

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**PLANTAS DE COBERTURA INOCULADAS COM
AZOSPIRILLUM BRASILENSE EM ROTAÇÃO COM
SOJA**

BRUNO LEVINO DE OLIVEIRA

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2018**

**PLANTAS DE COBERTURA ASSOCIADAS A *AZOSPIRILLUM*
BRASILENSE EM ROTAÇÃO COM SOJA**

BRUNO LEVINO DE OLIVEIRA
Engenheiro Agrônomo

Orientador: PROF. DR. CRISTIANO MARCIO ALVES DE SOUZA

Co-orientador: PROF. DR. FLÁVIO HIROSHI KANEKO

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre.

Dourados
Mato Grosso do Sul
2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

O48p Oliveira, Bruno Levino De

Plantas de cobertura inoculadas com *Azospirillum brasilense* em rotação com soja. / Bruno Levino De Oliveira -- Dourados: UFGD, 2018.

38f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Cristiano Marcio Alves de Souza

Co-orientador: Flávio Hiroshi Kaneko

Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal da Grande Dourados

Inclui bibliografia

1. Sistemas de Produção. 2. Adubação Verde. 3. Plantio Direto. I. 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.

**PLANTAS DE COBERTURA INOCULADAS A *AZOSPIRILLUM*
BRASILENSE EM ROTAÇÃO COM SOJA**

por

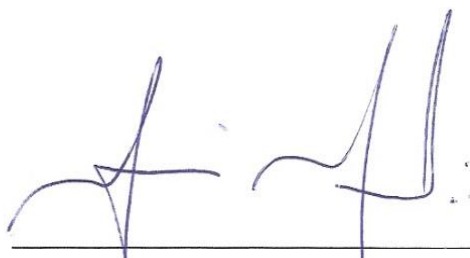
BRUNO LEVINO DE OLIVEIRA

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção de título de
MESTRE EM AGRONOMIA

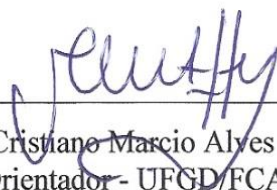
Aprovada em: 23 de agosto de 2018.



Prof. Dr. Roberto Carlos Orlando
UFGD/FCA



Prof. Dr. Munir Mauad
UFGD/FCA



Prof. Dr. Cristiano Marcio Alves de Souza
Orientador - UFGD/FCA

SUMÁRIO

	PÁGINA
RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	vii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. Plantas de cobertura em sistema de plantio direto.....	3
2.2. Urochloa brizantha cv Paiguás.....	5
2.3. Milheto.....	6
2.4. Guandu.....	7
2.5. Soja.....	8
2.6. Bactérias promotoras de crescimento.....	10
2.7. Azospirillum.....	11
2.8. Consórcio de plantas.....	13
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	15
3.1. Localização e caracterização experimental.....	15
3.2. Plantas de Cobertura.....	16
3.3. Soja.....	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
4.1. Plantas de cobertura.....	21
4.2. Componentes de produção de soja.....	26
5. CONCLUSÕES.....	31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32

RESUMO

OLIVEIRA, Bruno Levino de. **Plantas de cobertura associadas a *Azospirillum brasilense* em rotação com soja.** Universidade Federal da Grande Dourados, agosto de 2018. 36f. Orientador: Cristiano Marcio Alves de Souza. Coorientador Flávio Hiroshi Kaneko.

A rotação e a sucessão de culturas é fundamental para os sistemas de produção, por melhorar a capacidade produtiva das culturas de maior interesse econômico, uma vez que favorece a maior reciclagem de nutrientes, controle de pragas, plantas daninhas e doenças, fixação de carbono no solo, diminuindo o uso de agroquímicos no campo e melhorando o meio ambiente. Objetivou-se avaliar a eficiência das plantas de cobertura, associadas ou não à aplicação da bactéria promotora de crescimento *Azospirillum brasilense* cepas ABV5 e ABV6 na produção de massa seca para o sistema de plantio direto e o efeito nos componentes de produção da soja. Foi utilizado o delineamento experimental blocos ao acaso, com esquema fatorial 7x2, sendo sete plantas de cobertura e combinações (Braquiária (*Urochloa brizantha*) cv BRS Paiaguás, Milheto (*Penissetaum glaucum*) ADR 500, Guandu (*Cajanus cajan*) cv BRS Mandarin e os consórcios Braquiária + Milheto, Braquiária + Guandu, Milheto + Guandu e Braquiária + Milheto + Guandu) e uso ou não da bactéria *Azospirillum brasilense*, com 4 repetições. Foram medidas a biomassa das plantas de cobertura e os componentes de produção da soja, como altura da planta, altura de inserção de vagens, número de ramificações por planta, número de vagens por planta, número de grãos por vagens, número de grãos por planta, massa de mil grãos, população de planta e produtividade. O uso de *Azospirillum* ABV5 e ABV6 não apresentou efeito sobre as plantas de cobertura tanto no cultivo solteiro quanto em forma de consórcio, e nem na soja cultivada em sucessão. O consórcio de guandu com *Urochloa*, produziu a maior quantidade de massa seca por hectare, e os restos culturais do milheto obtiveram maior resultado nos componentes de produção da soja.

Palavras-chave: sistemas de produção, adubação verde, plantio direto.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Bruno Levino de. **Cover plants associated with *Azospirillum brasilense* in rotation with soybean.** Federal University of Grande Dourados, August 2018. 36f. Advisor: Cristiano Marcio Alves de Souza. Co-orientator Flávio Hiroshi Kaneko.

Rotation and succession of crops is critical to production systems, by improving the productive capacity of crops of major economic interest, as it favors increased nutrient recycling, pest control, weed and disease, carbon sequestration soil, reducing the use of agrochemicals in the field and improving the environment. The objective of this study was to evaluate the efficiency of the cover plants, associated or not to the application of the growth promoting bacteria *Azospirillum brasilense* strains ABV5 and ABV6 in the production of dry mass for the no-tillage system and the effect on soy production components. The experimental design was a randomized complete block design with 7x2 factorial design, with seven cover plants and combinations (Brachiaria (*Urochloa brizantha*) cv BRS Paiagúas, Milheto (*Penissetaum glaucum*) ADR 500, Guandu (*Cajanus cajan*) cv BRS Mandarin and consortia Brachiaria + Milheto, Brachiaria + Guandu, Milheto + Guandu and Braquiária + Milheto + Guandu) and use or not of the bacterium *Azospirillum brasilense*, with 4 replicates. Plant biomass and soybean production components were measured, such as plant height, pod height, number of branches per plant, number of pods per plant, number of grains per pods, number of grains per plant, a thousand grain mass, plant population and productivity. The use of *Azospirillum* ABV5 and ABV6 had no effect on the cover crops in both single and intercropping cultivation, nor on soybeans grown in succession. The pigeon pea consortium with *Urochloa* produced the highest amount of dry mass per hectare, and the millet's cultural remnants obtained the highest result in the components of soybean production.

