vegetais e as doses de Mo via foliar na soja não aumentam a produtividade desta oleaginosa cultivada em sucessão no SPD.

REFERÊNCIAS

- ALAGARSWAMY, G.; RITCHIE, J. T. Phasic development in CERES-sorghum model. In: HODGES, T. (Ed.). **Predicting Crop Phenology**. Boca Raton: CRC, 1991. p. 143-152.
- ALMEIDA FILHO, J. E.; TARDIN, F. D.; SOUZA, S. A.; GODINHO, V. C. P.; CARDOSO, M. J. Desempenho agrônomo e estabilidade fenotípica de híbridos de sorgo granífero, **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 9, n. 1, p. 51-64, 2010.
- ALMEIDA, J. P. F.; HARTWIG, U. A.; FREHNER, M.; NÖSBERG, J.; LÜSCHER, A. Evidence that P deficiency induces N feedback regulation of symbiotic N₂ fixation in white clover (*Trifolium repens* L.). **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 51, n. 348, p. 1289-1297, 2000.
- ALVARENGA, R. C.; LARA CABEZAS, W. A. R.; CRUZ, J. C.; SANTANA, D. P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informativo Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 208, p. 25-36, 2001.
- AMBROSANO, E. J.; TANAKA, R. T.; MAASCARENHAS, H. A. A.; RAIJ, B. van.; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H. Composição química e diagnose foliar. In: RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C (Coord.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo e Fundação IAC, 1997. p. 189-191.
- ANDREOTTI, M.; ARALDI, M.; GUIMARÃES, V. F.; FURLANI JUNIOR, E.; BUZZETTI, S. Produtividade do milho safrinha e modificações químicas de um Latossolo em sistema plantio direto em função de espécies de cobertura após calagem superficial. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 1, p. 109-115, 2008.
- ARAUS, J. L.; SLAFER, G. A.; ROYO, C.; SERRET, M. D. Breeding for yield potential and stress adaptation in cereals. **Critical Reviews in Plant Science**, London, v. 27, n. 6, p.377-412, 2008.
- ASSEFA, Y.; STAGGENBORD, S. A. Phenotypic changes in grain sorghum over the last five decades. **Journal of Agronomy and Crop Science**, Hoboken, v. 197, n. 4, p. 249-257, 2011.
- BARDUCCI, R. S.; COSTA, C.; CRUSCIOL, C. A. C.; BORGHI, E.; PUTAROV, T. C.; SARTI, L. M. N.; Produção de *Brachiaria brizantha* e *Megathyrsus maximum* com milho e adubação nitrogenada. **Revista Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 58, n. 222, p. 211-222, 2009.
- BORDIN, L. **Efeitos de culturas de cobertura e de doses de nitrogênio nas culturas do feijoeiro de inverno e de arroz em plantio direto**. 2001. (Trabalho de Graduação em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

BORDIN, L.; FARINELLI, R.; PENARIOL, F. G.; FORNASIERI FILHO, D. Sucessão de cultivo de feijão-arroz com doses de adubação nitrogenada após adubação verde, em semeadura direta. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 3, p. 417-428, 2003.

BOER, C. A.; ASSIS, R. L.; SILVA, G. P.; BRAZ, A. J. B. P.; BARROSO, A. L. L.; CAGNELUTTI FILHO, A.; PIRES, F. R. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 9, p. 1269-1276, 2007.

BOGO, A.; CASA, R. T.; SANGOI, L.; BORBA, P. T. Influência de baixas temperaturas na incidência da doença-açucarada em sorgo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 2, p. 397-403, 2006.

BORDIN, L.; FARINELLI, R.; PENARIOL, F. G.; FORNASIERI FILHO, D. Sucessão de cultivo de feijão-arroz com doses de adubação nitrogenada após adubação verde, em semeadura direta. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 3, p. 417-428, 2003.

BORGES, V. L. B.; FREITAS, R. S.; MATEUS, G. P.; SÁ, M. E.; ALVES, M. C. Absorção de nutrientes e alterações químicas em Latossolos cultivados com plantas de cobertura em rotação com soja e milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 38, n. 1, p. 252-261, 2014.

