

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS**

**PRODUTIVIDADE E TEORES FOLIARES DE NUTRIENTES  
DA SOJA EM FUNÇÃO DE DIFERENTES PLANTAS DE  
COBERTURA**

**EVELYN YUMI NASTE SHIRADO  
MERIANE MELISSA TAQUES**

**DOURADOS  
MATO GROSSO DO SUL  
2016**

**PRODUTIVIDADE E TEORES FOLIARES DE NUTRIENTES DA  
SOJA EM FUNÇÃO DE DIFERENTES PLANTAS DE  
COBERTURA**

EVELYN YUMI NASTE SHIRADO  
MERIANE MELISSA TAQUES

Orientadora: PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>. MARLENE ESTEVÃO MARCHETTI

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Universidade Federal da  
Grande Dourados, como parte das  
exigências do curso de graduação em  
Agronomia.

DOURADOS  
MATO GROSSO DO SUL  
2016

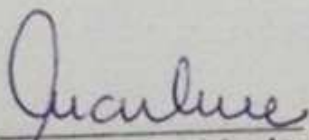
**PRODUTIVIDADE E TEORES FOLIARES DE NUTRIENTES DA  
SOJA EM FUNÇÃO DE DIFERENTES PLANTAS DE  
COBERTURA**

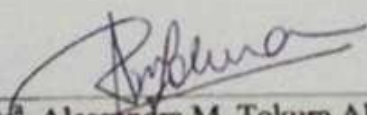
Por:

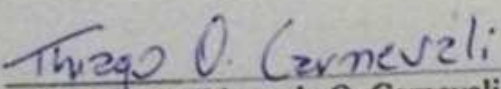
Evelyn Yumi Naste Shirado  
Meriane Melissa Taques

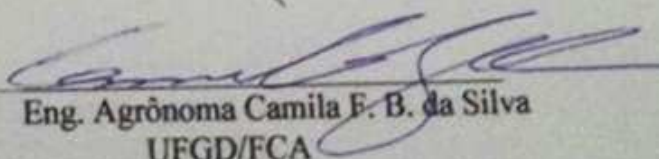
Monografia apresentada com parte dos requisitos para obtenção do Título de  
Engenheiro(a) Agrônomo.

Aprovada em: 10/05/2016

  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Marlene Estevão Marchetti  
Orientadora – UFGD/FCA

  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Alessandra M. Tokura Alovise  
UFGD/FCA

  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Thiago de O. Carnevali  
UFGD/FCA

  
Eng. Agrônoma Camila F. B. da Silva  
UFGD/FCA

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).**

S558p Shirado, Evelyn Yumi Naste

Produtividade e teores foliares de nutrientes da soja em função de diferentes plantas de cobertura / Evelyn Yumi Naste Shirado, Meriane Melissa Taques --  
Dourados: UFGD, 2016.

52f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Marlene Estevão Marchetti

TCC (graduação em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias,  
Universidade Federal da Grande Dourados.

Inclui bibliografia

1. Culturas de inverno. 2. Rotação de culturas. 3. Sistemas de produção. I  
Meriane Melissa Taques II. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

**©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.**

*“A mente que se abre à uma nova ideia, jamais voltará ao seu tamanho original.”*  
*Albert Einstein*

## DEDICATÓRIA

Aos meus queridos avós Antonio Naste (*in memorian*) e Nair Naste (*in memorian*), Paulo Seisho Shirado e Yemiko Shirado, pessoas muito especiais, pelo cuidado, carinho e incentivo.

Aos meus irmãos, pelo companheirismo e amizade.

Aos meus pais, Sandro Shirado e Christina Shirado, pessoas que eu mais amo nessa vida, por todos esses anos de muito cuidado, carinho, amizade, e amor incondicional, foram muitas lições que vocês me deixaram e deixam até hoje.

*Evelyn Yumi Naste Shirado*

## DEDICATÓRIA

A Deus.

Aos meus pais Luiz Antonio Taques e Noeli dos Santos Taques, por todo o amor, carinho e apoio, por sempre estarem presentes nos momentos em que precisei e por tudo o que me ensinaram.

Aos meus irmãos Alessandra, Leonardo, em especial a caçulinha, Julyana, minha princesinha que alegra todos os meus dias.

À minha companheira de TCC e fiel amiga Evelyn Shirado, que esteve sempre presente, me ajudando e me acompanhando nessa jornada.

Às minhas amigas, Beatriz Barbosa, Edvânia Cardoso e Jéssica Linnè que me fizeram companhia nas atividades da faculdade, me apoiando, e aconselhando, dando toda sua amizade, e que se tornaram parte da minha família.

Ao meu querido amigo Junior, pela amizade, e por ser alguém que eu sempre posso contar.

Às minhas orientadoras durante a faculdade, Alessandra Mayumi Tokura Alovisi e Marlene Estevão Marchetti, pela oportunidade, ensino e apoio.

A todos que de alguma forma contribuíram por esse momento!

*Meriane Melissa Taques*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida.

À Universidade Federal da Grande Dourados e Faculdade de Ciências Agrárias, pela oportunidade de realização deste trabalho de conclusão de curso.

À Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Marlene Estevão Marchetti, pela orientação e apoio.

Ao Prof. Dr. Luiz Carlos Ferreira de Souza, pelo apoio e ajuda na realização desse trabalho.

Ao João Augusto Machado da Silva e Camila Farah Borges da Silva, técnicos do laboratório de fertilidade do solo, pelo auxílio na realização das análises químicas.

Ao Thiago de Oliveira Carnevali, pós-doutorando em produção vegetal da FCA/UFGD, pela orientação nas análises estatísticas.

Aos colegas, Bruno Felipe e Gustavo Piesanti, pela ajuda na coleta dos materiais vegetais.

À Edvânia Cardoso, pela amizade e pela ajuda, tanto na coleta dos materiais vegetais no campo, quanto na realização das análises no laboratório.

Aos amigos Silvia Belisário, Rodrigo Iguape e Renata Magalhães, pelo incentivo aos estudos.

E a todos, que de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

*Evelyn Yumi Naste Shirado*

*Meriane Melissa Taques*



## SUMÁRIO

RESUMO.....	8
ABSTRACT.....	9
INTRODUÇÃO.....	1
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
1. SISTEMA PLANTIO DIRETO (SPD).....	3
1.1. Não revolvimento do solo.....	3
1.2. Presença permanente de cobertura vegetal.....	3
1.3. Rotação de culturas.....	4
2. INFLUÊNCIA DE PLANTAS DE COBERTURA NA PRODUTIVIDADE DA SOJA.....	5
3. PLANTAS DE COBERTURA UTILIZADAS.....	5
3.1. SOJA.....	5
3.2. MILHO.....	6
3.3. BRAQUIÁRIA RUZIZIENSIS.....	7
3.4. NABO FORRAGEIRO.....	7
3.5. NÍGER.....	8
3.6. ERVILHACA PELUDA.....	9
3.7. AVEIA BRANCA.....	10
3.8. CÁRTAMO.....	10
3.9. CROTALÁRIA.....	11
MATERIAL E MÉTODOS.....	13
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
1. ESTADO NUTRICIONAL DAS CULTURAS ANTECESSORAS à SOJA.....	17
2. SOJA.....	21
2.1. Estado nutricional da soja.....	21
2.2. Produtividade da soja.....	23
3. ESTADO NUTRICIONAL DAS CULTURAS DE INVERNO SUCESSORAS À SOJA.....	24
4. ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO.....	26
CONCLUSÕES.....	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31

## RESUMO

Nas últimas décadas, o sistema plantio direto tem sido adotado pela maioria dos produtores de grãos na região dos cerrados; contudo, nesse sistema de cultivo, tem-se notado dificuldades em definir quais são as melhores espécies para compor o sistema de rotação de cultura, no período de outono-inverno, objetivando uma maior produção de grãos e de palha. O objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade e teores foliares de nutrientes da soja em função de diferentes plantas de cobertura na região do Cerrado, análise foliar das culturas antecessoras e sucessoras a soja, e análise química do solo na camada 0,0-10 cm nos anos de 2013 e 2015, fazendo um comparativo dos efeitos nos atributos químicos do solo, pelo sistema de rotação/sucessão durante esse período. O experimento foi realizado na FAECA (UFGD), localizada em Dourados/MS, em um Latossolo Vermelho distroférico, no delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. Foram analisadas sete parcelas, sendo as culturas de outono/inverno antecessoras à soja: pousio, milho, milho + braquiária, nabo forrageiro, níger, ervilhaca + aveia + nabo forrageiro e ervilhaca; e sucessoras: pousio, milho, milho + braquiária, cártamo, crotalaria ochroleuca, ervilhaca e nabo forrageiro. Na soja avaliou-se a produtividade de grãos e teores foliares de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn). Nas culturas de outono - inverno antecessoras e sucessoras à soja. Avaliou-se o teor de nutrientes em folhas (N, P, K, Ca, Mg e S) . Também foram avaliadas as alterações químicas no solo na camada 0,0-10 cm nos anos de 2013 e 2016. O tratamento que obteve a maior produtividade foi quando a cultura antecessora à soja foi a consorciação ervilhaca + aveia + nabo, totalizando 3053,70 kg ha<sup>-1</sup>. A consorciação ervilhaca + aveia + nabo, dentre as plantas de coberturas avaliadas nesse experimento, mostrou ser a mais indicada para anteceder a soja. O nabo forrageiro sucedendo a soja apresentou teores elevados para todos os nutrientes estudados. Não houve diferenças estatísticas, entre os tratamentos, para os teores foliares da soja, com exceção do nitrogênio e potássio. Os teores médios de zinco são considerados como baixos. Mesmo sem correção no solo, desde o ano de 2009, o pH do solo não sofreu grande oscilação. E o solo manteve sua fertilidade.

**Palavras-chave:** Culturas de inverno, Rotação de culturas, Sistemas de produção

## ABSTRACT

In recent decades, the direct tillage system has been adopted by the majority of grain farmers in the savannas region; however, in this cultivation system, has been noted difficulties in defining what are the best species to compose the crop rotation system, in the autumn-winter period, aiming a higher production of grain and straw.

The objective of this study was to evaluate the productivity and foliar content of soybeans nutrients due to different cover crops in the savannas region, leaf analysis of crops preceding and successor of soybeans, and chemical analysis of the soil in the layer from 0.0 to 10 cm in the years of 2013 and 2015, making a comparison of the effects on soil chemical properties, through the rotation/succession system during this period.

The experiment was conducted in FAECA (UFGD), located in Dourados/MS, in a dystroferric red latosol, in a randomized block design with four replications. Seven plots were analyzed, been the autumn/winter crops preceding the soy: fallow, corn, corn + brachiaria, turnip, niger, vetch + oats + turnip and vetch; and successors: fallow, corn, corn + brachiaria, safflower, ochroleuca crotalaria, vetch and turnip. It was evaluated in soybean the grains productivity and nutrient foliar content (N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn and Zn). In autumn/winter crops, preceding and succeeding soy, was evaluated the nutrient content in leaves (N, P, K, Ca, Mg and S). It was also evaluated the chemical changes in the soil in the layer 0.0 to 10 cm in the years of 2013 and 2016. The methodology that obtained the highest productivity was the one when the preceding crop to soy crop was the intercropping vetch + oats + turnip, totaling 3053.70kg.ha<sup>-1</sup>. The intercrop vetch + oats + turnip, among the plant covers evaluated in this experiment, showed be the most suitable to precede soybeans. The turnip succeeding soybeans showed high contents for all studied nutrients. Among treatments, there were not statistical differences for foliar contents of soybean, with the exception of nitrogen and potassium. The average zinc levels are considered low. Even without correction in the soil, since 2009, the soil pH did not suffer big oscillation, and the soil maintained its fertility.

**Keywords:** Winter crops, Crop rotation, Yield systems.



## INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o sistema plantio direto tem sido adotado pela maioria dos produtores de grãos na região dos cerrados; contudo, nesse sistema de cultivo, tem-se notado dificuldades em definir quais são as melhores espécies para compor o sistema de rotação de cultura, no período de outono-inverno, objetivando uma maior produção de grãos e de palha (BARBOSA et al., 2011).

A introdução de novas espécies de plantas de cobertura no sistema de produção do Cerrado pode contribuir para otimização da semeadura direta, por meio da manutenção da cobertura do solo com resíduos vegetais destas, propiciando melhoria das características físicas e químicas do solo, além dos efeitos benéficos no teor de matéria orgânica desses solos (BOER et al., 2008). De acordo com os autores a cobertura eficiente do solo com palhada é um dos fatores que mais limitam a sustentabilidade da semeadura direta, principalmente pela decomposição acelerada dos resíduos, nos solos sob Cerrados.