Key words: production systems, green manuring, no-till system.

1. INTRODUÇÃO

A ausência de um manejo adequado (plantio em nível, manutenção do solo coberto e da fertilidade) nas áreas agrícolas tem causado remoção da matéria orgânica do sistema agrícola pela erosão, principalmente em solos arenosos, o que reduz a capacidade do solo em suprir as necessidades das plantas cultivadas e conseqüentemente, o lucro do produtor, além de contribuir para degradação ambiental.

Entende-se por sistemas de produção na agricultura como o conjunto de sistemas de cultivos/criação de uma propriedade rural, podendo ser classificados em relação a sua complexidade em: sistema em monocultura, sistema em rotação de culturas, sistema em consorciação de culturas e sistemas de integração.

Em solos do cerrado, onde a fertilidade natural é baixa, a instalação de culturas como planta de cobertura é fundamental visando a maior exploração do volume do solo, de modo à melhorar a eficiência na absorção de nutrientes lixiviados em profundidade, reciclando-os para as camadas superiores do solo. Nesse sentido o uso de espécies gramíneas é importante para a absorção de nutrientes, especialmente do potássio, de camadas sub-superficiais e disponibilização na superfície do solo. As gramíneas têm destaque pela elevada produção de palhada com relação C/N elevada, o que pode contribuir para redução na taxa de decomposição e liberação mais lenta de nutrientes no solo.

Nos sistemas de rotação de culturas, em que gramíneas são estabelecidas em sucessão à soja, elas servirão de base para a manutenção e o sucesso da agricultura, pois a quantidade de palha remanescente após a dissecação será determinante para o sucesso do plantio direto sobre a palha, bem como em caso de veranicos severos.

Por outro lado, a utilização de plantas de cobertura da família das leguminosas está no seu potencial de produção de biomassa e na sua capacidade de fornecer nitrogênio à cultura sucessora. Entretanto, as leguminosas apresentam baixa relação C/N (Carbono/Nitrogênio) e podem apresentar elevada taxa de decomposição de seus resíduos. O consórcio entre gramíneas e leguminosas pode gerar benefícios para o sistema de produção agrícola, isso porque essas plantas apresentam características distintas dos sistemas radiculares, que resultam na exploração de diferentes camadas de solo,

favorecendo grupos da biota do solo e ciclagem diferenciada de nutrientes, assim com tempo de decomposição e liberação do solo.

A utilização de soja como componente de integração permite o menor uso de fertilizantes nitrogenados devido a simbiose com *Bradyrhizobium SP*, resultando menor custo de implantação do sistema.

A cultura da soja se destaca no cenário agrícola brasileiro, sendo o produto de maior produção de grãos, com 114 milhões de toneladas produzidas na safra 2016 - 2017, em uma área de 33,91 milhões de ha, equivalendo à 56% da área semeada (CONAB, 2017). A região do cerrado contribui significativamente para o aumento da área cultivada no país com essa oleaginosa. Esse aumento se deve a incorporação de áreas de pastagens degradadas.

Estudos tem indicado que bactérias do gênero *Azospirillum* podem atuar como promotoras de crescimento de raízes por estimularem a produção endógena de compostos como auxina ácido 3-indolacético (AIA), citocininas e ácido giberélico. Assim a utilização de *Azospirillum sp* em conjunto com as plantas de cobertura pode aumentar a produção de massa seca por estas culturas, devido ao melhor aproveitamento de nutrientes presente no solo.

Portanto, objetivou-se avaliar o sistema de produção mais eficiente para formação de biomassa e que garanta maior produtividade da cultura da soja. Desta forma foi avaliado o uso de plantas de cobertura e seus consórcios inoculados ou não com *Azospirillum brasilense* na produção de palhada para o sistema de semeadura direta e o efeito nos componentes de produção da cultura da soja.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Plantas de cobertura em sistema de plantio direto

O maior desafio do SPD no cerrado brasileiro é a manutenção dos resíduos culturais sobre o solo em quantidade e qualidade adequada, assim a recomendação de espécies de plantas de cobertura do solo depende da persistência de seus resíduos em campo (GÍRIO et al., 2015; PIRES et al., 2008).

Nesse sentido, o uso de gramíneas, que de forma geral, produzem uma grande quantidade de massa em curtos espaços de tempo, tem grande importância na formação de palha (ALVARENGA et al., 2001). A cobertura vegetal formada por essas espécies apresenta elevada relação carbono/nitrogênio – C/N e lignina o que acarreta na maior persistência desta palhada na superfície do solo, entretanto há dificuldade na degradação deste material e conseqüentemente menor velocidade na liberação dos nutrientes absorvidos pela planta (TORRES et al., 2008; AZEVEDO e SPEHAR, 2002).

As leguminosas são capazes de formar associações simbióticas com bactérias do gênero *Bradyrhizobium* que possuem a capacidade de fixar N₂ da atmosfera, e com isso conseguem incorporar nitrogênio aos seus tecidos, podendo fixar de 37 a 600 kg ha⁻¹ de N ano⁻¹ (WUTKE et al., 2014). Apresentam ainda baixa relação C/N comparado às gramíneas, o que pode favorecer a rápida decomposição dos restos vegetais e mineralização da matéria orgânica, com significativo aporte de N ao solo (PARTELLI et al., 2011).

A utilização de plantas de cobertura na agricultura resulta em melhor conservação do solo, reduz a erosão, propiciam efeitos positivos nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, além de economia de fertilizantes nitrogenados. Isso porque as plantas de cobertura, principalmente de leguminosas, podem aumentar os níveis de nitrogênio no solo, com substituição parcial ou total da adubação nitrogenada da cultura em sucessão, causada pelo aumento da atividade biológica no solo cultivado (HERNANI et al., 1995).

Com a inclusão das forrageiras torna-se possível a implantação do sistema plantio direto. Esse sistema de cultivo reduz o impacto causado pelas atividades agrícolas ao meio ambiente pelo controle de erosão, utilização mais eficientes dos recursos

ambientais, redução de herbicidas para o controle de plantas invasoras, além de promover a quebra dos ciclos de pragas e doenças levando ao aumento de produção (MORAES et al., 2002)

O Sistema Plantio Direto (SPD) é considerado como uma tecnologia conservacionista que se fundamenta na ausência do preparo convencional do solo e na cobertura permanente do terreno pela realização de rotação de culturas (EMBRAPA, 2010). Na década de 1990, o SPD teve grande impulso no Brasil e hoje é bastante empregado nos campos agrícolas brasileiros. Tem como grande vantagem a redução da erosão ocasionada pela ação da chuva e vento, caso o solo esteja exposto, da infestação de plantas daninhas, uma vez que a cobertura permanente de palhada dificulta a germinação das sementes presentes na área e da temperatura do solo, favorecendo a manutenção da umidade na camada arável (CRUZ et al., 2001).