BORREL, A. K.; HAMMER, G. L.; HENZELL, R. G. Does maintaining green leaf area in sorghum improve yield under drought? II. Dry matter production and yield. **Crop Science**, Madison, v. 40, n. 4, p. 1037-1048, 2000.

BORRELL, A.; JORDAN, D.; MULLET, J.; HENZELL, B.; HAMMER, G. 2006. Drought adaptation in sorghum, p.335-399. In: RIBAUT, J.R. (Ed.). **Drought adaptation in cereals**. New York: Haworth Press, 2006. p. 335-399.

BRANCALIÃO, S. R.; MORAES, M. H. Alterações de alguns atributos físicos e das frações húmicas de um Nitossolo vermelho na sucessão milheto-soja em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 393-404, 2008. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395 p.

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. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 34, n. 2, p. 83-87, 2004.

BOER, C. A.; ASSIS, R. L.; SILVA, G. P.; BRAZ, A. J. B. P.; BARROSO, A. L. L.; CAGNELUTTI 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**, Viçosa, v. 32, n. 2, p.843-851, 2008.

BUROW, G. B.; FRANKS, C. D.; ACOSTA-MARTINEZ, V.; XIN, Z. Molecular mapping and characterization of BLMC, a locus for profuse wax (bloom) and enhances cuticular features of Sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench.]. **Theoretical and applied genetics**, Gewerbestrasse, v. 118, p. 423-431, 2009.

CAIONI, S. **Doses de molibdênio e nitrogênio em milho safrinha e efeito residual na cultura da soja em plantio direto**. 2015. 53 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2015.

CALVO, C. L.; FOLONI, J. S. S.; BRANCALÃO, S. R. Produtividade de fitomassa e relação C/N de monocultivo e consórcios de guandu-anão, milho e sorgo em três épocas de corte. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 1, p. 77-86, 2010.

CARVALHO, M. A. C.; ATHAYDE, M. L. F.; SORATTO, R. P.; ALVES, M. C.; ARF, O. Soja em sucessão a adubos verdes no sistema plantio direto e convencional em solo de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 11, p. 1141-1148, 2004.

CAZETTA, D. A.; ARF, O.; BUZETTI, S.; SÁ, M. E. de.; RODRIGUES, R. A. F. Desempenho do arroz de terras altas com a aplicação de doses de nitrogênio e em sucessão às culturas de cobertura do solo em sistema de plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 2, p. 471-479, 2008.

CAZETTA, D. A.; FORNASIERI FILHO, D.; GIROTTO, F. Composição, produção de matéria seca e cobertura do solo em cultivo exclusivo e consorciado de milho e crotalária. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 4, p. 575-580, 2005.

CENTURION, J. F. Balanço hídrico na região de Ilha Solteira. **Científica**, Jaboticabal, v. 10, n. 1, p. 57-61, 1982.

CERETTA, C. A.; BASSO, C. J.; HERBEES, M. G.; POLETTO, N.; SILVEIRA, M. J. Produção e decomposição de fitomassa de plantas invernais de coberturas de solo e milho sob diferentes manejos da adubação nitrogenada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 49-54, 2002.

CLEGG, M. D.; EASTIN, J. D.; NELSON, L. A. Field evaluation for cold tolerance in grain sorghum. **Crop Science**, Madison, v. 23, n. 1, p. 23-26, 1983.

CLERGET, B.; DINGKUHN, M.; GOZE, E.; RATTUNDE, H. F. W.; NEY, B. Variability of phyllochron, plastochron and rate of increase in height in photoperiod-sensitive sorghum varieties. **Annals of Botany**, Oxford, v. 101, n. 4, p. 579-594, 2008.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos, sétimo levantamento**. Brasília, DF: CONAB, 2016. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 15 abr. 2016.

COOPER, J.; SCHERER, H. W. Nitrogen fixation. In: MARSCHNER, P. (Ed.). **Mineral nutrition of higher plants**. 3 ed. Amsterdam: Elsevier; Academic Press, 2012. p. 389-408.

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; ULIAN, N. A.; COSTA, B. S.; PARIZ, C. M.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M. Acúmulo de nutrientes e tempo de decomposição da palhada de espécies forrageiras em função de épocas de semeadura. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 31, n. 3, p. 818-829, 2015.