Segundo Teixeira et al. (2010), a produção e manutenção de palhada sobre a superfície do solo constituem um dos principais fatores para o sucesso do sistema conservacionista de produção, sendo a mineralização dos resíduos dependente de fatores ambientais e químicos, que dependem, principalmente, da qualidade do material depositado (VITTI et al., 2008).

A escolha das espécies utilizadas em sucessão é determinante no sucesso de um sistema de rotação (ARGENTA et al., 2001; OLIVEIRA et al., 2002). Segundo Ceretta et al. (2002), isso depende da manutenção de sistemas capazes de gerar quantidades de matéria seca suficientes para manter o solo coberto durante todo o ano, o que significa que áreas destinadas às culturas de primavera-verão, não devem permanecer em pousio durante o inverno.

As plantas de cobertura do solo entram no processo de rotação proporcionando efeitos positivos, como supressão de plantas espontâneas, conservação da umidade do solo, acúmulo de nutrientes na superfície e controle da erosão (SANTOS e REIS, 2001).

Para implantação de um sistema de rotação de sucesso é necessário escolher plantas de coberturas que sejam capazes de disponibilizar nutrientes para as culturas de

interesse econômico, que propiciem uma boa cobertura para o solo, e que melhorem as características físicas, químicas e biológicas do solo.

Com isso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a produtividade e teores foliares de nutrientes da soja em função de diferentes plantas de cobertura na região do Cerrado, análise foliar das culturas antecessoras e sucessoras a soja, e análise química do solo na camada 0,0-10 cm nos anos de 2013 e 2015, fazendo um comparativo dos efeitos nos atributos químicos do solo, pelo sistema de rotação/sucessão durante esse período.

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 1. SISTEMA PLANTIO DIRETO (SPD)

O Sistema Plantio Direto (SPD) é uma tecnologia conservacionista, que teve grande desenvolvimento a partir da década de 1990 no Brasil (CRUZ et al., 2001). Nesse sistema não se efetua o preparo do solo, e tem como princípios básicos o não revolvimento do solo, rotação de culturas e presença permanente de cobertura vegetal, seja viva ou morta (palhada).

#### 1.1. Não revolvimento do solo

O revolvimento frequente de uma área causa não apenas a perda da estrutura do solo, como também a perda de constituintes minerais e orgânicos via processo de erosão, consequentes da lixiviação de sua superfície, o que contribui para a poluição e até eutrofização dos cursos de água em geral, além disso, a ausência de revolvimento do solo faz com que os adubos permaneçam concentrados na camada superficial onde são depositados, favorecendo a absorção dos elementos pelas plantas (SCHULTZ, 1987).

#### 1.2. Presença permanente de cobertura vegetal

Segundo Heckler et al. (1998), a cobertura do solo funciona como atenuadora ou dissipadora de energia, protegendo o solo contra o impacto direto de gotas de chuva, atuando como uma barreira ao movimento do excesso de água que não infiltrou no solo e impede o transporte e o arrastamento de partículas pela enxurrada, minimizando ou até mesmo eliminando a erosão. Além dos efeitos na agregação do solo, que ao bloquear a ação direta dos raios solares e vento, diminui a evaporação, aumenta a taxa de infiltração e possibilita um maior armazenamento de água no solo, o que possibilita condições mais favoráveis para o desenvolvimento das plantas e organismos.

Os restos culturais desempenham importante papel, pois controlam a erosão, conservam a fertilidade e a umidade do solo e, também, reduzem a incidência de plantas daninhas (ROMAN e DIDONET, 1990).

A incorporação lenta e gradativa da cobertura ao solo promove o aumento da matéria orgânica, que é “alimento” para os microrganismos. Com a matéria orgânica

há um aumento da atividade microbiana que, aliada à mineralização, torna disponível nutrientes às plantas, melhorando os níveis de produtividade (SALTON et al., 1998).

A relação C/N dos resíduos orgânicos que se encontram na superfície do solo regula a matéria orgânica. Resíduos com alta relação C/N provocam uma diminuição na mineralização da matéria orgânica e aumento na imobilização dos nutrientes nela contidos (N, P, S), principalmente na camada superficial do solo, por possuir uma maior taxa de C-orgânico, o que estimula a atividade microbiana responsável pela imobilização do N no sistema solo-planta. A inclusão de plantas com relação C/N mais baixa, como leguminosas, na sequência de culturas ajuda a minimizar os efeitos da imobilização, resultando em maior acúmulo de N no solo (AMADO et al., 1999).

### **1.3. Rotação de culturas**

A rotação de culturas ocorre por meio da alternância ordenada, cíclica (temporal) e sazonal de diferentes espécies vegetais em um espaço produtivo específico (HIRAKURI et al., 2012).

A implantação de um sistema de rotação de culturas eficiente deve haver um planejamento prévio, analisando o tipo de solo, fatores climáticos, necessidade e bom estabelecimento das culturas, observando quais combinações geram resultados mais eficientes, como maior produtividade, menor incidência de pragas e doenças e disponibilidade de nutrientes no solo.

A utilização de um adubo verde para integrar o sistema de rotação/ sucessão pode melhorar as condições do solo. A inserção do adubo verde no campo é uma prática agrícola que consiste na utilização de determinadas espécies de plantas em sistema de rotação, sucessão ou consórcio com a cultura de interesse econômico, que são capazes de adicionar matéria orgânica ao solo, e atuam como condicionadores do solo, além de apresentarem um sistema radicular profundo e ramificado, capaz de explorar camadas sub-supeficiais do solo, promovem a reciclagem dos nutrientes (ALCÂNTARA, 2009).

Segundo Muzilli (2002), o uso de gramíneas nos primeiros anos de implantação do SPD em regiões tropicais e subtropicais, em alternância com outras espécies favorece o aumento da matéria orgânica do solo. Após três ou quatro anos, observa-se uma tendência a restabelecer o equilíbrio da relação C/N na camada superior do solo, onde se encontram estratificados os resíduos de plantas e a matéria orgânica em diferentes fases de decomposição. Isso resulta na diminuição da imobilização do N



pelos microrganismos, liberando mais nutrientes para o sistema solo-planta e uma menor necessidade de adubação nitrogenada.

## **2. INFLUÊNCIA DE PLANTAS DE COBERTURA NA PRODUTIVIDADE DA SOJA**

Fabian (2009) avaliando os efeitos das plantas de cobertura na produtividade da soja em rotação verificou que a produção de matéria seca, acúmulo de nutrientes pelas plantas de cobertura e liberação dos nutrientes de seus resíduos, promoveram diferenças significativas entre os tratamentos avaliados. Contudo, não foram suficientes para causarem diferenças estatísticas entre os tratamentos na produtividade de soja. Foi observado também neste trabalho, que os teores de macronutrientes estão dentro da faixa de suficiência, com exceção do K, com maior teor foliar no tratamento em ausência de cobertura.

Em estudos realizados por Sanchez (2012), avaliando a produtividade de soja em sucessão a plantas de cobertura de inverno (ervilhaca (*Vicia sativa L.*), nabo forrageiro (*Raphanus sativus L.*), azevém (*Lolium multiflorum Lam.*) e aveia preta (*Avena strigosa Schreb*), verificou-se que a produtividade de soja não foi influenciada pelas plantas de cobertura e, que a cultura do nabo forrageiro apresentou a maior produtividade de biomassa vegetal seca, enquanto que a ervilhaca apresentou à menor.

## **3. PLANTAS DE COBERTURA UTILIZADAS**

### **3.1. SOJA**

A soja (*Glycine max* (L) Merrill) cultivada no Brasil, para a produção de grãos, é uma planta herbácea, da classe Rosidae, ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Papilionoideae, tribo Phaseoleae, gênero *Glycine* L., espécie max. (NEPOMUCENO et al., 2016).

O Brasil é o segundo maior produtor mundial, estando atrás apenas dos EUA. Na safra 2014/2015, a cultura ocupou uma área de 32.093,1 milhões de hectares, o que totalizou uma produção de 96.203,5 milhões de toneladas. A produtividade média da soja brasileira foi de 2.999,00 kg por hectare. O maior estado produtor brasileiro é o Mato Grosso, que na safra de 2014/2015 obteve uma produção de 28018, 6 milhões de toneladas e uma área plantada de 8.934,5 milhões de hectares, seguido do Paraná, o segundo maior produtor, com 17.210,5 milhões de toneladas e área plantada de 5.224,8 milhões de hectares, e no terceiro lugar o Rio Grande do Sul, com uma produção de

14.881,5 milhões de toneladas e área plantada de 5.249,2 milhões de hectares. O estado do Mato Grosso do sul atingiu uma produção de 7177,6 milhões de toneladas, com uma área plantada de 2300,5 milhões de hectares, alcançando a produtividade de 3120 kg ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2015).

Segundo informações do Ministério da Agricultura (2016), a soja ocupa 49% da área plantada em grãos no Brasil, sendo a cultura agrícola que mais cresceu nas últimas três décadas. O aumento da sua produtividade está ligado aos avanços tecnológicos, ao manejo e eficiência dos produtores.

A soja pode ser utilizada tanto para alimentação humana quanto para a alimentação animal, ou como matéria prima para a produção de diversos produtos industriais. Os grãos de soja podem ser processados, gerando inicialmente o óleo, o farelo e a farinha (CISOJA, 2013).

A produtividade da soja pode ser alterada por diversos fatores, como: condições hídricas, térmicas, e fotoperíodo, capacidade produtiva do solo, época de semeadura, cultivar, densidade de plantas e sua uniformidade, e em função da combinação desses fatores com problemas fitossanitários, principalmente com a interação de época de semeadura e ocorrência de pragas e doenças (GARCIA et al., 2007).

### 3.2. MILHO

O milho (*Zea mays L.*), pertencente à família Poacea, assume considerável importância devido a sua utilização na alimentação animal, na alimentação humana, e na produção de biocombustíveis.

Em termos de fertilidade do solo o N é o nutriente mais exigido pelo milho e o que mais influencia a produtividade dos grãos (AMADO et al., 2002). O cultivo do milho sucedendo uma leguminosa apresenta vantagens econômicas, pois a palhada das leguminosas equivalem a aplicação de nitrogênio em cobertura (90 kg de N ha<sup>-1</sup>) (FRANCHINI et al., 2011; OHLAND et al., 2005).

A palhada do milho não apresenta cobertura satisfatória ao solo comparado a outras culturas, fato esse que pode favorecer a ocorrência da erosão hídrica (FRANCHINI et al., 2011). Porém, a mesma é eficiente na reciclagem de nutrientes, além de se decompor de forma mais lenta e uniforme ao longo do tempo, devido a sua alta relação C/N e alto teor de lignina (CALONEGO et al., 2012).

### 3.3. BRAQUIÁRIA RUZIZIENSIS

A *Urochloa ruziziensis* (Syn.*Brachiaria ruziziensis*), é uma forrageira perene de origem africana que adapta-se a ampla faixa climática, preferencialmente em regiões tropicais e de alta pluviosidade, não é exigente em fertilidade, atinge altura de 1,0-1,5 metros, possui rizomas curtos, o perfilhamento é intenso, não emite raízes adventícias nos nós inferiores dos colmos e o florescimento é tardio e abundante, apresentando 250.000 a 300.000 sementes/quilo (PUPO, 1979).

Conforme Crusciol e Soratto (2007) a matéria seca da *U. ruziziensis* apresentou produtividade de 6,2 Mg ha<sup>-1</sup>. A *U. ruziziensis* demonstra ser uma boa alternativa de cultivo para compor o SPD, devido a referida forrageira possuir um rápido crescimento inicial, qualidade de forragem e excelente cobertura do solo (CECCON, 2008).

No sistema de sucessão de culturas a *U. ruziziensis* é a forrageira mais utilizada, em razão desta apresentar maior facilidade de dessecação e menor formação de touceiras, fato esse que facilita a semeadura da soja em sequência (FRANCHINI et al., 2011).

Além disso, segundo pesquisas realizadas por Franchini et al. (2011), a *U. ruziziensis* em cultivo solteiro ou mesmo consorciado com milho safrinha, aumentou a produtividade da soja. O autor confere esse efeito ao aumento da palhada, que protege o solo contra a erosão e dificulta o estabelecimento de plantas daninhas, diminui a temperatura do solo e as perdas de água por evaporação.

Franchini et al. (2009) constatou que essa gramínea proporcionou à soja maior enraizamento, chegando até 1 m de profundidade, fato que favorece o solo fisicamente, diminuindo a compactação do mesmo. O mesmo autor relata a persistência da palhada dessa forrageira, que aos 120 dias sobre o solo, ainda apresentava 40% da matéria seca original.

A utilização dessa forrageira em consórcio com o milho, segundo Chioderoli et al. (2012), não interferiu na produtividade do milho, além de ter incrementado a cobertura de plantas no solo, portanto a utilização desse consórcio é uma boa alternativa para compor o sistema plantio direto.