O uso de plantas de cobertura pode ser considerado uma estratégia capaz de melhorar os atributos físicos, químicos e biológicos do solo, uma vez que conferem aumento da matéria orgânica do solo, principalmente para solos altamente intemperizados em que a matéria orgânica é a chave para manutenção da fertilidade do solo (LAMAS, 2017)

No cultivo da soja, uma cobertura do solo nos estádios iniciais de desenvolvimento da planta é importante para proteger o solo de chuvas intensas que ocorrem nessa época (SODRÉ FILHO et al., 2004), constituindo-se no período em que ocorrem as maiores taxas de erosão durante o ciclo da cultura.

As forrageiras também tem efeito benéfico ao sistema na medida em que mantem a temperatura do solo mais estáveis, como foi observado na avaliação do efeito da palhada sobre o solo conduzida por Linhares et al. (2018), que relataram que os restos vegetais contribuíram para a redução da amplitude térmica quando comparado ao solo exposto.

Quando as plantas de cobertura são inseridas no agroecossistema antes das plantas comerciais em sistema de rotação de culturas, a exploração de diferentes volumes do solo pelos sistemas radiculares diversos contribui para a ciclagem de nutrientes, o que leva à manutenção ou aumento da produtividade da cultura de interesse comercial (BERTIN et al., 2005; CARVALHO et al., 2004).

A adição regular de resíduos de plantas de cobertura aos solos tropicais, contribui para a conservação do solo e da água, promovendo melhoria da estrutura do

solo que favorece a aeração e a infiltração de água no solo, possibilita maior penetração do sistema radicular (IGUE, 1984; BORTOLUZZI e ELTZ, 2001).

2.2. *Urochloa brizantha* cv Paiguás

O gênero *Urochloa* (sin Braquiária) engloba cerca de 100 espécies que são originárias das regiões tropicais e subtropicais em ambos os hemisférios. Sete dessas espécies, a *B. arrecta*, *B. brizantha*, *B. decumbens*, *B. dictyoneura*, *B. humidicola*, *B. mutica* e *B. ruziziensis* são utilizadas como forrageiras na América tropical (KELLER-GREIN et al., 1996; VALLE, 2010). As espécies do gênero *Urochloa* destacam-se pela excelente adaptação a solos de baixa fertilidade, fácil estabelecimento e considerável produção de fitomassa, além de resistir à seca (TIMOSSO et al., 2007). Além disso, essas espécies são forrageiras difundidas e aceitas pelos produtores rurais (BERNARDES, 2003).

O cultivar BRS Paiguás é uma cultivar de *Urochloa brizantha*, lançada no ano de 2013, adaptado a solos de fertilidade média, e com boas respostas à adubação (VALLE et al., 2013). Foi selecionada para alta produtividade, vigor e produção de sementes, apresentando alto potencial de produção na estação seca, além de ser uma excelente alternativa de pastejo durante a estação seca em relação a *U. brizantha* cv. Piatã. Contudo, possui como limitação baixa resistência à cigarrinha das pastagens (EMBRAPA, 2013).

Machado e Valle (2011) ao avaliarem a produtividade de algumas cultivares de *U. brizantha* (Arapoty, Marandu, MG 4, BRS Paiguás, Piatã e Xaraés), após a colheita da soja, observaram que as cultivares BRS Paiguás e Xaraés destacaram-se quanto à produção de massa seca. Tendo a cultivar BRS Paiguás apresentado uma massa de forragem crescente durante o período de avaliação, bem como uma maior facilidade na dessecação, atingindo resultados de controle entre 71 a 96%, sendo apontado como uma opção para o sistema de rotação de culturas em plantio direto ou sistema de integração lavoura-pecuária.

Euclides et al. (2016) avaliando duas cultivares de *Urochloa* concluíram que a *Urochloa brizantha* cv. Paiguás apresentou vantagens distintas em comparação com a cv. Piatã, especialmente no que se refere ao maior acúmulo de massa de forragem com melhor valor nutritivo durante a estação seca, resultando em maior desempenho por animal e por área. Estas características sugerem que esta cultivar pode ser uma alternativa

para ser utilizada sob diferentes sistemas de produção, principalmente durante o período seco, em que há maior limitação quanto à disponibilidade e qualidade dos alimentos. Estes autores constataram também que o maior acúmulo de massa seca do capim Paiaguás, durante a estação seca, resultou numa taxa de aproximadamente 50% maior em relação ao Piatã.

A forrageira BRS Paiaguás além de ser uma forrageira de fácil manejo, se destaca por apresentar uma alta taxa de vigor e valor nutricional, e se adapta a várias condições edafoclimáticas. Além disso, é uma das cultivares do gênero *Urochloa* que tem apresentado bons resultados na estação de seca, sendo uma boa forrageira com resistência a estas condições adversas por apresentar boa sinergia com o feijão guandu, um fator importante em consórcios (CEZAR, 2014).

A cultivar Paiaguás é uma alternativa para o sistema de integração por apresentar alta sensibilidade aos herbicidas no momento da dessecação para a semeadura da lavoura em sucessão. (CECCON et al, 2015).

2.3. Milheto

O milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown) é uma gramínea anual com elevado potencial para cobertura de solo, contribuindo para o SPD, principalmente nas regiões do Cerrado. Ele tem como origem o Saara, e teria surgido por volta de 4 a 5 mil anos, tendo sido domesticado na Índia a partir do ano 2000 a.C. e atualmente é uma das culturas mais cultivadas nos países da África (PEREIRA FILHO et al., 2005)

Tem sido utilizado por suas excelentes características agrônômicas de alta resistência à seca, adaptação a solos de baixa fertilidade, crescimento rápido e boa produção de massa. É uma gramínea anual de verão, cespitosa, de porte ereto que apresenta perfilhamento abundante e a altura de seu colmo pode superar os 3 metros, tem um desenvolvimento em solos arenosos e pouco compactados, além de ser bem resistente à seca e tolera solos ácidos (FONTANELI et al., 2012).

Na região do Cerrado tem sido utilizada para a cobertura do solo, sendo semeada após a colheita da soja com a finalidade de formar palhada, e por também possui um sistema radicular abundante e agressivo que garante a reciclagem de nutrientes, além de ajudar a estruturar e descompactar o solo (BUNGENSTAB, 2013; FONTANELI et al., 2012).

O milho tem crescimento inicial bastante expressivo, o que lhe garante elevada capacidade de ocupação do solo no ambiente de safrinha em regiões tropicais (CALVO et al., 2010). Esse fator contribui para a boa capacidade do milho em suprimir plantas invasoras (MESCHÉDE et al., 2007), entretanto no cultivo solteiro há forte competição intraespecífica, o que pode inibir o crescimento inicial das plantas quando comparado ao cultivo consorciado com plantas de crescimento mais lento (CALVO et al., 2010).

A semeadura do milho pode ser a lanço ou em linha, com densidade de semeadura de 20 a 25 kg ha⁻¹ quando realizado a lanço ou semeadura. Quando a semeadura é realizada com espaçamentos superiores a 0,25 m, as plantas tendem a menor cobertura do solo (CALVO et al., 2010; CARVALHO et al., 2013).