CORREIA, N. M.; LEITE, M. B.; FUZITA, W. E. Consórcio de milho com *Urochloa ruziziensis* e os efeitos na cultura da soja em rotação. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 1, p. 65-76, 2013.

CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P.; BORGHI, E.; MATEUS, G. P. Integração lavoura-pecuária: benefícios das gramíneas perenes nos sistemas de produção. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, v. 15, n.125, p.2-15, 2009.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Elementos essenciais e benéficos às plantas superiores. In: FERNANDES, M.S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 1-5.

DELAVALE, F. G. **Culturas de cobertura do solo e calagem na implantação do plantio direto para as culturas de milho e soja**. 2002. 107 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2002.

DOGGETT, H. **Sorghum**. Great Britain: Longmans, Green and Co Ltd., 1970. 403 p.
DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Yield response to water**. Rome: FAO, 1979. 306 p. (FAO: Irrigation and Drainage Paper, 33).

EASTIN, J. D. Photosynthesis and translocation in relation to plant development. In: RAO, N. G. P.; HOUSE, L. R. (Ed.). **Sorghum in seventies**. New Delhi: Oxford and IBH, 1972. p. 214-246.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília: EMBRAPA, 2013. 353 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja: Região Central do Brasil 2012 e 2013**. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 264 p. (Sistemas de produção, 15).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja: Região Central do Brasil 2014**. Londrina: Embrapa Soja, 2013a. 265 p.(Sistemas de produção, 16).

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2 ed. Londrina: Planta, 2006. 403 p.

FABIAN, A. J. **Plantas de cobertura: efeito nos atributos do solo e na produtividade de milho e soja em rotação**. 2009. 118 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2009.

FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N. **Ecofisiologia da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 9 p. (Circular técnica, 48).

FARRÉ, I.; FACI, J. M. Comparative response of maize (*Zea mays* L.) and sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) to deficit irrigation in a Mediterranean environment. **Agricultural and Water Management**, Amsterdam, v. 83, p. 135-143, 2005.

FERRARI NETO, J.; CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P.; COSTA, C. H. M. Plantas de cobertura, manejo da palhada e produtividade da mamoneira no sistema plantio direto. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 4, p. 978-985, 2011.

FONTANELI, R. S.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P. **Forrageiras para integração-lavoura-pecuária-floresta na região sul-brasileira**. Passo Fundo: EMBRAPA, 2009, p. 173-177.

FOY, C. D. Tailoring plants to fit problem soil – progress and problems for future research. In: MONIZ, A. C.; FURLANI, A.M.; SHAFFERT, R. E. (Ed.). **Plant soil interactions at low pH: sustainable agriculture and forestry production**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1997. p. 55-57.

FRANÇA, A. F. S. Avaliação de matéria seca, da composição mineral e da silagem do milho forrageiro. **Anais das Escolas de Agronomia e de Veterinária**, Goiânia, v. 19, n. 1, p. 1-8, 1989.

GAHOONIA, T. S.; NIELSEN, N. E. Root traits as tools for creating phosphorus efficient crop varieties. **Plant and Soil**, Amsterdam, v. 260, n. 1, p. 47-57, 2004.

GITTI, D. C. **Coberturas vegetais, doses de nitrogênio e inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* em arroz de terras altas no sistema plantio direto**. 2012. 85 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2012.

KAPPES, C. **Coberturas vegetais, manejo do solo e doses de nitrogênio em cobertura na cultura do milho**. 2013. 204 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2013.

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

KNOLL, J.; GURANATINA, N.; EJETA, G. QTL analysis of early season cold tolerance in sorghum. **Theoretical and Applied Genetics**, Gewerbestrasse, v. 116, p. 577-287, 2008.

KRIEG, D. G. Sorghum. In: TEARE, I. D.; PEET, M. M. (Ed.). **Crop water relations**. New York: John Wiley and Sons, 1983. 547 p.

KRISHNAN, H. B. Engineering soybean for enhanced sulfur amino acid content. **Crop Science**, Madison, v. 45, n. 2, p. 454-461, 2005.

KUMAR, A. O milho como cultura granífera para ração. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DE MILHETO, 1999. Planaltina, DF. **Anais...** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 1999. p. 113-130.

LANDAU, E. C.; SANS, L. M. A. **Clima: cultivo do sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 62 p.