### 3.4. NABO FORRAGEIRO

O nabo forrageiro, conhecido cientificamente por *Raphanus sativus* L., é uma planta da família das Crucíferas. Sendo bastante usado como adubo verde no

inverno, rotação de culturas e alimentação animal. É uma planta muito vigorosa, que em 60 dias cobre cerca de 70% do solo (COSTA, 1992). A cultura melhora a qualidade física do solo, devido à ação de suas raízes, sendo capaz de romper camadas de solo extremamente adensadas e/ou compactadas a profundidades superiores a 2,50 metros, melhorando a porosidade do solo, favorecendo a infiltração da água e o desenvolvimento de microorganismos e de raízes (SEMEATA, 2016; ANDRADE, 2007). Possui alta capacidade de reciclar nutrientes como o nitrogênio e o fósforo, característica que torna o nabo-forrageiro uma opção interessante nos sistemas de rotação das culturas do algodão, feijão milho e soja. (BARROS e JARDINE, 2016; CALEGARI, 1990).

É ótima para cobertura do solo no inverno produzindo elevado volume de palha, sendo a recomendação de 15 kg ha<sup>-1</sup> de sementes, com população média de 60 plantas m<sup>-2</sup> (COSTA, 1992).

Seu florescimento ocorre aos 80 dias após o plantio, atingindo sua plenitude aos 120 dias. Sua altura varia de 1,00 a 1,80 metros. Possui crescimento inicial rápido e alto efeito supressor sobre plantas daninhas, especialmente, as de folhas largas (BERCHIOL et al., 2006).

Sua fitomassa tem fácil e rápida decomposição devido à baixa relação C/N, disponibilizando, de imediato, nutrientes às culturas seguintes (HERNANI, 2016). Para que a palha perdure por mais tempo sobre o solo, é indicado o consórcio com aveia, triticale ou outra gramínea para favorecer sua maior permanência (BRASI et al., 2008).

### 3.5. NÍGER

O níger (*Guizotia abyssinica*) é uma planta dicotiledônea herbácea anual, pertencente à família Asteraceae. Originou-se na Etiópia e Índia, que são grandes produtores. Apresenta um rápido crescimento, grande resistência a temperaturas baixas e ao calor (RIBEIRO e PAIVA, 2016). As sementes contêm 30% de teor de óleo, que é composto por 9,2% de ácido palmítico, 10,1% de ácido esteárico, 9,0% de ácido oléico e 71,7% de ácido linoléico, que o torna adequado para a produção comercial de biodiesel (SARIN et al., 2009).

Segundo Carneiro et al. (2008), o níger é uma escolha promissora para a produção de fitomassa quando utilizada como cobertura do solo, podendo obter rendimentos de fitomassa, superiores a 14 t ha<sup>-1</sup> no outono-inverno.

A cultura, dependendo da variedade, consegue adaptar-se tanto em altas como baixas temperaturas e diferentes níveis de pluviosidades. Tolerante a todos os tipos de solo, com exceção dos solos de textura grosseira ou extremamente pesados, cultivada em sistemas de rotação com a soja, milho e trigo, e com potencial para melhorar as condições físicas do solo (GETINET e SHARMA, 1996; BENJAMIM, 2012).

Mauad et al. (2015), verificaram que a exportação de nutrientes da cultura é baixa, resultando em maior disponibilidade para as culturas sucessoras.

### 3.6. ERVILHACA PELUDA

A ervilhaca peluda (*Vicia villosa Roth*) é uma planta da família das Fabáceas, originária da Ásia Ocidental, bacia Mediterrânea e Europa. Possui grande utilidade na agricultura de clima temperado, sendo bem adaptada à região Centro-Sul de Mato Grosso do Sul e estados da Região Sul do Brasil, sendo utilizada como cobertura do solo com papel importante na rotação de culturas e estabelecimento do Plantio Direto (FUNDAÇÃO MS, 2016).

A cultura se desenvolve em solos com pH baixo, presença de alumínio e com baixa fertilidade, produzindo grande quantidade de massa. Pode ser consorciada com culturas como: aveia, centeio, triticale, ervilha forrageira, nabo forrageiro, dentre outras (FUNDAÇÃO MS, 2016).

As raízes profundas e robustas da ervilhaca promovem o aumento da porosidade do solo, pois possuem um sistema radicular agressivo, que contribui para a eliminação de camadas compactadas de solo, favorece a formação de bioporos e, conseqüentemente, melhora a porosidade e a infiltração de água no perfil (CALEGARI e COSTA, 2009).

A cultura é recomendada como antecessora ao milho, pela alta capacidade de fixar nitrogênio, e também como antecessora a soja (*Glycine max (L) Merrill*), arroz (*Oryza sativa L.*) e sorgo (*Sorghum bicolor Mench*), onde recomenda-se 50 kg ha<sup>-1</sup> de sementes, sendo o espaçamento de 50 cm entre linhas com 100 a 120 sementes m<sup>-2</sup>, e população média de 100 plantas m<sup>-2</sup> (EMBRAPA, 2006).

A produção de matéria seca é de 3 a 7 ton ha<sup>-1</sup> e o conteúdo de nitrogênio é estimado em 4%. Tem ciclo longo, florescendo entre os 140 e 160 dias após a semeadura. Apresenta um importante efeito no controle de invasoras e é facilmente manejada com aplicação de herbicidas (FUNDAÇÃO MS, 2016).

### 3.7. AVEIA BRANCA

A aveia branca (*Avena sativa L*) pertence à família Poaceae. Esta espécie apresenta um sistema radicular fibroso e fasciculado, os colmos são eretos e a inflorescência é uma panícula (BONNETT, 1961). É uma planta de dias longos, ou seja, de inverno, por isso não se desenvolve bem sob alta umidade relativa do ar e sob altas temperaturas (BRINHOLI, 1995).

A aveia branca é suscetível aos danos causados pelo alumínio tóxico, entretanto ela se adapta bem a diferentes tipos de solos, tolera solos ácidos até 4,5 de pH e solos alcalinos até 8,5 de pH, sendo a condição ideal de pH entre 5 e 6 (CASTRO et al., 2012). Em termos de fertilidade do solo é mais exigente que a aveia preta (FONTANELI et al., 2012).

Por ser uma cultura de inverno, essa espécie pode ser uma alternativa no cultivo da segunda safra para compor o sistema de plantio direto, proporcionando ao solo proteção contra a erosão, maior cobertura do solo, evitando que ocorra a infestação de plantas daninhas, e reciclagem de nutrientes.

Machado (2000), estudando sobre os genótipos de aveia branca adaptados a região de Dourados, obteve de matéria seca valores entre 3673 kg ha<sup>-1</sup> e 6446 kg ha<sup>-1</sup>

### 3.8. CÁRTAMO

O Cártamo, *Carthamus tinctorius L.*, pertencente à família Asteraceae, é uma planta herbácea, ramificada, geralmente com muitos espinhos afiados longos nas folhas, apresentam altura de 30 a 150 cm, as flores são amarelas, laranjas ou vermelhas, a planta possui uma raiz principal forte que permite o seu cultivo em regiões de climas secos (DAJUE e MUNDEL, 1996).

Esta espécie oleaginosa é tolerante a baixas temperaturas, exige solos pouco compactados, com pH próximos da neutralidade e precipitação anual mínima de 350-400 mm (OELKE et al., 2011).

Quando semeado no período de outono inverno o ciclo da cultura é em torno de 140 dias, mostrando-se potencial na sequência de cultivos tradicionais como a soja e o milho (AMBROSANO, 2012).

De acordo com Ambrosano (2012), o cártamo foi a cultura que apresentou maior número de folhas aos 120 dias de cultivo, superando o nabo forrageiro, o crambe

e o níger, mostrando-se uma alternativa potencial para safrinha, devido à grande produção de matéria verde, o que poderá proporcionar ao solo maior cobertura.

A palhada do cártamo pode apresentar efeito alelopático sobre outras plantas, por meio da liberação de compostos orgânicos. Segundo Spiassiet et al., (2011), a palhada de cártamo proporcionou efeito positivo sobre as plântulas de milho, as quais tiveram maior crescimento. Porém o extrato das folhas de cártamo apresentou efeito alelopático inibitório sobre canola e não apresentou interferência alelopática sobre o girassol (BONAMIGO et al., 2013).

### 3.9. CROTALÁRIA

A Crotalária ocreleuca (*Crotalaria ochroleuca* L.) é uma leguminosa anual de crescimento determinado, arbustiva, com hábito ereto e caule semi-lenhoso (BARRETO e FERNANDES, 2001). Destaca-se pela possibilidade de desenvolver-se em solos quimicamente pobres e com baixo teor de matéria orgânica, características essas adequadas para o cultivo no Cerrado (SALEMA, 1987).

O nematoide das lesões radiculares (*Pratylenchus brachyurus*) destaca-se por causar problemas fitossanitários na soja na Região Central do Brasil. Podendo causar perdas de até 30% na produtividade da soja (DIAS et al., 2010). No entanto a *C. ochroleuca* possui potencial para reduzir a densidade populacional de *Pratylenchus brachyurus*, conforme Ribeiro et al. (2007) e Debiasi et al. (2010) concluíram em seus trabalhos.

Além de contribuir para a fitossanidade da soja, a *C. ochroleuca* apresenta outras características importantes que a fazem ser uma alternativa de cultivo nas entressafras das culturas principais, sendo utilizada como cobertura de solo, por apresentar potencial produtivo de 4 t ha<sup>-1</sup> de matéria seca, conforme verificado por Amabile et al. (2000), corroborando com Cesar et al. (2011), que obteve 3,76 t ha<sup>-1</sup> de matéria seca. Porém, segundo Amabile et al. (2000), essa leguminosa tem potencial para atingir valores que variam de 7 t ha<sup>-1</sup> até 17 t ha<sup>-1</sup> de matéria seca, conforme a época de semeadura.

Outra atribuição importante que a *C. ochroleuca* tem proporcionado quando utilizada como planta de cobertura, é a capacidade de reduzir o número da população das plantas daninhas (ERASMO et al., 2004).

Com relação à composição nutricional, em um estudo realizado por Cesar et al. (2011), foi constatado que dentre as espécies estudadas a *C. ochroleuca* foi uma das

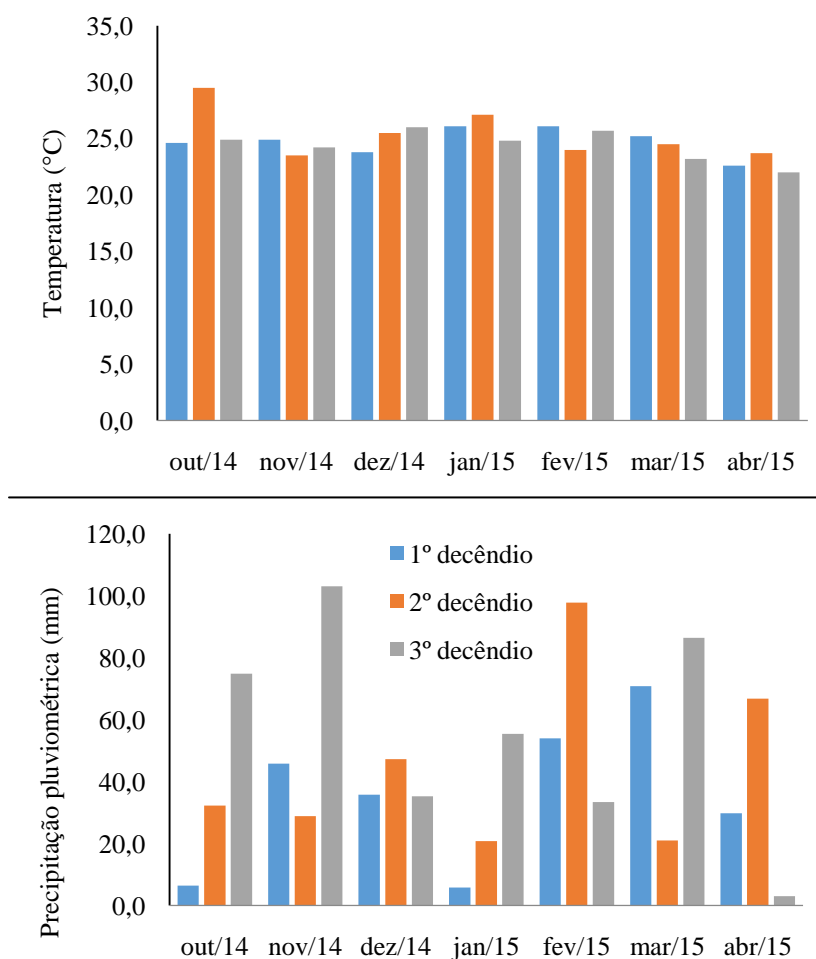
espécies que obtiveram as maiores quantidades de N acumulados no cultivo de primavera-verão.



## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, situada no município de Dourados-MS, latitude 22°13'16" S, longitude 54°48'2"W e altitude média de 458 m, nos anos de 2013-2015, em um solo classificado como Latossolo Vermelho distroférico (SANTOS et al., 2013).

O clima da região, segundo classificação de Koppen (1948), é do tipo Aw, os dados de pluviosidade e temperatura durante a realização do experimento estão apresentados na Figura 1.



**Figura 1.** Precipitação pluviométrica (mm) acumulada e média de temperatura (°C), por decênio nos meses de outubro (2014) a abril (2015), na Estação da Embrapa Agropecuária Oeste - Dourados/MS.

**Tabela 1.** Sistemas de produção de culturas de outono/ inverno e cultura de verão, nos anos de 2013-2015, Dourados-MS.

Cultura verão 2013/2014	Culturas outono/inverno 2014	Cultura verão 2014/2015	Culturas outono/inverno 2015	Cultura verão 2015/2016
Soja	Pousio	Soja	Pousio	Soja
Soja	Milho	Soja	Milho	Soja
Soja	Milho + Braquiaria	Soja	Milho + Braquiária	Soja
Milho	Nabo	Soja	Cártamo	Milho
Milho	Niger	Soja	<i>Crotalaria ochroleuca</i>	Milho
Milho	Ervilhaca + Aveia + Nabo	Soja	Ervilhaca	Milho
Milho	Ervilhaca	Soja	Nabo forrageiro	Milho

A área onde foi desenvolvido o experimento já foi cultivada anteriormente, por vários anos, com a cultura da soja no verão e o milho no outono-inverno. Em 2009 foi instalada a área experimental, com 29 sistemas de produção. Antes da instalação da área experimental, realizou-se a calagem em setembro de 2009, com aplicação de 4,0 t ha<sup>-1</sup> de calcário em toda área, seguido de uma aração e gradagem grade pesada, a seguir, foi aplicado 2,0 t ha<sup>-1</sup> de gesso e incorporado com grade niveladora. A partir daí, não houve mais o revolvimento do solo.

Este trabalho foi desenvolvido utilizando sete sistemas de produção dentre os vinte e nove que compõe a área experimental. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com sete tratamentos, e quatro repetições. O tamanho de cada parcela experimental foi de 35 m de comprimento por 15 m de largura (525 m<sup>2</sup>).

A cultura da soja, variedade Monsoy 1036 foi semeada em 22 de outubro de 2014 com densidade populacional de 300 mil plantas por hectare. A adubação na soja foi realizada utilizando-se se 300 kg hectare da fórmula 00-20-20 + 0,3 % de Zn. Anteriormente à semeadura, as sementes de soja foram inoculadas *Bradyrhizobium japonicum*, concentração bacteriana: 5 10<sup>9</sup> UFC ml<sup>-1</sup>, estirpes Semia 5079 e 5080, dosagem 200 mL para 50 kg de sementes + 25 g. i.a. ha<sup>-1</sup> de fipronil + 25 g i.a. ha<sup>-1</sup> de piraclostrobina + 22,5 g.i.a. ha<sup>-1</sup> de tiofanato-metílico.

No período de florescimento pleno foram coletados 30 trifólios com pecíolo por parcela, sendo um trifólio por planta de soja, retirado da terceira posição na haste principal, do ápice para a base, no estágio de desenvolvimento R2. As amostras foram

levadas para o laboratório onde foram lavadas com água de torneira e depois com água deionizada, dispostas em uma bancada para secagem preliminar, e posteriormente acondicionadas em sacos de pão. As amostras foram secas em estufa com circulação forçada de ar a 65°C, até peso constante e passadas em moinho com peneira de 60 malha/cm<sup>2</sup>. Nas amostras de trifólios foram determinados os teores totais de N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu, Mn e Fe, conforme metodologia descrita em Malavolta et al. (1997).

Para avaliação da produtividade de grãos (kg ha<sup>-1</sup>), a área útil utilizada foi de 4,5 m<sup>2</sup>, onde foram coletados 2 linhas de 5 metros. A colheita foi realizada ao final do ciclo da cultura (no estágio R8). Após a colheita o material foi seco ao ar livre e trilhado e pesado. O valor determinado para a produtividade de grãos foi corrigido para umidade de 13%.

Nas culturas de outono- inverno antecessoras e sucessoras a soja avaliou-se o teor foliar de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S). Os tratamentos antecessores a soja foram: pousio, milho, milho + braquiária, nabo, níger, ervilhaca + aveia branca + nabo e ervilhaca. Essas culturas foram semeadas em fevereiro, março e abril de 2014.

As culturas sucessoras à soja foram: pousio, milho, milho + braquiária, cártamo, *crotalaria ochroleuca*, ervilhaca e nabo forrageiro. A semeadura foi realizada no mês de março/abril de 2015 (Tabela 1).

Todas as parcelas das culturas de inverno antecessoras e sucessoras a soja foram adubadas com 250 kg ha<sup>-1</sup> 08-20-20 +0,3% Zn + 0,3% B.

A coleta das culturas de inverno foi realizada no florescimento pleno das espécies. Foram coletados todo o material vegetal que se encontrava na superfície do solo, contido no interior de um quadrado metálico de 1 m<sup>2</sup>, de acordo com a metodologia de Stott et al. (1990). O quadrado foi lançado, aleatoriamente, uma vez em cada parcela. O material coletado foi colocado para secar em estufa de circulação forçada de ar na temperatura de 65°C. O material seco foi passado em moinho com peneira de 60 malha/cm<sup>2</sup> para determinação dos teores de nutrientes. A cultura do milho foi coletada com atraso, estando no estágio R2.

Também foram avaliadas as alterações químicas no solo na camada 0,0-10 cm nos anos de 2013 e 2015, fazendo um comparativo dos atributos químicos do solo pela influência dos sistemas de rotação/sucessão durante esse intervalo de tempo (Tabela 1).

A análise química do solo do ano de 2013 foi realizada no laboratório de fertilidade da Universidade Federal da Grande Dourados, conforme metodologia

descrita por CLAESSEN (1997). A análise química do solo do ano de 2015 foi enviada para leitura em laboratório comercial.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade e para as características significativas pelo teste F, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade, utilizando-se o programa computacional SAEG 9.1 (RIBEIRO JUNIOR, 2001).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 1. ESTADO NUTRICIONAL DAS CULTURAS ANTECESSORAS À SOJA

Os teores de nutrientes das culturas antecessoras a soja podem ser observados na Tabela 2. A análise de variância das plantas de cobertura mostrou diferença estatística para todos os nutrientes avaliados.

**Tabela 2.** Teores de nutrientes contidos nas folhas das culturas de outono- inverno no ano de 2014. Dourados-MS, UFGD, 2015-2016.

Tratamentos	N	P	K	S	Ca	Mg
	(g kg <sup>-1</sup> )					
Milho	4,52 C	1,21 D	19,33 D	0,36 C	2,37 C	2,22 BC
M + B	2,20 C	2,03 CD	14,83 D	0,64 C	3,71 C	1,85 C
Nabo	11,20 AB	3,18 BC	63,62 BC	6,26 A	11,60 AB	3,40 AB
Níger	8,53 B	2,70 BC	49,17 C	2,02 BC	11,82 AB	4,28 A
E + A + N	11,96 AB	5,35 A	80,00 A	3,33 B	13,98 A	3,78 AB
Ervilhaca	14,45 A	3,53 B	70,50 AB	1,37 BC	7,22 BC	2,69 BC
CV(%)	18,14	19,18	13,78	38,74	32,12	19,67

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Onde: M+B – consorciação milho + braquiária; E+ A+ N – consorciação ervilhaca peluda + aveia branca + nabo forrageiro.

O maior teor de nitrogênio dentre os tratamentos foi obtido com a cultura da ervilhaca, diferindo estatisticamente dos tratamentos em que a cultura foi o níger, milho e consórcio milho + braquiária. A ervilhaca é uma leguminosa com alta capacidade de fixar nitrogênio, sendo indicada como cobertura, principalmente, quando o objetivo é o fornecimento de nitrogênio, sendo uma boa opção para anteceder a gramíneas como o milho, que requerem grandes quantidades de nitrogênio para o seu bom desenvolvimento.

Os tratamentos consorciação (ervilhaca + aveia + nabo) e nabo obtiveram 11,96 g Kg<sup>-1</sup> de N e 11,20 g kg<sup>-1</sup> de N, respectivamente, não diferindo estatisticamente do tratamento com a ervilhaca solteira. O nabo consegue reciclar grandes quantidades de nitrogênio. O sistema de consorciação ervilhaca + aveia + nabo, além de proporcionarem teores de nitrogênio similares aos tratamentos com ervilhaca solteira e nabo, possui a vantagem de ter a cultura da aveia em sua consorciação, o que equilibra a

relação C/N do material de cobertura, diminuindo a velocidade de decomposição, fazendo com que a cobertura permaneça por mais tempo, um dos princípios básicos do Sistema Plantio Direto, que é a permanência permanente de cobertura no solo.

Os tratamentos com milho e consórcio milho + braquiária foram os que obtiveram os menores teores foliares de nitrogênio. Mesmo não havendo diferenças significativas do milho solteiro e do milho consorciado, houve redução de aproximadamente 105% do teor de nitrogênio no tratamento com o milho solteiro (Tabela 2).

A consorciação ervilhaca + aveia + nabo proporcionou o maior teor de fósforo, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. O tratamento com a ervilhaca solteira obteve teores inferiores ao da ervilhaca consorciada demonstrando que a consorciação teve efeitos positivos no aumento dos teores foliares de fósforo (Tabela 2).

O nabo, níger e ervilhaca não diferiram estatisticamente entre si. A ervilhaca e o nabo possuem raízes profundas o que favorece a absorção de fósforo pelo processo de difusão. O tratamento com a cultura do milho não diferiu estatisticamente do milho consorciado, mas diferiu dos demais tratamentos (Tabela 2).

Os maiores teores foliares de potássio foram no consórcio ervilhaca + aveia + nabo e com a ervilhaca solteira. O nabo foi o terceiro tratamento a obter o maior teor foliar de potássio, não diferindo estatisticamente da ervilhaca solteira e nem do níger. Os menores teores foram nos tratamentos com milho e milho + braquiária, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos (Tabela 2).

O nabo forneceu o maior teor de enxofre, sendo superior estatisticamente aos demais tratamentos. A consorciação ervilhaca + aveia + nabo, níger e ervilhaca solteira não diferiram estatisticamente entre si. O tratamento com milho e milho consorciado não diferiu estatisticamente entre si, e nem com os tratamentos com o níger e a ervilhaca (Tabela 2).

Apesar de estatisticamente não haver diferenças nos teores foliares de enxofre dos tratamentos com ervilhaca solteira, ervilhaca consorciada e níger, o maior teor foi na ervilhaca consorciada com a aveia e com o nabo (Tabela 2).

A ervilhaca consorciada obteve um aumento de 143% do teor de enxofre em relação à ervilhaca solteira e 64% em relação ao níger, o que pode ser explicado devido à presença da cultura do nabo nessa consorciação, cultura que obteve o maior teor de enxofre encontrado nesse experimento (Tabela 2).

Não houve diferenças estatísticas significativas no teor de enxofre quando comparado o milho solteiro com o consorciado. Esses tratamentos também não diferiram estatisticamente dos tratamentos com níger e ervilhaca solteira (Tabela 2).

A consorciação ervilhaca + aveia + nabo ( $13,98 \text{ g kg}^{-1}$  de Ca) obteve um maior teor de cálcio, sendo seguidas dos tratamentos com níger e nabo com  $11,82 \text{ g kg}^{-1}$  de Ca e  $11,60 \text{ g kg}^{-1}$  de Ca, respectivamente, não diferindo estatisticamente.

A ervilhaca solteira obteve o teor de  $7,22 \text{ g kg}^{-1}$  de Ca, sendo diferente estatisticamente do tratamento com a ervilhaca consorciada, demonstrando que as presenças do nabo e da aveia favoreceram o aumento do teor desse nutriente.

Não houve diferenças estatísticas do tratamento com milho, consórcio milho + braquiária e ervilhaca quando avaliado os teores foliares de cálcio, porém os menores teores foram com o milho solteiro e milho consorciado, que obtiveram redução de aproximadamente 204% e 94%, respectivamente, em relação aos teores encontrados nas folhas de ervilhaca (Tabela 2).

O níger, consórcio ervilhaca + aveia + nabo e nabo obtiveram os maiores teores de magnésio, não diferindo estatisticamente entre si. Não houve diferenças estatísticas dos teores de magnésio entre a ervilhaca e o milho, e nem com o tratamento com o nabo e com a ervilhaca consorciada. O consórcio milho + braquiária proporcionou o menor teor desse nutriente, com  $1,85 \text{ g kg}^{-1}$  de Mg, porém não diferindo estatisticamente do tratamento com o milho solteiro (Tabela 2).