A produtividade de massa seca do milho é muito sensível à época de semeadura, podendo chegar a mais de 10 Mg ha⁻¹ no período de primavera-verão (TORRES et al., 2008), porém quando semeado entre o outono-inverno a produtividade pode sofrer redução para níveis inferiores a 6 Mg ha⁻¹ (CALVO et al., 2010; CARVALHO et al., 2013; TORRES et al., 2008). Essa redução na produtividade está relacionada à sensibilidade ao fotoperíodo de dias curtos, o que leva esta cultura a entrar no período reprodutivo de forma precoce (NETTO e BONAMIGO, 2005).

2.4. Guandu

O feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) é uma planta arbustiva, semi perene, que se podada anualmente pode atingir três anos de cultivo, e é adaptada às condições de clima tropical. Tem como centro de origem e diversidade genética a Índia, e consiste em uma importante fonte de proteína para diversos países da África e da Ásia. A introdução desta cultura no Brasil deu-se ainda no período escravagista, com material oriundo da África trazido pelos negros escravizados. Atualmente encontra-se distribuído por todo território brasileiro (PEREIRA, 1985).

Considerada uma planta de múltiplos usos, o guandu é utilizado como quebra-ventos e para adubação verde, e os seus grãos verdes ou secos podem ser utilizados para consumo humano. Na criação de gado, durante o período do inverno, pode ser aproveitado com alternativa de alimento para a criação na forma de forragem ou de feno, sendo considerada uma fonte importante de proteína podendo ser cultivados em vários tipos de solos

Possui sistema radicular pouco volumoso, mas com elevada capacidade de explorar solo, desenvolvendo-se bem mesmo em solos compactados, além disso, suas raízes conseguem absorver e armazenar grandes quantidades de nutrientes auxiliando na ciclagem de nutrientes do solo (PEREIRA, 1985).

A planta apresenta crescimento inicial lento, porém com desenvolvimento em diversas altitudes desde o nível do mar até altitudes de 1.800 m, e é adaptada a uma ampla faixa de precipitação pluviométrica (500 a 2000 mm), o que a torna resistente à seca. A temperatura para melhor desenvolvimento desta cultura situa-se na faixa de 20 a 30°C, quando pode atingir de 8 a 12 Mg ha⁻¹ de massa seca por ano (MATEUS e WUTKE, 2006).

A utilização de guandu em consorciamento com pastagens determina um aumento da produção das gramíneas e sua palatabilidade, devido ao fornecimento contínuo de nitrogênio, aumentando em consequência o teor de proteína na pastagem (BONAMIGO, 1999).

2.5. Soja

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é uma planta da ordem Fabales, família Fabaceae (Leguminosae), subfamília Faboideae (Papilionoideae), gênero *Glycine*, ereta e de ciclo anual (CHUNG e SINGH, 2008; DONG et al., 2004; SANTOS, 2008), além de possuir grande capacidade para se adaptar ao ambiente e aos tratos culturais. Tem origem no leste da Ásia, mais precisamente no nordeste da China, na região do rio Yang Tsé. Os primeiros relatos desta planta remontam ao ano de 2838 a.C. e sua origem está contida no livro Pen Ts' ao Kong Mu, onde o imperador Sheng-Nung descreveu as plantas da China (SEDIYAMA et al., 2009)

Considerada uma das plantas mais antigas cultivadas, o seu uso se iniciou por volta do ano 1100 a.C., na região nordeste da china e a sua introdução na Coreia e no Japão ocorreu por volta de 200 a 300 anos antes da era cristã. É tido como um dos cinco grãos sagrados e essencial para a existência da civilização chinesa, e por este motivo, permaneceu por séculos restrita ao oriente (SEDIYAMA et al., 2009).

A introdução no continente europeu ocorreu apenas no ano de 1739, na cidade de Paris na França. No continente americano, os primeiros materiais foram introduzidos no ano de 1804, na Pensilvânia dos Estados Unidos da América - EUA, onde foi utilizada para alimentação animal. Já no ano de 1875 teve início da expansão do cultivo desta

oleaginosa no restante da Europa. Só no ano de 1915 foi prensada pela primeira vez para extração de óleo para consumo humano (SEDIYAMA et al., 2009).

O cultivo da soja no Brasil data do ano 1882, com a introdução de sementes oriundas dos EUA no estado da Bahia (EMBRAPA, 2004). Os primeiros estudos com esta cultura no país foram realizados por Prof. Gustavo Dutra, entretanto, as cultivares trazidas daquele país não estavam adaptadas às condições ambientais tropicais, em latitude em torno de 12 graus sul. As melhores respostas da soja nas condições brasileiras só foram alcançadas dez anos depois com o emprego de novas cultivares e em latitude 22°54' sul, onde foi cultivada pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) na cidade de Campinas - SP. Nesta época o interesse pela cultura era restrito ao uso como forrageira e na rotação de culturas. Neste mesmo ano a cultura foi introduzida no estado do Rio Grande do Sul. A entrada de cultivares mais adaptados para consumo humano só ocorreu 17 anos depois, com a imigração japonesa (SEDIYAMA et al., 2009; BEZERRA et al., 2015). Desde então, vem sendo cultivada e melhorada para as diversas regiões do país.

A produção comercial da soja no Brasil foi iniciada por volta do ano de 1935, no Rio Grande do Sul, que tinha como objetivo a alimentação de suínos. A partir dos anos 1950 é que houve o início da extração de óleo para a alimentação humana, e nos anos 1970 a cultura foi introduzida nas demais regiões brasileiras (BONATO e BONATO, 1987)

Essa leguminosa não tinha valor comercial até meados dos anos 1960, entretanto, com o aumento das pesquisas ainda no final dos anos 1960, houve ganho no desempenho da cultura da soja, aumentando o interesse dos produtores rurais pela soja. Até os anos 1980 a região Centro-Sul foi responsável por concentrar a maior parcela da produção desta cultura no Brasil, mas após este período, a região Centro-Oeste expandiu o cultivo de soja, devido à facilidade em mecanizar as terras cultivadas e ao incentivo à correção e manutenção da fertilidade do solo, tornando-se a cultura de maior importância econômica para o país (SEDIYAMA et al., 2009).

Atualmente, o Brasil é o maior produtor desta oleaginosa na América Latina e o segundo maior produtor mundial, ficando atrás dos EUA. A área cultivada no ano agrícola 2016-2017 foi de 33,13 milhões de hectares, com produção de soja que supera 98,98 milhões de toneladas de grãos. A região Centro-Oeste é atualmente responsável por 46,4% da produção nacional de soja e o Estado de Mato Grosso é o maior produtor da oleaginosa no cenário nacional, contribuindo com 28,2% (CONAB, 2016).