LANGE, A.; CARVALHO, J. L. N.; DAMIN, V.; CRUZ, J. C.; GUILHERME, L. R. G.; MARQUES, J.J. Doses de nitrogênio e de palha em sistema plantio direto de milho no Cerrado. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 53, n. 306, p. 171-178, 2006.

LEITE, L. F. C.; FREITAS, R. C. A.; SAGRILO, E.; GALVÃO, S. R. S. Decomposição de liberação de nutrientes de resíduos vegetais depositados sobre Latossolo Amarelo no Cerrado Maranhense. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 1, p. 29-35, 2010.

LEMONS, L. B.; NAKAGAWA, J.; CRUSCIOL, C. A. C.; CHIGNOLI JUNIOR, W.; SILVA, T. R. B. Influência da época de semeadura e do manejo da parte aérea de milho sobre a soja em sucessão em plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 3, p. 405-415, 2003.

LOPES, A. S.; SILVA, M. C.; GUILHERME, L. R. G. **Acidez do solo e calagem**. 3. ed. São Paulo: ANDA, 1991. 13 p. (Boletim técnico, 1).

LOPES, M. S.; ARAUS, J. L.; HEERDEN, P. D. R. V.; FOYER, C. H. Enhancing drought tolerance in C₄ crops. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 62, p. 3135-3153, 2011.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES F. O. M.; RODRIGUES, J. A. S. Ecofisiologia. In: RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). **Cultivo do sorgo**. 5. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de produção, 2). Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Sorgo/CultivodoSorgo_5ed/ecofisiologia.htm>. Acesso em: 20 abr.2016.

MAITI, R. K. **Sorghum science**. 2. ed. New Hampshire: Science Publishers, 1996. 368 p. MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. 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: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319 p.

MARCANTE, N. C.; SILVA, M. A. C.; PAREDES, F. P. J. Teor de nutrientes no milho como cobertura de solo. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 2, p. 196-204, 2011.

MARSCHNER, P. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1986. 674 p.

MASCARENHAS, H. A. A.; TANAKA, R. T. Soja. In: RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C (Coord.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto agrônomo e Fundação IAC, 1997. p. 202-203.

MACHADO, V. D.; SANTOS, L. D. T.; SANTOS JÚNIOR, A.; MOTA, V. A.; PADILHA, S. V.; SANTOS, M. V. Fitossociologia de plantas daninhas em sistemas de integração de sorgo com braquiária sob diferentes formas de implantação da pastagem. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 85-95, 2011.

- MASHINGAIDZE, K.; MUCHENA, S. C. The induction of floret sterility by low temperatures in pearl millet (*Pennisetum Typhoides*) (Burn, Staph, and Hubbard). **Zimbabwe Journal of Agricultural Research**, Harare, v. 20, n. 1, p. 29-37, 1982.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. Worblaufen-Bern: International Potash Institute, 1987. 687 p.
- MONTEIRO, M. C. D.; ANUNCIÇÃO FILHO, C. J.; TABOSA, J. N.; OLIVEIRA, F. J.; REIS, O. V.; BASTOS, G. Q. Avaliação do desempenho do sorgo forrageiro para o semiárido Pernambucano. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 3, n. 1, p. 52-61, 2004.
- MORAES, L. M. F. **Translocação de Co e Mo aplicados em diferentes épocas na cultura da soja**. 2006. 43 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006.
- MORAES, L. M. F.; LANA, R. M. Q.; MENDES, C.; MENDES, E.; MONTEIRO, A.; ALVES, J. F. Redistribuição de molibdênio aplicado via foliar em diferentes épocas na cultura da soja. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1496-1502, 2008.
- MUCHOW, R. C. Comparative productivity of maize, sorghum and pearl millet in semi-arid tropical environment. I. Yield potential. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 20, p. 191-205, 1989.
- MUCHOW, R. C. Comparative productivity of maize, sorghum and pearl millet in semi-arid tropical environment. II. Effect of water deficits. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 20, p. 207-219, 1989a.
- NEIVA, L. C. S. **Influência do potássio sobre a economia de água de quatro cultivares de arroz submetidos a déficit hídrico**. 1977. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1977.
- NEUMANN, M.; RESTLE, J.; BRONDANI, I. L.; NÖRNBERG, J. L.; MELLO, R. O.; PELLEGRINI, L. G.; SOUZA, A. N. M. Efeito do tamanho da partícula e do tipo de silo sobre o valor nutritivo da silagem de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 4, n. 2, p. 224-242, 2005.
- OLIVEIRA, C. O. **Produção e posterior semeadura de sementes de soja enriquecida com molibdênio: qualidade fisiológica, alterações químicas e nutricionais, métodos e épocas de aplicação**. 2015. 86 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2015.
- OLIVEIRA JÚNIOR, A. O.; CASTRO, C.; KLEPKER, D.; OLIVEIRA, F. A. Soja. In: PROCHNOW, L. I. et al. (Ed.). **Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes**. Piracicaba: IPNI, 2010. v. 1, p. 5-42.
- OLIVEIRA, T. K.; CARVALHO, G. J.; MORAES, R. N. S. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 8, p. 1079-1087, 2002.