O consórcio ervilhaca + aveia + nabo proporcionou maiores valores de fósforo, potássio e cálcio em suas folhas, em relação aos demais tratamentos. Oliveira (2015) citou o fósforo, o potássio e o enxofre, como os nutrientes mais absorvidos do solo pela soja e que necessitam de maiores reposições, assim como o nitrogênio, porém esse nutriente é disponibilizado através da inoculação das sementes com as bactérias fixadoras de nitrogênio.

Quando comparado o cultivo da ervilhaca solteira com a ervilhaca consorciada, em relação aos teores foliares, sem considerar se houve ou não diferenças estatísticas, os maiores teores foram na consorciação, com exceção do nitrogênio, que foi maior no cultivo solteiro. A vantagem da utilização da consorciação, além da disponibilidade de nutrientes, é sua decomposição mais lenta. A ervilhaca e o nabo possuem uma relação C/N mais baixa, e com isso sua decomposição é mais acelerada. A relação C/N da aveia é mais alta, conseqüentemente sua decomposição é mais lenta. Essa combinação das três culturas gera um equilíbrio da relação C/N, possibilitando que

a cobertura permaneça por mais tempo protegendo o solo. Regiões tropicais aceleram o processo de decomposição, expondo o solo mais rapidamente do que em regiões temperadas, por influência dos fatores climáticos. Dessa forma, ao escolher uma planta de cobertura, é importante analisar não apenas os teores nutricionais que podem ser disponibilizados, mas também como uma maior cobertura e uma maior permanência desse material sobre o solo. De acordo com Lal e Logan (19995), a taxa de decomposição em regiões tropicais e subtropicais é rápida, podendo ser até 10 vezes mais acelerada do que em regiões temperadas.

Da Ros e Aita (1996), analisando diferentes plantas de cobertura verificaram que a palhada da ervilhaca quando utilizada como cultura solteira, é decomposta mais facilmente pela população microbiana, diferentemente da aveia, que persiste por mais tempo. Como a ervilhaca possui uma baixa relação C/N sua palhada é decomposta mais rapidamente, com isso a superfície do solo fica exposta às intempéries mais rapidamente do que quando a cultura de cobertura é uma gramínea, o que favorece o aparecimento de plantas daninhas, erosão do solo, maior facilidade de lixiviação dos nutrientes e evaporação da água no solo, fato que se agrava mais no período de estiagem.

Derpsch et al. (1986) observaram em trabalhos avaliando culturas de inverno, que uma boa escolha de planta de cobertura proporciona proteção ao solo, melhor infiltração de água, redução do escoamento superficial e perdas por erosão, resultando em significativo aumento de produção da cultura subsequente.

Para calcular a quantidade de adubo a ser adicionada no solo, além da análise do solo, é preciso saber das exigências nutricionais da planta a ser implantada na área, e a produtividade esperada. Para uma produtividade em torno de 3 t ha<sup>-1</sup>, seriam necessários cerca de 153 kg ha<sup>-1</sup> de N, 30 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, 9 kg ha<sup>-1</sup> de Ca, 6 kg ha<sup>-1</sup> de Mg e 16 kg ha<sup>-1</sup> de S, para repor os nutrientes extraídos (Adaptado EMBRAPA, 2013). Com a presença de cobertura no solo, a quantidade de adubo químico necessário para adicionar no solo, para melhor desempenho da cultura e manutenção da fertilidade será menor, diminuindo os custos com fertilizantes. A quantidade de nutriente adicionada vai depender da cultura e da sua produção de massa seca.

Os tratamentos com milho e milho + braquiária obtiveram os teores mais baixos de nutrientes, o que pode ser explicado devido à coleta das folhas de milho terem sido realizadas com atraso, no estágio R2, então uma parte dos nutrientes já tinha sido translocado para a formação da espiga.



## 2. SOJA

### 2.1. Estado nutricional da soja

Houve diferenças estatísticas nos teores de nitrogênio e potássio foliar (Tabela 3).

**Tabela 3.** Teores médios de nitrogênio e potássio da soja, na safra (2014 - 2015), submetidos à análise de variância. Dourados - MS, UFGD, 2014-2015.

Tratamentos	Nitrogênio (g kg <sup>-1</sup> )	Potássio (g kg <sup>-1</sup> )
Pousio/Soja	45,50 AB	49,25 A
Milho/ Soja	41,30 B	43,25 AB
Milho + Braquiária/ Soja	43,40 AB	42,38 AB
Nabo/ Soja	45,50 AB	43,50 AB
Níger/ Soja	39,76 B	44,75 AB
Ervilhaca+ Aveia+ Nabo/ Soja	42,45 AB	33,63 AB
Ervilhaca/ Soja	50,75 A	28,25 B
CV (%)	8,72	19

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 4.** Teores de nutrientes utilizados na interpretação dos resultados das análises de folhas de soja para o MS e MT (Estádio R2).

Elemento	Trifólio com pecíolo		
	Baixo	Suficiente	Alto
	g kg <sup>-1</sup>		
<b>N</b>	<36,8	36,8 a 46,9	>46,9
<b>P</b>	<2,3	2,3 a 3,4	>3,4
<b>K</b>	<17,3	17,3 a 25,7	>25,7
<b>Ca</b>	<6,8	6,8 a 11,8	>11,8
<b>Mg</b>	<2,9	2,9 a 4,7	>4,7
<b>S</b>	<2,1	2,1 a 3,0	>3,0
	mg kg <sup>-1</sup>		
<b>B</b>	<33	33 a 50	>50
<b>Cu</b>	<6	6 a 11	>11
<b>Fe</b>	<59	59 a 120	>120
<b>Mn</b>	<28	28 a 75	>75
<b>Zn</b>	<31	31 a 58	>58

Fonte: Kurihara et al. (2008).

Não houve diferenças estatísticas nos teores foliares de nitrogênio dos tratamentos em que a cultura de cobertura foram a ervilhaca, nabo, milho + braquiária e consorciação ervilhaca + aveia + nabo, porém o maior teor foi no tratamento com a ervilhaca. Segundo Bolliger et al. (2006), a ervilhaca-peluda, anterior ao cultivo de milho, fornece de 60 a 120 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N, sendo indicada como adubo verde, tanto para o milho, quanto para a soja, arroz, e sorgo (Tabela 3).

Os menores teores de nitrogênio foram obtidos nos tratamentos em que a planta de cobertura foram o milho e o níger, diferindo estatisticamente do tratamento em que a planta de cobertura foi a ervilhaca (Tabela 3).

Para os teores de potássio houve diferenças estatísticas para a soja em sucessão à área de pousio e em sucessão à ervilhaca. Todas as coberturas proporcionaram altos teores de potássio, segundo Kuhihara et al. (2008).

Valores excessivos de potássio podem diminuir a absorção de Ca e Mg, pela competição pelo sítio de absorção, causando deficiências desses nutrientes na planta. As plantas conseguem tolerar relativamente altas concentrações de potássio, sem apresentar distúrbios, porém pode causar efeitos indiretos, pela redução da assimilação de outros nutrientes, como cálcio e magnésio, assim como inibir a absorção de boro, zinco, manganês e amônio, contribuindo ou mesmo induzindo a diminuição desses nutrientes (BERGMANN, 1992).

**Tabela 5.** Teores médios de nutrientes da soja na safra (2014 - 2015), em sucessão a diferentes plantas de cobertura. Dourados-MS, UFGD, 2014-2015.

Nutrientes	Média
(g kg <sup>-1</sup> )	
Fósforo	3,84
Enxofre	2,19
Cálcio	9,36
Magnésio	3,72
(mg Kg <sup>-1</sup> )	
Cobre	6,72
Manganês	31,71
Ferro	103,32
Zinco	19,30

Não houve diferença estatística para os nutrientes de fósforo, enxofre, cálcio, magnésio, cobre, manganês, ferro e zinco nas folhas de soja. As médias dos

nutrientes podem ser observadas na Tabela 5. O teor médio de fósforo nas folhas de soja é considerado alto. Os teores médios foliares de enxofre, cálcio, magnésio, cobre, manganês e ferro encontram-se dentro da faixa suficiente. O teor médio de zinco encontra-se com valores baixos. As comparações dos teores foram realizadas segundo Kurihara et al. (2008) (Tabela 4).

Apesar dos macronutrientes serem exigidos em maior quantidade, deve-se atentar que para uma boa produtividade tanto os macronutrientes quanto os micronutrientes devem estar em quantidades ideais. O zinco é o micronutriente que apresenta maior deficiência, e seu teor limitado afeta as funções bioquímicas, influenciando o desenvolvimento da planta, o que pode causar diminuição da qualidade e menor rendimento da produção (AIRES, 2009).

## 2.2. Produtividade da soja

Na Tabela 6, podemos observar os valores de produtividade de soja da safra 2014-2015, em sucessão a área de pousio e das culturas de inverno.

**Tabela 6.** Produtividade da soja na safra (2014 -2015), sucessora a diferentes plantas de cobertura. Dourados-MS, UFGD, 2014-2015.

Tratamentos	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )
Pousio	2280,56 AB
Milho	2122,22 AB
Milho + Braquiária	2175,00 AB
Nabo	2693,06 AB
Níger	2595,83 AB
Ervilhaca + Aveia + Nabo	3053,70 A
Ervilhaca	2103,70 B
CV(%)	18,47

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 10% de probabilidade.

A soja em sucessão a ervilhaca solteira obteve a menor produtividade, diferindo estatisticamente do tratamento em que a soja foi sucessora a ervilhaca consorciada, tendo uma queda de aproximadamente 45% em sua produtividade.

Os demais tratamentos não diferiram estatisticamente na produtividade da soja em sucessão a ervilhaca solteira, nem da consorciada.

Debiasi et al. (2010) alcançaram maiores produtividades de soja nos tratamentos aveia + ervilhaca, em relação à área de pousio. Nicoloso et al. (2008) relataram que o consórcio aveia + nabo forrageiro, melhoraram as qualidades físicas do solo, devido à maior porcentagem de cobertura e alta produção de fitomassa produzidos pelo consórcio, resultando em maior produtividade da soja.

Não houve diferenças estatísticas na produtividade da soja cultivada em área de pousio, em relação aos demais tratamentos, porém a produtividade foi superior ao tratamento em sucessão ao milho e milho consorciado. Os tratamentos culturais na área foram realizados quando necessários para o controle das plantas espontâneas, com herbicidas e roçagem e deixados sobre o solo, o que pode ter favorecido o retorno dos nutrientes ao solo e uma “proteção momentânea” da camada superficial.

Apesar da produtividade da soja em sucessão a área de pousio não ter sido a menor entre os tratamentos, deve se levar em consideração os efeitos negativos da prática da monocultura. Segundo Galerani (2005), a monocultura da soja pode levar a um desbalanceamento das condições físicas, químicas e biológicas do solo, podendo causar em longo prazo perdas de produtividade e danos ao solo, como desagregação do solo, compactação, erosão e decréscimo de matéria orgânica, além de dificultar a absorção de nutrientes, favorecimento de doenças, pragas e plantas daninhas, em especial a buva e o capim-amargoso na região do Mato Grosso do Sul.

A produtividade da soja depende de vários fatores, entre eles um fator limitante é a disponibilidade de água. A baixa pluviosidade no mês de janeiro, com 82 mm acumulados, no ano de 2015, período em que iniciou-se a formação de vagens e enchimento de grãos pode ter afetado a produtividade. Nessa fase a soja precisa de cerca de 7 a 8 mm/dia de água (GIANLUPPI et al., 2009).

Os valores da produtividade da soja encontrados neste trabalho foram inferiores à média de produtividade encontrada para a região do Mato Grosso do Sul, que alcançou 3.120 kg ha<sup>-1</sup>, porém o tratamento em que a cultura antecessora foi à consorciação ervilhaca + aveia + nabo, a produtividade da soja foi superior à média nacional (2.999 kg ha<sup>-1</sup>) (CONAB, 2015).

### **3. ESTADO NUTRICIONAL DAS CULTURAS DE INVERNO SUCESSORAS À SOJA**

O maior teor de nitrogênio foi obtido na cultura da ervilhaca, com 31,85 g kg<sup>-1</sup>, sendo superior estatisticamente aos demais tratamentos, seguido do nabo

forageiro com 18,90 g kg<sup>-1</sup>. Corroborando com os valores encontrados neste trabalho, Melgarejo et al. (2011) também concluíram que dentre as culturas estudadas a ervilhaca e o nabo forrageiro apresentaram maior teor de nitrogênio, com 17,84 g kg<sup>-1</sup> e 15,44 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente. Com esses resultados fica evidente a importância dessas plantas como recicladoras de nutrientes, contribuindo com a complementação da adubação. De acordo com Silva et al. (2002), o acúmulo de 91,7 kg ha<sup>-1</sup> de N equivale a 204 kg ha<sup>-1</sup> de uréia ou 450 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de amônio.