Apesar da produção nacional abranger todas as regiões, a maior concentração da produção está nas regiões Centro-Oeste e Sul, com 45 e 35%, respectivamente, da área correspondente à cultura. Os Estados de Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul e Goiás são responsáveis por 71,7% da produção nacional. Já no Mato grosso do Sul na safra 2016/2017 foram produzidas 8,497 milhões de toneladas, alcançando, assim, a marca de 56,2 sacas de soja por hectare de produtividade. Esse resultado é 9,1% superior à média de produtividade registrada na safra anterior (CONAB, 2017).

Segundo a USDA, na safra 2017/2018 foram produzidos 336,699 milhões de toneladas de soja no mundo, numa área plantada de 124,580 milhões de hectares e tendo os EUA como o maior produtor mundial da oleaginosa com 119,518 milhões de toneladas, seguido pelo Brasil, onde foram produzidos 116,996 milhões de toneladas. O estado do Mato Grosso se destaca como maior produtor nacional, com safra de 31,887 milhões de ha.

A oleaginosa tem destaque econômico, apesar de não ser considerada como alimento básico, assim como o milho e arroz, devido a sua importância na alimentação, por ter alto valor nutricional como fonte de proteína e óleo vegetal, além de um baixo custo (BEZERRA et al., 2015). Os grãos de soja apresentam alto valor de proteínas, algo entre 30 a 53%, sendo que a média das cultivares brasileiras está em 40%, e possuem 20% lipídeos (MORAES et al., 2006), além de celuloses, açúcares, cinzas e fibras.

2.6. Bactérias promotoras de crescimento

O solo é um ecossistema que apresenta grande quantidade de organismos que podem trazer benefícios para as plantas, dentre estes estão as bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCP) que podem ser de vida livre ou associadas às raízes das plantas. Até o ano de 1998 este grupo de organismos benéficos eram chamados de rizobactérias promotoras de crescimento de plantas (BASHAN e HOLGUIN, 1998).

As BPCPs são parte da população de microrganismos não patogênicos que vivem junto as plantas no seu interior ou em sua superfície, e podem promover o crescimento das mesmas de forma direta ou indireta. A atuação direta pode ser fruto da produção de ácido cianídrico, fitohormônios enzimas, fixação de nitrogênio, e mineralização de nutrientes, bem como solubilização de fosfatos e aumento da absorção pelas raízes, e indiretamente quando a BPCP atua como agente de controle biológico sobre algum organismo patogênico, seja pela produção de antibióticos, competição por

espaços ou nutrientes, parasitismo e indução de resistência e proteção cruzada (MARIANO et al., 2004).

As BPCPs podem ser classificadas como organismos rizosféricos, endofíticos facultativos e endofíticos obrigatórios (BALDANI et al., 1997). As bactérias rizosféricas colonizam apenas a superfície das raízes, os endofíticos facultativos tem a capacidade de colonizar o interior e o exterior das raízes, já o grupo endofítico obrigatório colonizam o interior das raízes e a parte aérea das plantas.

Segundo Sala (2007), alguns genótipos de trigo quando inoculados com bactérias diazotróficas apresentaram menor produção de massa seca na parte aérea do que as plantas que não receberam a inoculação, e segundo esse autor esse efeito pode ter sido causado pelo aumento no crescimento das raízes em detrimento da parte aérea. A falta de resposta à inoculação também pode estar ligada ao uso de estirpes pouco eficientes aliada ao genótipo da planta que não favorece a interação planta-bactéria (REIS et al., 2000)

2.7. *Azospirillum*

As bactérias diazotróficas mais estudadas como promotoras de crescimento de plantas associativas, pertencem ao gênero *Azospirillum*. Este gênero pertence à classe das Alfaproteobactérias, família Rhodospirillaceae e segundo o banco de genes da plataforma do National Center for Biotechnology Information - NCBI (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/> acesso em 12/06/2018) existem atualmente 343 variações. Trata-se de bactérias gram-negativas, aeróbicas ou microaerofílica (DÖBEREINER e BALDANI, 1982), sendo endofíticas para gramíneas e associativa facultativa para as leguminosas (HUNGRIA, 2011). Denominados associativas facultativas, pois proliferam-se na superfície das raízes, podendo penetrar no vegetal.

Para Araújo (2008), o *Azospirillum* apresenta as seguintes vantagens: antagonismo a agentes patogênicos; produz fitormônios; não é muito sensível às variações de temperatura e ocorre em todos os tipos de solo e clima.

A colonização da rizosfera por este gênero de bactéria proporciona a estimulação do crescimento do sistema radicular, resultando numa melhor exploração do solo pela planta o que aumenta a eficiência da absorção de nutrientes pelas raízes levando ao maior crescimento da planta como um todo e de sua produtividade (FERREIRA et al., 2013; HUNGRIA et al., 2010). Esta capacidade de proporcionar o crescimento do sistema

radicular está ligada à indução da produção de fitohormônios como giberelinas e citocianinas ácido 3-indolacético (AIA), etileno e reguladores de crescimento como poliamidas e produção de aminoácidos (HUNGRIA, 2011; THULER et al., 2003; CROZIER et al., 1988). Este grupo de bactérias também pode estimular a planta a produzir estes compostos (RODRIGUES et al., 2012).

A eficiência da interação planta-bactéria só é atingida quando se utiliza estirpes selecionadas de *Azospirillum*, capazes de competir com os microrganismos presentes no solo (HUNGRIA, 2011). Além disso, é necessário que a planta ao ser inoculada seja capazes de competir com os microrganismos já presentes no solo. O genótipo da planta a se inoculada também deve ser levado em consideração devido que a relação benéfica de simbiose entre o híbrido e a bactéria é determinada pela qualidade dos exsudatos liberados pelas raízes da planta (NEHL et al., 1996). Esse fenômeno é conhecido por quimiotaxia, que ocorre a partir de liberação pelo genótipo de uma quantidade de exsudato diferente, com composição química distinta, que pode ou não ser atrativo e servir de fonte de carbono (malato, piruvato, succinato e frutose) para as bactérias inoculadas (QUADROS et al, 2014).

A inoculação de *Azospirillum sp.* também tem o efeito sob as condições adversas para as plantas, auxiliando no período seco do ano, como foi observado por Bulegon et al. (2016). Os autores identificaram o aumento da atividade das enzimas superóxido dismutase (SOD) e catalase em folhas de *Urochloa ruziziensis* sob stress hídrico severo, além de não observarem redução de clorofila nesta situação, sendo, desta forma recomendada a utilização destas bactérias para o manejo de pastagem em estação seca.

Estudos têm apontado o sucesso da utilização de *Azospirillum* na inoculação de plantas de arroz, trigo, milho, portanto, as bactérias do gênero *Azospirillum* apresentam considerável potencial de aplicação em sistemas agrícolas. A contribuição do gênero *Azospirillum* é considerado expressivo quando inoculado em diversas espécies (especialmente gramíneas), para as variáveis de produção dessas culturas (CANGAHUALA-INOCENTE et al., 2013; HUNGRIA, 2011; HUNGRIA et al., 2010; FERREIRA et al., 2013; BULEGON et al, 2016).