OSAKI, M.; ALVES, L. R. A.; PAULENAS, V. P. **Mercados de milho e soja**. (Boletim do Leite, 2007). Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br>>. Acesso em: 08 abr. 2016.

O'TOOLE, J. C.; BLAND, W. L. Genotypic variation in crop plant root systems. In: BRADY, N. C. (Ed.). **Advances in agronomy**. 41. ed. Washington: Elsevier, Academic Press, 1987. p. 91-145.

PACHECO, L. P.; LEANDRO, W. M.; MACHADO, P. L. O. A.; ASSIS, R. L.; COBUCCI, T.; MADARI, B. E.; PETTER, F. A. Produção de fitomassa e acúmulo e liberação de nutrientes por plantas de cobertura na safrinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, n. 1, p. 17-25, 2011.

PACHECO, L. P.; PIRES, F. R.; MONTEIRO, F. P.; PROCÓPIO, S. O.; ASSIS, R. L.; CARMO, M.L.; PETTER, F.A. Desempenho de plantas de cobertura em sobressemeadura na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 43, n. 7, p. 815-823, 2008.

PARENTE, T. L. **Adubação nitrogenada em genótipos de soja associada à inoculação em semeadura direta no Cerrado**. 2014. 49 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2014.

PEREIRA FILHO, I. A.; FEERREIRA, A. S.; COELHO, A. M.; CASELA, C. R.; KARAM, D.; RODRIGUES, J. A. S.; CRUZ, J. C.; WAQUIL, J. M. **Manejo da cultura do milheto**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 17 p (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 29).

PESSOA, A. C. S. **Atividades de nitrogenase e redutase do nitrato e produtividade do feijoeiro em resposta à adubação com molibdênio e fósforo**. 1998. 151 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.

PIRES, F. R.; ASSIS, R. L.; SILVA, G. P.; BRAZ, A. J. B. P.; SANTOS, S. C.; VIEIRA NETO, S.A.; SOUSA, J.P.G. Desempenho agrônomico de variedades de milheto em razão da fenologia em pré-safra. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, n. 3, p. 41-49, 2007.

PORTUGAL, J. R. **Coberturas vegetais e doses de nitrogênio, associadas à inoculação de *Azospirillum brasilense*, no cultivo do milho em região de Cerrado**. 2015. 106 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2015.

PRADO, R. M. **Nutrição de plantas**. São Paulo: Ed. da UNESP, 2008. 408 p.

RAIJ, B. V.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solo tropicais**. Campinas: IAC, 2001. 285 p.

RIBAS, P. M. **Importância econômica: cultivo do sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 73 p.

RODER, W.; MASON, S. C.; CLEGG, M. D.; DORAN, J. W.; KNIEP, K. R. Plant and microbial responses to sorghum-soybean cropping systems and fertility management. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 52, n. 5, p. 1337-1342, 1988.

RODER, W.; MASON, S. C.; CLEGG, M. D.; KNIEP, K. R. Crop root distribution as influenced by grain sorghum-soybean rotation and fertilization. **Soil Science Society of America**, Madison, v.53, n. 5, p. 1464-1470, 1989.

RODER, W.; MASON, S. C.; CLEGG, M. D.; KNIEP, K. R. Yield-soil water relationships in sorghum-soybean cropping system with different fertilizer regimes. **Agronomy Journal**, Madison, v. 81, n. 3, p. 470-475, 1989a.