**Tabela 7.** Teor de nutrientes contidos nas folhas das culturas de outono- inverno no ano de 2015, sucessoras à soja. Dourados-MS, UFGD, 2015-2016.

Tratamentos	N	P	K (g kg <sup>-1</sup> )	S	Ca	Mg
Milho	7,70 C	0,09 C	21,20 B	0,87 B	3,55 B	2,07 AB
Milho + Braquiária	6,65 C	0,21 C	38,80 AB	0,58 B	3,14 B	2,07 AB
Cártamo	7,00 C	1,01 AB	46,20 AB	0,95 B	6,40 A	2,01 AB
Crotalária	12,25 BC	0,60 BC	52,50 A	0,86 B	3,69 B	2,23 A
Ervilhaca	31,85 A	1,72 A	48,80 AB	1,42 B	3,76 B	1,53 B
Nabo	18,90 B	1,63 A	62,50 A	5,05 A	7,68 A	2,27 A
CV(%)	24,60	39,11	30,09	45,43	16,47	13,56

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

De acordo com Sengik (2003), teores de 3 g kg<sup>-1</sup> de fósforo são considerados suficientes para as gramíneas. Nenhuma cultura no presente trabalho obteve valor próximo ou superior a esse. Entre os macronutrientes o P, é o reciclado em menor quantidade. A ervilhaca e o nabo foram às culturas que apresentaram as maiores teores desse nutriente, com 1,72 g kg<sup>-1</sup> e 1,63 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente.

O potássio foi o nutriente que obteve os maiores teores nas culturas neste trabalho (Tabela 7). As quantidades de K obtidos no nabo (62,50 g kg<sup>-1</sup>) e crotalária (52,50 g kg<sup>-1</sup>) foram superiores aos demais tratamentos. Cavalcante et al. (2012) avaliando o potencial de leguminosas para uso como adubo verde, verificaram maior teor de potássio na crotalária, mesmo essa tendo apresentado baixa quantidade de matéria seca em relação às demais leguminosas. Os resultados presentes neste trabalho diferem dos obtidos por Braz et al. (2004), Torres e Pereira (2008) e Fabian (2009) que obtiveram quantidades de K na braquiária superiores aos da crotalária. Segundo esses autores as braquiárias possuem o sistema radicular profundo e alta capacidade de

absorção deste nutriente. O milho, quando cultivado solteiro, obteve o menor teor de potássio (21,20 g kg<sup>-1</sup>). Os teores de potássio do nabo forrageiro e da ervilhaca obtidos neste trabalho, foram muito superiores aos encontrados por Giacomini et al. (2003) e Borkert et al. (2003), que foram de 23,9 g kg<sup>-1</sup> e 22,9 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente.

A cultura que obteve maior teor de enxofre foi o nabo, com 5,05 g kg<sup>-1</sup>, diferindo das demais culturas. Os teores de nutrientes dos tratamentos estudados neste trabalho encontram-se dentro das concentrações citadas por Sengik (2003), que variam de 2 até mais de 10 g kg<sup>-1</sup>.

Os teores de cálcio e magnésio no nabo forrageiro foram de 7,68 g kg<sup>-1</sup> e 2,27 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente. Diferindo dos teores citados por Crusciol et al. (2005), que foram de 12,6 g kg<sup>-1</sup> e 4,2 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente. Entretanto, dentre as culturas estudadas no presente trabalho, o nabo foi cultura que apresentou maiores teores de cálcio e magnésio.

O milho e o consórcio milho + braquiária, apresentaram os menores teores para a maioria dos nutrientes estudados. Esse fato deve-se a um atraso na coleta dos materiais vegetais do milho, os nutrientes podem ter sido translocados para os grãos.

O nabo forrageiro apresentou neste trabalho teores elevados para todos os nutrientes estudados. Este fato deve-se a elevada capacidade de reciclagem de nutrientes que o nabo possui (OHLAND et al., 2005). Portanto essa cultura é uma importante alternativa para compor o sistema plantio direto.

#### **4. ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO**

Na Tabela 8, observam-se os dados referentes à análise do solo no ano de 2013 e 2015, e a média dos tratamentos, após o sistema de rotação/ sucessão das culturas, nesse intervalo de tempo. A análise química do solo revelou que houve alterações nos teores dos nutrientes na camada de 0 – 10 cm, os quais foram influenciados pelas culturas do sistema de plantio direto.

O pH (CaCl<sub>2</sub>) no ano de 2015 foi de 4,98, sendo menor em comparação à 2013 que foi de 5,38, evidenciando que com o passar dos anos, nesse trabalho, o solo tornou-se mais ácido. Corroborando com este trabalho, Franchini et al. (2000) observaram que ocorreu uma redução do pH, nos solos cultivados sob o sistema plantio direto.

**Tabela 8.** Análise de solo nas áreas experimentais da FAECA (Fazenda Experimental de Ciências Agrárias) da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, na profundidade 0-10 cm, nos anos de 2013 e 2015.

	pH água	pH CaCl <sub>2</sub>	Fósforo (mg/dm <sup>3</sup> )	Potássio	Alumínio	Cálcio	Magnésio	(H+ Al)	SB	CTC (T)	CTC efetiva (t)	V -----%	M
	----- (mmol/dm <sup>3</sup> ) -----												
<b>ÉPOCA</b>													
2013	6,05 a	5,38 a	11,65 b	4,61 a	1,73 a	50,30 b	19,63 a	24,85 a	74,36 a	99,12 b	76,10 a	73,57 a	3,34 a
2015	5,70 b	4,98 b	22,71 a	5,68 a	0,68 b	61,48 a	11,59 b	67,81 b	83,77 a	141,30 a	84,45 a	54,10 b	0,87 b
<b>TRATAMENTOS</b>													
1	5,97 A	5,29 A	12,03 C	4,69 A	0,14 C	61,06 A	15,11 BC	41,23 B	80,62 A	120,73 A	81,41 A	68,46 A	0,16 C
2	5,98 A	5,31 A	14,34 BC	4,72 A	0,16 C	56,12 ABC	14,00 C	41,08 B	74,44 A	115,51 A	75,35 A	66,28 A	0,21 C
3	5,86 AB	5,16 AB	15,48 ABC	4,81 A	0,52 BC	55,76 ABC	14,29 C	40,79 B	74,39 A	115,17 A	75,51 A	65,91 A	0,41 C
4	5,93 AB	5,24 AB	16,04 ABC	4,85 A	0,55 BC	58,84 AB	17,52 AB	45,25 AB	87,49 A	119,59 A	88,13 A	65,41 A	0,69 C
5	5,75 B	5,03 B	18,90 ABC	4,86 A	1,00 ABC	49,93 C	14,79 C	57,08 A	80,62 A	115,72 A	82,65 A	55,79 B	1,36 BC
6	5,90 AB	5,21 AB	20,38 AB	5,33 A	2,29 AB	57,33 AB	17,76 A	52,66 AB	81,08 A	133,75 A	82,16 A	61,02 AB	2,04 AB
7	5,74 B	5,02 B	23,07 A	6,61 A	2,67 A	52,19 BC	15,82 ABC	46,21 AB	74,84 A	121,04 A	76,71 A	63,94 AB	2,78 A
CV (%)	3,73	4,87	27,84	23,64	95,85	18,92	26,93	20,17	23,83	20,48	22,50	11,32	66,76

Tratamentos:

1: soja/pousio/soja/pousio/soja;

2:soja/milho/soja/milho/soja;

3:soja/milho+braquiária/soja/milho+braquiária/soja;

4: milho/nabo/soja/cártamo/milho;

5:milho/níger/soja/crotaláriachroleuca/milho;

6:milho/ervilhaca+aveia+nabo/soja/ervilhaca/milho;

7: milho/ervilhaca/soja/nabo forrageiro/milho.

Os maiores valores de pH  $\text{CaCl}_2$  foram 5,29 e 5,31, referente aos tratamentos 1 e 2, respectivamente. Esses valores apesar de não estarem dentro da faixa ideal de cultivo foram os tratamentos que apresentaram menor acidez. O pH do solo ideal para a maioria das culturas varia entre 6 e 6,5, sendo aceitáveis para a cultura da soja e do milho valores de pH maiores que 5,5 (KORNDÖRFER, 2002).

Os valores da média de fósforo em 2015 foi 95% maior do que em 2013. Apesar de o fósforo estar com menor teor no ano de 2013, ainda é considerado como de média disponibilidade no solo (SOUSA et al., 2002). Segundo o mesmo autor, as médias dos tratamentos 6 e 7, que foram maiores que  $20 \text{ mg/dm}^3$ , são consideradas como de alto teor no solo, e o resto dos tratamentos são considerados como de médio a adequado teores.

Sá (1999) observou, em uma área onde há 15 anos realizavam o SPD, que as maiores quantidades de fósforo no solo estavam presentes nas camadas de 0 – 0,10 m de profundidade, com cerca de 88% do total do elemento disponível no solo até a profundidade de 0,3 m. Segundo o autor, os altos teores de fósforo nessa camada, se deve ao não revolvimento do solo, a decomposição gradual dos resíduos e a liberação de fósforo em forma orgânica mais estáveis do elemento e menos propícias as reações de absorção.

Para a média dos teores de potássio no solo não houve diferenças significativas tanto para os anos de 2013 e 2015, quanto entre os tratamentos. Martins e Rosa (2005) observaram altos teores de potássio no solo nas áreas onde foram cultivadas leguminosas e, os autores conferem esse resultado à eficiência desse nutriente em ser reciclado.

Os teores de Ca aumentaram no ano de 2015 em relação à 2013, diferindo estatisticamente. Em relação aos tratamentos, o tratamento 1 foi o que obteve a maior média, diferindo estatisticamente dos tratamentos 5 e 7, que obtiveram as menores médias. Segundo Souza e Lobato (2004), os teores de Ca obtidos neste trabalho enquadram-se na como sendo de disponibilidade adequados.

Quanto aos teores de magnésio no solo, houve uma considerável redução desse nutriente em 2015, comparado a 2013. Os demais tratamentos, não apresentaram grandes variações em relação ao tratamento 1, onde não foi adotado o sistema plantio direto. Em contrapartida aos resultados deste trabalho, Fabian (2009) quando comparou em seu trabalho áreas sem cobertura vegetal, com áreas de plantio direto, constatou uma elevação nos teores de K e Mg, e diminuição de (H+Al), nas áreas sob plantio direto.



Segundo o autor, esses resultados observados devem-se à decomposição e liberação de nutrientes ao solo pelas plantas de cobertura.

Os teores de alumínio e (H + Al) diferiram estatisticamente, para as épocas e entre os tratamentos. Houve uma queda no teor de alumínio e um aumento no teor de (H + Al) em 2015, em relação à 2013. Os teores de saturação de alumínio não diferiram entre si e foram considerados baixos em 2013 e para todos os tratamentos estudados. Para o ano de 2015, foram consideradas muito baixas, tendo pouco ou nenhum efeito prejudicial ao desenvolvimento das plantas (RONQUIM, 2010). Estes resultados concordam com a afirmação de Miyazawa et al., 2000, segundo este autor, as coberturas vegetais proporcionam redução da toxidez de alumínio no solo, devido aos teores de cátions de reação básica e carbono orgânico solúvel promovidos por essas plantas. Concordando com Sá (1993), que observou ausência de alumínio na profundidade de 0 à 10 cm, quando avaliou 40 áreas sob plantio direto.

Os valores de CTC (T) apresentaram diferenças significativas quando comparado o período, sendo os maiores valores encontrados no tratamento do ano de 2015, com 141,30 mmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>. A CTC (T) do ano de 2015 aumentou 42,55 % em relação à 2013. A saturação de bases apresentou diferenças significativas nos anos estudados, com 73,57% em 2013 e 54,10% em 2015. Estes resultados concordam em parte com os resultados de Fabian (2009), no qual o autor cita que o uso de cobertura do solo promove aumento da fertilidade do solo, devido aos valores encontrados de CTC e de V%. O aumento da matéria orgânica no solo aumenta a CTC do solo, promove a retenção de cátions e reduz sua lixiviação (RHEINHEIMER et al., 1998).

Quando comparado os valores de saturação por base entre os tratamentos, os que obtiveram maiores valores foram os tratamentos 1, 2, 3 e 4, com saturação acima de 65%. O tratamento 5 foi que obteve menor valor de V%, com 55,79%. De acordo com Souza e Lobato (2004), os valores obtidos para todos os tratamentos encontram-se dentro da faixa considerada adequada no solo.