Apesar da capacidade das bactérias do gênero *Azospirillum* em realizar a fixação biológica de nitrogênio (FBN), as plantas quando inoculadas com estas bactérias podem não alcançar a eficiência similar da simbioses rizóbio-leguminosas no solo. A

contribuição do N fixado para gramíneas está em torno de 25 a 50 Mg N ha⁻¹ ano⁻¹, atingindo apenas 17% da demanda das culturas (MOREIRA et al., 2010).

Mendonça et al. (2006), pesquisando genótipos de milho e mistura de bactérias diazotróficas (*Azospirillum lipoferum* estirpe S82, *A. amazonense* estirpe Am 76 e *Burkholderia kururiensis* estirpe M 130), verificaram que as bactérias colonizaram raízes, colmos e folhas dos genótipos de milho e as maiores populações foram encontradas nas raízes. No entanto, não foi observada contribuição da fixação biológica de nitrogênio na produtividade.

A utilização de *Azospirillum* juntamente com o fornecimento de fertilizante mineral pode gerar aumentos de produtividade na ordem de 31 e 21% para as culturas de trigo e milho, respectivamente (HUNGRIA, 2011). De acordo com Repke et al. (2013), o uso da prática de inoculação com *Azospirillum brasilense* não substitui o uso de fertilizantes nitrogenados e tampouco permite reduzir a dose.

2.8. Consórcio de plantas

O consórcio de culturas tem como característica a maximização do espaço devido ao cultivo simultâneo de duas ou mais espécies vegetais dentro de uma mesma área, que podem ter características diferentes de arquitetura vegetal, hábito de crescimento e fisiologia (HERNANI et al).

Esse sistema integra as diversas culturas com os objetivos de maximizar racionalmente o uso da terra, diversificar e verticalizar a produção, minimizar custos e agregar valores aos produtos, isso devido ao aproveitamento dos recursos e benefícios que uma atividade proporciona à outra (MELLO et al, 2004).

Neste sistema de cultivo, as plantas podem ser semeadas ou plantadas ao mesmo tempo ou terem época de implantação levemente defasada, mas compartilham dos mesmos recursos ambientais durante grande parte de seus ciclos de vida, fato que leva a forte interatividade entre as espécies consorciadas e entre elas e o ambiente.

O consórcio entre plantas é amplamente utilizado nas regiões tropicais como estratégia para mitigar os efeitos da irregularidade do clima (AZEVEDO et al, 2007). Além disso, a diversificação nos cultivos melhora as populações de organismos benéficos no agroecossistema (VENZON e SUJII, 2009).

O consórcio de forrageiras gramíneas e forrageiras leguminosas apresenta como vantagem em relação ao cultivo solteiro destas, maior rendimento de massa seca e

proteína bruta, melhor distribuição de alimento para o gado durante o ano, maior período de utilização do pasto e redução do custo de adubação nitrogenada devido ao efeito do nitrogênio fixado pela espécie forrageira entre outros (EMBRAPA, 2007). Para tanto, seria razoável uma palha com relação C/N do resíduo vegetal intermediária (17,5 a 30) para ocorrer um equilíbrio entre a manutenção da cobertura do solo (persistência dos restos vegetais) e a disponibilização de N para as lavouras subsequentes. Isto seria possível com o consórcio entre Poaceae e Fabaceae. (GIACOMINI et al. 2004).

Entretanto, o consórcio de plantas anuais e perenes não aumenta a produção de forragem, apenas melhoram a distribuição ao longo do ano, sendo que as plantas anuais apresentam maior participação no início da estação seca e as perenes no final (MACHADO, 2012)

Há efeitos relevantes com consórcios do tipo milho + braquiária, usados para cobertura do solo, principalmente no Centro-Oeste brasileiro. Isto, devido ao fato de o ciclo da braquiária se prolongar para além da colheita do milho, fazendo com que o solo fique protegido durante as primeiras chuvas de primavera, além de promover uma ótima cobertura morta (HERNANI et al, 2018).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização e caracterização experimental

O experimento foi conduzido no campo experimental do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Mato Grosso do Sul – IFMS, Campus de Nova Andradina, Mato Grosso do Sul (22°04'57,5''S e 53°28'14''W, a 400 m de altitude), durante os meses de março de 2017 a abril de 2018. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é Tropical Aw, caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. Os dados de precipitação e temperatura ocorridos no durante a condução do experimento estão descritos na Figura 1.

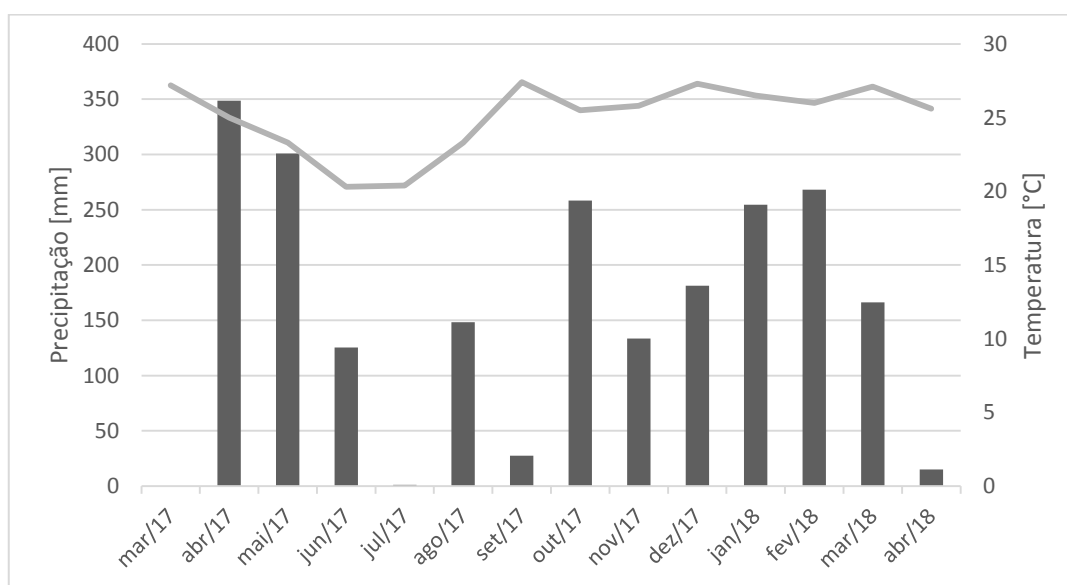


FIGURA 1. Precipitação pluviométrica e temperatura média do ar durante a condução do experimento em Nova Andradina, MS.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 2006). A análise de textura do solo indicou 869,8 g kg⁻¹ de areia; 49,8 g kg⁻¹ de silte e 80,4 g kg⁻¹ de argila.

Antes do preparo convencional do solo foram coletadas amostras nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm para determinação de seus atributos químicos (Quadro 1).