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

ROSOLEM, C. A.; FOLONI, J. S. S.; TIRITAN, C. S. Root growth and nutrient accumulation in cover crops as affected by soil compaction. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 65, n. 1, p. 109-115, 2002.

ROYO, C.; APARICIO, N.; BLANCO, R.; VILLEGAS, D. Leaf and green area development of durum wheat genotypes grown under Mediterranean conditions. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v. 20, n. 4, p. 419-430, 2004.

SA, T. M.; ISRAEL, D. W. Energy status and functioning of phosphorus deficiency soybean nodules. **Plant Physiology**, Washington, v. 97, n. 3, p. 447-453, 1991.

SALTON, J. C.; KICHEL, A. N. Milheto: uma alternativa para cobertura do solo e alimentação animal. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, n. 45, p. 41-42, 1998.

SANTOS, F. G. Milheto no Brasil, desenvolvimento de cultivares. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DE MILHETO, 1999. Planaltina, DF. **Anais...** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 1999. p. 75-82.

SANTOS, F. G.; RODRIGUES, J. A. S.; SCHAFFERT, R. E.; CASELA, C. R.; FERREIRA, A.S. **Híbrido de sorgo granífero BRS 308**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. 4 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 146).

SANTOS, M. J. **Extração e determinação de Mo em três argissolos do nordeste cultivados com cana-de-açúcar**. 2012. 66 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2012.

SCALÉA, M. A. A cultura do milheto e seu uso no plantio direto no Cerrado. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DE MILHETO, 1999. Planaltina, DF. **Anais...** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 1999. p.75-82.

SEMENTES BREJEIRO. **Catálogo de cultivares**. Disponível em: <<http://www.brejeiro.com.br/paraseunegocio/sementes/>>. Acesso em: 14 jun. 2016.

- SILVA, A. F. **Culturas de cobertura, doses e formas de aplicação de potássio na cultura da soja**. 2011. 75 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2011.
- SILVA, A. G.; ROCHA, V. S.; CECOM, P. R.; PORTUGAL, A. F.; PINA FILHO, O. C. Avaliação dos caracteres agronômicos de cultivares de sorgo forrageiro sob diferentes condições termofotoperiódicas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 4, n. 1, p. 28-44, 2005.
- SILVA, G. F.; ERASMO, E. A. L.; SARMENTO, R. A.; SANTOS, A. R.; AGUIAR, R. W. S. Potencial de produção de biomassa e matéria seca de milheto (*Pennisetum americanum* Schum.), em diferentes épocas no sul do Tocantins. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 19, n. 3, p. 31-34, 2003.
- SILVA, R. H.; ROSOLEM, C. A. Early development and nutrition of cover crop species as affected by soil compaction. **Journal of Plant Nutrition**, London, v. 26, n. 8, p. 1635-1648, 2003.
- SILVEIRA NETO, A.; OLIVEIRA, E.; OLIVEIRA, A. B.; GODOI, C. R. C.; PRADO, C. L. O.; PINHEIRO, J. B. Desempenho de linhagens de soja em diferentes locais e épocas de semeadura em Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 35, n. 2, p. 103-108, 2005.
- SINCLAIR, T. R.; MUCHOW, R. C. System analysis of plant traits to increase grain yield on limited water supplies. **Agronomy Journal**, Madison, v. 93, n. 2, p. 263-270, 2001.
- SILVA, A. G.; CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P.; COSTA, C. H. M.; FERRARI NETO, J. Produção de fitomassa acúmulo de nutrientes por plantas de cobertura e cultivo na mamona em sucessão no sistema plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 10, p. 2092-2098, 2010.
- SILVA, H. A.; MORAES, A.; CARVALHO, P. C. F.; PONTES, L. S. Desempenho de novilhas leiteiras em pastagens anuais de inverno sob sistema de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, n. 10, p. 1372-1378, 2011.
- SILVA, J. A. **Culturas de cobertura, doses e tipos de calcário em superfície na implantação do sistema plantio direto com a cultura da soja irrigada**. 2008. 113 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2008.
- SILVA, M. P. **Coberturas vegetais e adubação fosfatada no desenvolvimento e produtividade do feijoeiro cultivado no período de inverno em sistema plantio direto**. 2012. 93 f. Dissertação (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2012.