## CONCLUSÕES

1. A consorciação ervilhaca + aveia + nabo como antecessora a soja, obteve a maior produtividade dentre os tratamentos estudados, sendo acima da média nacional.

2. A consorciação ervilhaca + aveia + nabo, dentre as plantas de coberturas avaliadas nesse experimento, mostrou ser a mais indicada para anteceder a soja, pelo seu teor nutricional, e pelo equilíbrio da sua relação C/N, com a presença da aveia, favorecendo a permanência da cobertura por mais tempo sobre o solo.

3. Não houve diferenças estatísticas, entre os tratamentos, para os teores foliares da soja, com exceção do nitrogênio e potássio.

4. Todos os nutrientes avaliados nas folhas de soja encontraram-se dentro de teores considerados como suficientes, com exceção do zinco, que apresentou deficiência no teor médio calculado, entre os tratamentos.

5. As análises químicas do solo, revelaram que com o passar dos anos de implantação do SPD, houve aumento nos teores de P, K, Ca, (H + Al) e CTC (T) e redução nos teores de pH água, pH CaCl<sub>2</sub>, Al, Mg, V% e m%. Esses resultados apontam que ocorreram efeitos positivos, pois aumentaram-se as bases no solo, esse fato deve-se às coberturas vegetais proporcionarem redução da toxidez de alumínio no solo através da liberação de cátions de reação básica e carbono orgânico solúvel.

6. Mesmo sem correção no solo, desde o ano de 2009, o pH do solo não sofreu grande oscilação em seu valor.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIRES, C. B. Zinco, fator fundamental para aumento e melhora da produção agrícola. **Agrolink**, 2009. Disponível em: <<http://www.agrolink.com.br/fertilizantes/NoticiaDetalhe.aspx?codNoticia=94756>>. Acesso em: 14 de abril de 2016.
- ALCÂNTARA, F. A. As vantagens da adubação verde. **E-CAMPO**, 2009. Disponível em: <[http://www.e-campo.com.br/Conteudo/Artigos/visArtigos.aspx?ch\\_top=299](http://www.e-campo.com.br/Conteudo/Artigos/visArtigos.aspx?ch_top=299)>. Acesso em: 10 de abril de 2016.
- ALVARENGA, R. C.; CABEZAS, W. A. L.; CRUZ, J. C.; SANTANA, D. P. Plantas de cobertura de solo para sistema de plantio direto. **Informe Agropecuário**, v.22, n.208, p.25-36, 2001.
- AMBROSANO, L. **Avaliação de plantas oleaginosas potenciais para cultivo de safrinha**. p. 82, 2012. Tese (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG, 2012.
- AMADO, T. J. C.; MIELNICZUCK, J.; FERNANDES, S. B. V.; BAYER, C. Culturas de cobertura, acúmulo de nitrogênio total no solo e produtividade de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, p.679-686, 1999.
- AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 241-248, 2002.
- AMABILE, R. F.; FANCELLI, A. L.; CARVALHO, A. M. Comportamento de espécies de adubos verdes em diferentes épocas de semeadura e espaçamentos na região dos cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.1, p.47-54, 2000.
- ANDRADE; W. E. B; Viabilidade técnica do cultivo de oleaginosas no norte fluminense. A experiência da PESAGRO-RIO, 47p. 2007. Disponível em: <<http://www.pesagro.rj.gov.br/downloads/viabilidadetecnicaoleaginosas.pdf>>. Acesso em: 26 de março de 2016.
- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F., da; FLECK, N. G.; BORTOLINI, C. G.; NEVES, R.; AGOSTINETTO, D. Efeitos do manejo mecânico e químico da aveia preta no milho em sucessão e no controle do capim papuã. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, p.851-860, 2001.
- BARBOSA, C. E. M.; LAZARINI, E.; FERRARI, S. Determinação da massa seca teor de nutrientes e cobertura do solo de espécies semeadas no outono-inverno. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, p. 265 – 272, 2011.

BARRETO, A. C., FERNANDES, M. F. Recomendações técnicas para o uso da adubação verde em solos de tabuleiros costeiros. Aracaju, SE. **Circular Técnica**, **19**, p. 1–7, 2001.

BARROS, T. D; JARDINE, J. G. Nabo forrageiro. Agência Embrapa de Informação Tecnológica- AGEITEC. **Árvore do conhecimento**. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agroenergia/arvore/CONT000fbl23vn002wx5eo0sawqe38tspejq.html>>. Acesso em: 29 de março de 2016.

BERCHIOL, A. R. S; BENETOLI, T. R.; SILVA, M. L. L.; VIANNA, J. F.; MARTINEZ, M. M.; VIANA, L. H.; SILVA JUNIOR, R. F. Comportamento de cultivares de nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) em função da variação do espaçamento entre linhas. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DO BIODIESEL, 1, 2006, Brasília. [Resumos expandidos]. Brasília, 2006. CD-ROM.

BERGAMIN, A. C. **Indicadores da qualidade estrutural de um Latossolo cultivado com oleaginosas em sistemas de sucessão com soja e milho**. 2012. 115 p. Tese (Doutorado em agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados – MS.

BERGMANN, W. Nutritional Disorders of Plants: development, visual and analytical diagnosis. 2<sup>nd</sup> Ed. New York: Gustav Fischer Verlag, 1992. 741p.

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

BOLLIGER, A.; MAGID, J.; AMADO, T. J. C.; SKÓRA NETO, F.; SANTOS RIBEIRO, M. F.; CALEGARI, A.; RALISCH, R.; NEERGAARD, A. Taking Stock of the Brazilian “Zero Till Revolution”: A Review of Landmark Research and Farmers’ Practice. **Advances in Agronomy**. v. 91, p. 47-110, 2006

BONAMIGO, T.; FORTES, A. M. T.; PINTO, T. T.; GOMES, F. M.; da SILVA, J.; BUTURI, C. V. Interferência alelopática de folhas de cártamo sobre espécies oleaginosas. **Biotemas**, Florianópolis, v. 26, n. 2, p. 1-8, mar. 2013. ISSN 2175-7925. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/article/view/2175-7925.2013v26n2p1>>. Acesso em: 04 maio 2016. doi:<http://dx.doi.org/10.5007/2175-7925.2013v26n2p1>.

BONNETT, O. T. **The oat plant: Its histology and development**. Illinois Agric. Station, 1961. 112p.

BORKERT, C. M.; GAUDÊNCIO, C. de A.; PEREIRA, J. E.; PEREIRA, L. R.; OLIVEIRA JUNIOR, A. Nutrientes minerais na biomassa da parte aérea em culturas de cobertura de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 1, p. 143–153, 2003.

BRASI, L. A. C. S.; DENUCCI, S.; PORTAS, A. A. **Nabo - adubo verde, forragem e bioenergia**. 2008. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2008\\_2/nabo/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2008_2/nabo/index.htm)>. Acesso em: 29/3/2016

BRINHOLI, O. **Cultura da aveia (*Avena spp.*)**. UNESP, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, p. 171, 1995.

CALEGARI, A. Manejo de adubação verde. In: ENCONTRO NACIONAL DE ROTAÇÃO DE CULTURAS, 2, 1992, Campo Mourão. **Anais...Campo Mourão**, 1993. p. 104-116.

CALEGARI, A., COSTA, A. Manutenção da cobertura melhora atributos do solo. In: NEVES, E. M. (Ed.). Plantio direto: sistema permite reduzir custos e prejuízos ao meio ambiente. **Visão Agrícola**. São Paulo, n. 9, jul/dez, 2009. p. 13-16.

CALEGARI, A. Plantas para adubação verde de inverno no sudoeste do Paraná. **Boletim Técnico Instituto Agrônomico do Paraná**, n.35, p. 1-36, 1990.

CALONEGO, J. C.; GIL, F. C.; ROCCO, V. R., SANTOS, E. A. dos. Persistência e liberação de nutrientes da palha de milho, braquiária e labe-labe. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 5, p. 770-781, 2012.

CARNEIRO, M. A. C.; CORDEIRO, M. A. S.; ASSIS, P. C. R.; MORAES, E. S.; PEREIRA, H. S.; PAULINO, H. B., SOUZA, E. D. Produção de fitomassa de diferentes espécies de cobertura e suas alterações na atividade microbiana de solo de cerrado. **Bragantia**, v.67, n.2, p.455-462, 2008.

CASTRO, G. S. A.; DA COSTA, C. H. M., FERRARI NETO, J. Ecofisiologia da aveia branca. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 11, n. 3, p. 1- 15, 2012.

CAVALCANTE, V. S.; SANTOS, V.R.; NETO, A. L. DOS S.; SANTOS, M. A. L. DOS; SANTOS, C. G. DOS; COSTA, L. C. Biomassa e extração de nutrientes por plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 5, p. 521-528, 2012.

CECCON, G. Milho Safrinha com Braquiária em Consórcio. **Comunicado Técnico**, 140, p. 1-7, 2008.

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

CESAR, N. Z.; GUERRA, J. G. M.; RIBEIRO, R. DE L. D.; URQUIAGA, S. S. C., PADOVAN, M. P. Performance de adubos verdes cultivados em duas épocas do ano no Cerrado do Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 6, n. 2, p. 159-169, 2011.

CHIODEROLI, C. A.; DE MELLO, L. M. M.; DE HOLANDA, H. V.; FURLANI, C. E. A.; GRIGOLLI, P. J.; SILVA, J. O. DA R., CESARIN, A. L. Consórcio de

Urochloas com milho em sistema plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.10, p.1804-1810, out, 2012.

CISOJA. Utilização do grão. Disponível em: <<http://www.cisoja.com.br/index.php?p=utilizacao>. Acesso em: 31 de março de 2013.

CLAESSEN, M. E. C. (Org.). Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. rev. atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1997. 212 p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1).

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira - Grãos, Safra 2011/2012, 12º Levantamento, Setembro/2015. Disponível em: [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15\\_09\\_11\\_10\\_42\\_03\\_boletim\\_graos\\_setembro\\_2015.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_09_11_10_42_03_boletim_graos_setembro_2015.pdf)

COSTA, M. B. B. Adubação Verde no Sul do Brasil. AS-PTA, Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa. 1992. 346p.

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

CRUSCIOL, C. A. C.; COTTICA, R. L.; LIMA, E. DO V.; ANDREOTTI, M.; MORO, E., MARCON, E. Persistência de palhada e liberação de nutrientes do nabo forrageiro no plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 2, p. 161-168, 2005.

CRUZ, J. C.; ALVARENGA, R. C.; VIANA, J. H.; FILHO, I. A. P.; FILHO, M. R. A.; SANTANA, D. P. Sistema de Plantio Direto de milho. 2001. **Agência Embrapa de Informação Tecnológica**. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01\\_72\\_59200523355.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_72_59200523355.html).> Acesso em: 06 de maio de 2015.

DA ROS, C. O.; AITA, C. Efeitos de espécies de inverno na cobertura do solo e fornecimento de nitrogênio ao milho em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. 20:135-140, 1996.

DAJUE, L; MÜNDEL, H. H. Safflower (*Carthamus tinctorius L.*). Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crop. IPGRI: International Plant Genetic Resource Institute. Rome, 1996. 81p.

DEBIASI, H.; MORAES, M. T.; FRANCHINI, J. C.; DIAS, W. P., DE VERA, L. N. R. Manejo Do Solo Para Controle Cultural Do Nematóide Das Lesões Radiculares Na Entressafra Da Soja - XXXIII Congresso Brasileiro De Ciência Do Solo -. n. 1, p. 1-4, 2010.

DERPSCH, R.; SIDIRAS, N.; ROTH, C. H. Results made from 1977 to 1984 to control erosion by cover crops and no-tillage techniques in Paraná, Brazil. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v.8, p.253- 263, 1986.

DIAS, W. P.; ASMUS, G. L.; SILVA, J. F. V.; GARCIA, A.; CARNEIRO, G. E. S. Nematóides. In: ALMEIDA, A. M. R.; SEIXAS, C. D. S. (Ed.) Soja: doenças

radiculares e de hastes e inter-relações com o manejo do solo e da cultura. Embrapa Soja: Londrina, 2010. p. 173-206.

EMBRAPA Gado de Leite, Instrução Técnica para o produtor de leite, Maurílio José Alvim. Juiz de Fora – MG, 2006.

EMBRAPA SOJA; Tecnologias de produção de soja – Região Central do Brasil 2014. – Londrina: Embrapa Soja, 2013. 265p. – (Sistemas de Produção / Embrapa Soja, ISSN 2176- 2902; n.16)

ERASMO, E. A. L., AZEVEDO, W. R.; SARMENTO, R. A.; CUNHA, A. M., GARCIA, S. L. R. Potencial de espécies utilizadas como adubo verde no manejo integrado de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 22, n. 3, p. 337–342, 2004.