QUADRO 1. Atributos químicos do Latossolo Vermelho Distrófico do campo experimental do IFMS campus Nova Andradina

Perfil	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺ + Al ³⁺	SB	CTC	K	P	S	MO	V%
cm	-----cmol _c dm ⁻³ -----						mg dm ⁻³		g dm ⁻³		
0-20	0,2	0,1	0,52	3,4	0,34	3,74	0,04	1,4	13,5	11,8	9,1
20-40	0,2	0,1	0,52	2,4	0,32	2,72	0,02	1,1	14,5	7,11	11,8

A área experimental esteve sob pastagem formada principalmente por *Urochloa brizantha* CV Xaraés, porém bastante degradada, devido aos anos de pastejo intenso sem manejo adequado, o que levou à forma de voçorocas na área e a presença de plantas invasoras de pastagens.

Foi realizado o manejo da vegetação que se encontrava na área, 15 (quinze) dias antes da calagem, com o uso de roçadora tratorizada, com a finalidade de melhorar a distribuição do corretivo na área.

Os cálculos para calagem foram estimados para corrigir o pH à 6,5 em uma profundidade de 0,35 m, num total de 4,5 Mg ha⁻¹ calcário dolomítico de PRNT 85. A dose de calcário foi dividida em duas para melhor distribuição e homogeneização. As primeiras 2 Mg ha⁻¹ foram aplicadas antes da aração, que foi executada com a utilização de um arado de aivecas com profundidade efetiva de revolvimento da leiva de 0,35 m. A segunda parte do calcário, 2,5 Mg ha⁻¹, foi aplicada no solo arado e depois foi incorporada com o uso de grade de discos de 28 cm. Após estas etapas o solo foi destorroado e nivelado com uso de grade de discos de 26 cm.

O experimento foi dividido em duas etapas, sendo a primeira o plantio de plantas de cobertura em associação com a bactéria promotora de crescimento do gênero *Azospirillum* e a segunda etapa com o plantio da cultura da soja sobre os restos culturais das plantas de cobertura.

3.2. Plantas de Cobertura

As plantas de cobertura utilizadas foram Braquiaria (*Urochloa brizantha* cv BRS Paiaguás), Milheto [*Pennisetum glaucum* (L.) variedade ADR 500] e Guandú (*Cajanus cajan* cv BRS Mandarin, associadas ou não a bactérias do gênero *Azospirillum*).

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições, em esquema fatorial 7x2, correspondendo a sete arranjos de plantas de

cobertura, solteiros e consórcios (braquiária, milho, guandú, braquiária + milho, braquiária + guandu, milho + guandú e braquiária + milho + guandú), associados a inoculação com *Azospirillum brasilense* (com e sem inoculação), com quatro repetições, totalizando 56 unidades experimentais.

As parcelas apresentaram dimensões de 5,6 metros de largura por 10 metros de comprimento. Antes do plantio foi incorporado 300 kg ha⁻¹ da fórmula 3-21-21 em cada parcela.

A inoculação das sementes foi realizada no momento da semeadura, com 3 (três) doses de inoculante por parcela, num total de 100 g de inoculante turfoso contendo *Azospirillum brasilense* das estirpes Abv 5 e Abv 6, aplicados em 20 kg de sementes. Foi utilizado solução contendo 10% de açúcar para melhor aderência da turfa à semente.

A semeadura foi realizada à lanço no dia 15 de abril de 2017, com posterior cobertura auxiliada por uma passagem de grade niveladora. A densidade de semeadura foi calculada para aplicação de 12 kg ha⁻¹ de sementes de capim Paiaguás com valor cultural - VC de 56%, 25 kg ha⁻¹ de sementes de milho com VC de 85% e 20 kg ha⁻¹ de sementes de guandu para o cultivo solteiro. Para os consórcios foi feita reduções na densidade de semeadura do cultivo conforme segue:

- 7,8 kg ha⁻¹ de sementes de Urochloa + 6,25 kg ha⁻¹ de sementes de Milheto;
- 7,8 kg ha⁻¹ de sementes de Urochloa + 10 kg ha⁻¹ de sementes de Guandu;
- 12,5 kg ha⁻¹ de sementes de Milheto + 10 kg ha⁻¹ de sementes de Guandu;
- 7,8 kg ha⁻¹ de sementes de Urochloa + 6,25 kg ha⁻¹ de sementes de Milheto + 5 kg ha⁻¹ de sementes de Guandu.

O período decorrido entre a semeadura e o primeiro manejo foi de 85 dias após a semeadura - DAS, quando o milho se encontrava no estágio de grão leitoso a farináceo, o segundo manejo ocorreu aos 160 DAS, e nas duas épocas foram retirados um metro quadrado de material, com o auxílio de um quadrado de 0,25 m² lançado 4 vezes de forma aleatória dentro de cada parcela. O corte foi executado rente ao solo, e o material teve a sua massa auferida e posteriormente foram acondicionados em sacos de papel. Nas parcelas consorciadas foi feita a separação das plantas de Urochloa, Milheto e Guandú, e cada uma delas foi acondicionada em sacos distintos. Não foi realizado nenhum trato cultural durante o desenvolvimento das culturas de cobertura.

As amostras foram levadas para laboratório onde tiveram a sua massa determinada e depois secadas em estufa de circulação de ar forçada à 60 °C por 72 horas,

até atingirem massa constante. Após a pesagem da massa seca os dados foram tabulados e analisado no software SAEG, utilizando teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade e correlação de Person a 1 e 5% de probabilidade. Para o segundo corte foi retirado da análise o tratamento milheto solteiro, por não haver mais plantas verdes na parcela experimental.

Após retirada das amostras, no dia 23 de setembro de 2017, a área foi dessecada com o uso de glyphosate + 2-4D na dosagem de 2,5 kg produto comercial ha⁻¹ e 1,5 L produto comercial ha⁻¹ respectivamente.

3.3. Soja

Foi utilizado o cultivar Monsoy 6410 IPRO. As sementes foram tratadas industrialmente com o uso do produto comercial Standak Top (inseticida Fipronil + fungicida Metil Tiofanato e Piraclostrobina). A inoculação com bradirhizobium foi realizada momentos antes da semeadura, com três doses de inoculante turfoso em 20 kg de sementes com auxílio de solução açucarada.

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições, e 15 tratamentos (palhada do cultivo solteiro de braquiária, milheto e guandu, palhada do consórcio braquiária + milheto, palhada de braquiária + guandu, palhada de milheto + guandu e palhada de braquiária + milheto + guandu inoculadas ou não com *A. brasilense* e uma testemunha cultivada em sistema convencional).

Antes da semeadura foi realizada nova amostragem de solo para a camada de 0-0,2 m onde os resultados estão listados na Quadro 2.