SILVA, M. P.; ARF, O.; SÁ, M. E. de.; ABRANTES, F. L.; BERTI, C. L. F.; SOUZA, L. C. D.; ARRUDA, N. Palhada, teores de nutrientes e cobertura do solo por plantas de cobertura semeadas no verão para semeadura direta do feijão. **Agrarian**, Dourados, v. 7, n. 24, p. 233-243, 2014.

SILVA, R. H.; ROSOLEM, C. A. Crescimento radicular de espécies utilizadas como cobertura decorrente da compactação do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 253-260, 2001.

SORATTO, R. P.; CRUSCIOL, C. A. C. Cátions hidrossolúveis na parte aérea de culturas anuais mediante aplicação de calcário e gesso na superfície. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 81-90, 2007.

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**, Brasília, DF, v. 47, n. 10, p. 1462-1470, 2012.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416 p.

STEGMEIER, W. D. Breeding pearl millet in the midwest. In: NATIONAL GRAIN PEARL MILLET, 1., 1995, Tifton. **Proceedings...** Tifton: University of Georgia, 1995.

TACHIBANA, J.; OHTA, Y. Root surface area as a parameter in relation to water and nutrient uptake by cucumber plants. **Soil Science and Plant Nutrition**, Tokyo, v. 29, n. 3, p. 387-392, 1983.

TEIXEIRA, M. B.; LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; PIMENTEL, M. G. Decomposição e liberação de nutrientes da parte aérea de plantas de milho e sorgo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 867-876, 2011.

TEO, Y. H.; BEYROUTY, C. A.; NORMAN, R. J.; GBUR, E. E. Nutrition uptake relationship to root characteristics of rice. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 171, n. 2, p. 297-302, 1995.

THOMAS, H.; HOWARTH, C. J. Five ways to stay green. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 51, suppl. 1, p. 329-337, 2000.

TIRYAKI, I.; ANDREWS, D. J. Germination and seedling cold tolerance in sorghum: II. Parental lines and hybrids. **Agronomy Journal**, Madison, v. 93, n. 6, p. 1391-1397, 2001.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; ANDRIOLI, I.; POLIDORO, J. C.; FABIAN, A. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 609-618, 2005.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. J.; 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.

UEMURA, Y.; URBEN FILHO, G.; NETTO, D. A. M. Pearl millet as a cover crop for no-till soybean production in Brazil. **Crop Science**, Madison, v. 37, p. 1022-1023, 1997. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/43856/1/Pearl-millet.pdf>>. Acesso em: 14 jun.2016.

UNFRIED, J. R.; BRAGA, N. R. Os desafios da soja tropical no Brasil. In: SIQUERI, F.; CAJU, J.; MOREIRA, M. (Ed.). **Boletim de pesquisa de soja**. Rondonópolis: Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Mato Grosso, 2011. 492 p.

VANDERLIP, R. L.; STEGMEIER, W. D.; ANDREWS, D. J. Comparison of grain pearl millet and grain sorghum. In: NATIONAL GRAIN PEARL MILLET, 1., 1995, Tifton. **Proceedings...** Tifton: University of Georgia, 1995. p. 18-23.

VAN OOSTEROM, E. J.; BORRELL, A. K.; DEIFEL, K. S.; HAMMER, G. L. Does increase leaf appearance rate enhanced adaptation to postanthesis drought stress in sorghum?. **Crop Science**, Madison, v. 51, n. 6, p. 2728-2740, 2011.

VON PINHO, R. G.; FIORINI, I. V. A.; SANTOS, A. O. Botânica. In: BORÉM, A.; PIMENTEL, L.; PARRELLA, R. (Ed.). **Sorgo do plantio à colheita**. Viçosa: Ed. UFV, 2014. p. 37-57.

VITTI, G. C.; LIMA, E.; CICARONE, F. Cálcio, magnésio e enxofre. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 299-325.

ZUIM, C. E. **Efeito da adubação orgânica e mineral e culturas de entressafra na cultura da soja (*Glycine Max* (L) Merrill) no sistema plantio direto**. 2007. 47 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2007.