FABIAN, A. J. **Plantas de cobertura: efeito nos atributos do solo e na produtividade de milho e soja em rotação**. Jaboticabal: UNESP, 2009. 99 p. Tese (Doutorado) - Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

FRANCHINI, J. C.; COSTA, J. M.; DEBIASI, H.; TORRES, E. **Importância da rotação de culturas para produção agrícola sustentável no Paraná**: Londrina: Embrapa Soja. 2011, 52p. (Documento/Embrapa Soja ISSN 1516-781X; n 327).

FRANCHINI, J. C.; BORKERT, C. M.; FERREIRA, M. M.; GAUDÊNCIO, C. A. Alterações na fertilidade do solo em sistemas de rotação de cultura em semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, n.2, p.459-467, 2000.

FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; SACOMAN, A.; NEPOMUCENO, A. L.; FARIAS, J. R. B. Manejo do solo para redução das perdas de produtividade pela seca. Londrina: Embrapa Soja, 2009. 39 p. (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 1516-781X; n.314).

FUNDAÇÃO MS; **Ervilhaca peluda**. Disponível em: <<http://www.fundacaoms.org.br/produtos/ervilhaca-peluda>>. Acesso em: 25 de março de 2016.

GALERANI, P; Perdas repetidas. **Revista Cultivar**. p.42-45, 2005. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/71325/1/ID-25583.pdf>> Acesso em: 20 de março de 2016. p. 42-46. Agosto de 2015.

GARCIA, A; PÍPOLO, A. E; LOPES, I. O. N; PORTUGAL, F. A. F. Instalação da lavoura de soja: época, cultivares, espaçamento e população de plantas. **Circular Técnica**51. p. 1-12. Londrina, PR Setembro, 2007.

GETINET, A.; SHARMA, S. M. Niger (*Guizotia abyssinica* (L. f.) Cass. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops 5. Rome: International Plant Genetic Resources Institute, 59 p., 1996.

GIACOMINI, S. J.; AITA, C.; HÜBNER, A. P.; LUNKES, A.; GUIDINI, E.; AMARAL, E. B. Liberação de fósforo e potássio durante a decomposição de resíduos

culturais em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 38, n. 9, p. 1097 – 1104, 2003.

GIANLUPPI, V; GIANLUPPI, D; JÚNIOR, A. L. M; ZILLI, J. E; NECHET, K. L; BARBOSA, G. F; MATTIONI, J. A. M. Cultivo de soja no cerrado de Roraima. Embrapa Roraima. Sistemas de Produção, 1 - 1ª edição. ISSN 2177-2169. Versão Eletrônica. Set/2009.

HECKLER, I. C.; HERNANI, I. C., PITO L, C. Palha. In: SALTON, I.C.; HERNANI, I.C.FONTE, C.Z. (Org.). Sistema plantio direto: o produtor pergunta, a EMBRAPA responde. Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1998. p.37- 49.

HERNANI, L. C; Nabo forrageiro. Agência Embrapa de Informação Tecnológica-AGEITEC. Árvore do conhecimento. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/sistema\\_plantio\\_direto/arvore/CONT000fh2b6jui02wyiv80rn0etn7qovcch.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/sistema_plantio_direto/arvore/CONT000fh2b6jui02wyiv80rn0etn7qovcch.html)>. Acesso em: 24 de março de 2016.

HIRAKURI, M. H.; PROCÓPIO, D. S. O.; FRANCHINI, J. C; CASTRO, C. Sistemas de produção: conceitos e definições no contexto agrícola. Londrina: Embrapa Soja, 2012. 24 p. (Documentos/ Embrapa Soja, ISSN: 2176-2937; n.335).

KÖPPEN, W. Climatologia: conune studio de los climas de latierra. Fondo de Cultura Econômica. 1948. México. 479p.

KORNDÖRFER, G. H. **Correção do solo e adubação da soja nos cerrados. Adubos & Adubações.** 2002. Disponível em: <<http://www.dpv24.iciag.ufu.br/new/dpv24/Apostilas/Recom.%20Adu.-SOJA%20CERRADO%2002.pdf>> Acesso em: 14 Jul. 2013.

KURIHARA, C. H.; STAUT, L. A.; MAEDA, S. Faixas de suficiência de nutrientes em folhas de soja, em Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, definidas pelo uso do método DRIS de diagnose do estado nutricional. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 30, 2008, Londrina. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja, 2008. (Embrapa Soja. Documentos, 304).

LAL, R.; LOGAN, T. J. Agricultural activities and greenhouse gase missions from soil sof the tropics. In: LAL, R.; KIMBLE, J. M.; LEVINE, E.; STEWART, B. A., eds. **Soil management greenhouse effect.** Boca Raton, CRC Press, 1995. p. 293-307.

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

MARTINS, R. M. G.; ROSA JUNIOR, E. J. Culturas antecessoras influenciando a cultura de milho e os atributos do solo no sistema de plantio direto. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 27, n. 2, p. 225–232, 2005.

MAUAD, M; GARCIA, R. A; SILVA, R. M. M; SILVA, T. A. F; SCHROEDER, I. M.; KNUDSEN, C. H.; QUARESMA, E. V. W. Produção de matéria seca e acúmulo de macronutrientes na parte aérea das plantas de Níger. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, 39:533-540, 2015.



MELGAREJO, P.; CALÍN-SÁNCHEZ, A.; VÁZQUEZ-ARAÚJO, L.; HERNÁNDEZ, F.; MARTÍNEZ, J. J.; LEGUA, P., CARBONELL-BARRACHINA, A. A. 2011. Volatile composition of pomegranates from 9 Spanish cultivars using headspace solid phase microextraction. In: **Journal Food Science**, 76, p. S114-S120

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA; Soja. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/soja>>. Acesso em: 31 de março de 2016.

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A., FRANCHINI, J. C. Resíduos vegetais: influência na química de solos ácidos. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS NO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 1., Ponta Grossa, 2000. Anais. Ponta Grossa: Associação dos Engenheiros Agrônomos dos Campos Gerais, 2000. p. 82- 94.

MUZILLI, O. Manejo da matéria orgânica no sistema plantio direto: a experiência no Estado do Paraná. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 100, p. 6-10, 2002.

NEPOMUCENO, A. L; FARIAS, J. R. B; NEUMAIER, N; Características da soja Agência Embrapa de Informação Tecnológica- AGEITEC. **Árvore do conhecimento**. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONTAG01\\_24\\_271020069131.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONTAG01_24_271020069131.html)>. Acesso em: 29 de março de 2016.

NICOLOSO, R. da S.; LOVATO, T.; AMADO, T. J. C.; BAYER, C.; LANZANOVA, M. E. Balanço do carbono orgânico no solo sob integração lavoura pecuária no Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, n.6, p.2425-2433, 2008.

OELKE, E. A.; OPLINGER, E. S.; TEYNOR, T. M.; PUTNAM, D. H.; DOLL, J. D.; KELLING, K. A.; DURGAN, B. R., NOETZEL, D. M. **Safflower: alternative field crops manual**. Wisconsin: Cooperative Extension, 2011. Disponível em:<<http://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/safflower.html>>. Acesso em: 24 Mar. 2016.

OHLAND, R. A. A.; SOUZA, L. C. F.; HERNANI, L. C.; MARCHETTI, M. E, GONÇALVES, M. C. Culturas de cobertura do solo e adubação nitrogenada no milho em plantio direto. **Ciência Agrotécnica**, v. 29, p. 538 – 544, 2005.

OLIVEIRA, A.; Tudo o que você precisa saber de adubação na soja. Canal Rural. Nov. 2015. Disponível em: <http://www.projetosojabrasil.com.br/tudo-o-que-voce-precisa-saber-de-adubacao-na-soja/>. Acesso em: 02 de abril de 2016.

OLIVEIRA, T. K. de; CARVALHO, G. J. de; MORAES, R. N. S. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p.1079-1087, 2002.

PUPO, N. I. H. Manual de pastagens e forrageiras: formação, conservação, utilização. Edição 1981. Campinas, SP: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1979. p. 93-94.

RHEINHEIMER, D. S.; KAMINSKI, J.; LUPATINI, G. C.; SANTOS, E. J. S. Modificações em atributos químicos de solo arenoso sob sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.22, p.713-723, 1998.

RIBEIRO JÚNIOR, J. I. Análise estatística no SAEG. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 301p., 2001.

RIBEIRO, M. N. O; PAIVA, P. D. O. Níger. Disponível em: <<http://www.floresnaweb.com/dicionario.php?id=165>>. Acesso em: 24 de março de 2016.

RIBEIRO, N. R.; DIAS, W. P.; HOMECHIN, M.; SILVA, J. F. V.; FRANCISCO, A. Avaliação da reação de espécies vegetais ao nematoide das lesões radiculares. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 29, 2007, Campo Grande. Resumos... Campo Grande: Uniderp: Embrapa Soja, 2007. p. 64-65.

ROMAN, E. S.; DIDONET, A. D. Controle de plantas daninhas no plantio direto de trigo e soja. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1990. 32p. (EMBRAPA-CNPT. Circular Técnica, 2).

RONQUIM, C. Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para regiões tropicais. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, v. 8, p. 26, 2010.

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

SÁ, J. C. M. Manejo da fertilidade do solo no plantio direto. Castro, PR: Fundação ABC, 1993. 96p.

SÁ, J. C. M. Manejo da fertilidade do solo no sistema de plantio direto. In: SIQUEIRA, J.O. et al. (Ed.). **Interrelação fertilidade, biologia do solo e nutrição do solo**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1999. p. 267-310.

SALEMA, M. P. The potential of *Crotalaria ochroleuca* in soil improvement. In: Writers' workshop on the role of marejea (*Crotalaria ochroleuca*) in Agricultural production in tanzania, 1986/1987, Paramiho. Proceedings. NdandaPeramih: Benedictine, 1987. p.23-29.

SALTON, J. C.; HERNANI, L. C.; FONTES, C. Z., org. **Sistema plantio direto: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa Produção da Informação; Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 1998. 248 p. (Embrapa Produção da Informação. Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

SANCHEZ, E. **Propriedades físicas do solo e produtividade de soja em sucessão a plantas de cobertura de inverno**. Guarapuava: UNIOESTE, 2012. 59 p. Tese (Mestrado) - Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2012.

SANTOS, H. P.; REIS, E. M., **Rotação de culturas em plantio direto**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2001. 212p.

SARIN, R.; SHARMA, M.; KHAN, A. A. Studies on *Guizotia abyssinica* L. oil: Biodiesel synthesis and process optimization. **Bioresource Technology**, v.100, p.4187-4192, 2009.

SCHULTZ, L. A. Manual do plantio direto: técnicas e perspectivas. 2. Ed., Sagra, 1987. 124p.

SEMEATA; Nabo forrageiro. Disponível em: <<http://www.semeata.com.br/?sessao=produto&ver&id=50>>. Acesso em: 23 de março de 2016.

SENGIK, E. S. **Os macronutrientes e os micronutrientes das plantas**. 2003. Disponível em: <<http://www.nupel.uem.br/nutrientes-2003.pdf2003>> acesso em: 21 abril 2016.

SILVA, J. A. A.; VITTI, G. C.; STUCHI, E. S.; SEMPIONATO, O. R. Reciclagem e incorporação de nutrientes ao solo pelo cultivo intercalar de adubos verdes em pomar de laranja-pêra. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, p.225-230, 2002.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E.; REIN, T. A. Adubação com fósforo. In: SOUSA, D. M. G., LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002. p. 147-168.

SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. Cerrado: correção do solo e adubação. 2 ed. Brasília: EmbrapaCerrados, 2004. 416 p.

SPIASSI, A.; FORTES. T. M. A.; PEREIRA, C. D.; SENEN, J.; TOMAZONI, D. Alelopátia de palhadas de coberturas de inverno sobre o crescimento inicial de milho. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 2, p. 577–582, 2011.

STOTT, D. E.; STROO, H. F.; ELLIOTT, L. F.; PAPENDICK, R. I.; UNGER, P. W. Wheat residue loss from fields under no-till management. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.54, n.1, p.92-98, 1990.

TEIXEIRA, C. M.; CARVALHO, G. J. de; SILVA, C. A.; ANDRADE, M. J. B. de; PEREIRA, J. M. Liberação de macronutrientes das palhadas de milheto solteiro e consorciado com feijão-de-porco sob cultivo de feijão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 497-505, 2010.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G. Dinâmica do potássio nos resíduos vegetais de plantas de cobertura no cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, n.4, p.1609 – 1618, 2008.

VITTI, A. C.; TRIVELIN, P. C. O.; CANTARELLA, H.; FRANCO, H. C. J.; FARONI, C. E.; OTTO, R.; TRIVELIN, M. O.; TOVAJAR, J. G. Mineralização da palhada e crescimento de raízes de cana-de-açúcar relacionados com a adubação nitrogenada de

plântio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 2757-2762, 2008.