QUADRO 2. Atributos químicos do Latossolo Vermelho Distrófico do campo experimental do IFMS, Campus de Nova Andradina após cultivo plantas de cobertura

pH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺ + Al ³⁺	SB	CTC	K	P	MO	V%
CaCl ₂	-----cmol _c dm ⁻³ -----						g dm ⁻³			
5,44	0,7	0,5	0,00	1,8	1,25	3,05	0,05	5,77	10,11	41

A semeadura foi executada no dia oito de novembro de 2017. Foi utilizada uma semeadora de sistema de distribuição de sementes à vácuo, regulada para 14,5 sementes por metro e espaçamento de 0,4 m entre linhas de semeadura e profundidade de

0,03 m. Durante a semeadura foi realizada a adubação utilizando-se a fórmula 00-20-20 (NPK) na quantidade de 350 kg ha⁻¹.

Após cinco dias da emergência das plantas, foi observado ataque severo de lagarta rosca (*Agrotis ipsilon*) na área experimental, sendo necessário o controle químico desta praga com o uso de pulverização dos inseticidas Larvin wg (Tiodicarbe 800g kg⁻¹) na dose de 70 g ha⁻¹ e Tracer (Espinosade 480 g L⁻¹) na dose de 50 mL ha⁻¹.

A adubação de cobertura foi realizada quando as plantas atingiram o estágio fenológico V6, sendo distribuído à laço 160 kg ha⁻¹ de KCL.

Foram realizadas aplicações de fungicidas para o controle de ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) e outras doenças fúngicas com o uso do fungicida FOX (Protioconazol 175 g L⁻¹ + Trifloxistrobina 150 g L⁻¹) na dosagem de 0,4 L ha⁻¹ do produto comercial juntamente com o adjuvante Aureo na dose de 0,25% da calda, em duas aplicações.

Para as avaliações referentes aos componentes de produção foram coletados 1,0 m² de plantas na área útil de cada parcela. As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Análises de Sementes para realizar as seguintes determinações:

- Altura de planta obtida medindo-se a distância entre o nível do solo até o ápice do caule;
- Altura de inserção da primeira vagem determinada pela distância entre o nível do solo e a inserção da primeira vagem no caule;
- Número de ramificação por planta: determinado na colheita, contando-se, ao acaso, o número de ramificações de 10 plantas, por parcela;
- Número de vagens por planta: obtido pelo número total de vagens médio pelo número total de plantas avaliadas;
- Número de grãos por vagem: obtido pelo número total de grãos pelo número total de vagens;
- Número de grãos por planta: obtido pelo número total de grãos por número total de plantas;
- Massa de 1000 grãos: efetuada pela contagem de 8 amostras de 100 grãos por parcela. As amostras tiveram as suas massas auferidas em balança de precisão com duas casas decimais.

- POP: população de plantas, avaliada em campo contando-se as plantas em duas linhas de 1 metro cada, estimando-se o resultado em número de plantas por hectare;
- PRODUTIVIDADE: teve como área útil 2 linhas de semeadura por 1 metro de comprimento, onde as plantas foram colhidas e, após secagem, submetidas a debulha e em seguida determinou-se a massa desses grãos, sendo os dados transformados em kg ha⁻¹ (13% base úmida).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas utilizando o teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade. As análises foram feitas utilizando-se o software SAEG, versão 9.1.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Plantas de cobertura

Não houve efeito do uso de *A. brasilense* no acúmulo de massa seca nos diferentes arranjos de plantas de cobertura, entretanto as culturas aportaram diferentes valores de massa fresca, umidade e cobertura de massa seca, entre si (Quadro 3).

QUADRO 3. Resultado da análise de variância e médias da massa fresca (kg ha^{-1}), cobertura do solo com massa seca (kg ha^{-1}) e umidade do material (%) obtidas para as culturas de cobertura e aplicação de *Azospirillum* (Az), aos 85 dias após a semeadura. Nova Andradina-MS, 2017

Fator de variação	Graus de liberdade	----- Quadrados médios -----		
		Massa fresca	Umidade	massa seca
Bloco	3	33.983,04	28,092	388.744,3
Cultura (C)	6	247.907,5*	251,19	5.560.033*
Azospirillum (Az)	1	99.364,45	54,885	394.800,1
CxAz	6	57.406,93	40,61	710.532,6
Resíduo	39	89.303,57	39,918	1.543.898,0
CV	-	25,3	10,9	25,2
Culturas de cobertura				
Braquiária		14.069,51 a	67,74 a	4.521,37 b
Milheto		13.039,12 a	56,23 c	5.679,25 a
Guandu		9.012,1 b	61,09 b	3.514,25 b
Braquiária + Milheto		12.603,64 a	50,79 c	5.901,25 a
Braquiária + Guandu		11.808,53 a	58,38 c	4.851,12 b
Milheto +Guandu		12.043,91 a	53,91 c	5.535,00 a
Braquiária+Milheto+Guandu		9.948,15 b	54,27 c	4.580,00 b
Uso de <i>Azospirillum</i>				
Sem		12.210,52 a	58,47 a	5.024,28 a
Com		11.368,04 a	56,49 a	4.856,35 a

* $p < 0,05$.

A resposta da prática da inoculação com *A. brasilense* pode variar conforme o material genético da planta utilizada, estirpe bacteriana, condições do agroecossistema, práticas agrícolas empregadas e da qualidade e quantidade de células das BPCP utilizadas (MATSUMURA et al. 2015). Segundo Sala (2007), o local de cultivo tem influência nas respostas obtidas pela inoculação. Repke (2013) relacionou a falta de resposta a inoculação do milho com *A. brasilense* ao excesso de unidades formadoras de colônia por

semente, pois níveis acima do ótimo apresentam efeito inibitório do crescimento das plantas. Entretanto, um pH baixo no solo pode interferir de forma negativa na eficiência da inoculação *A. brasilense*. Segundo Siqueira e Franco (1988), a maioria das bactérias diazotróficas são pouco tolerantes à acidez no campo ou em meio de cultura. Destaca-se que durante a condução do experimento, o pH (CaCl_2) do solo da área experimental não ultrapassou os 5,4, essa condição se torna desfavorável para *A. brasiliense* que tem como pH ideal a faixa entre 6,0 e 7,8 (DÖBEREINER e PEDROSA, 1987).

Um outro motivo para não ter ocorrido resposta da inoculação pode ter sido o inoculante comercial com estirpes selecionadas para uso em gramíneas, desta forma, pode ter contribuído para a resposta nula nas culturas do guandu, entretanto não houve efeito também no milho e no capim paiguás, isso indica que pode não haver interação entre as culturas utilizadas com as cepas constituintes do inoculante, que são mais indicadas para as culturas do milho e trigo. Mesmo dentro das culturas indicadas para as estirpes AbV5 e AbV6 pode haver incompatibilidade, como descrito por Quadros (2014), que ao avaliar o desempenho de três híbridos inoculados com *Azospirillum sp*, sugere que pode haver resposta diferentes para a inoculação devido ao material genético que pode favorecer a colonização pelas bactérias, sendo necessário mais estudos para híbridos que tenham boa resposta agrônômica à inoculação.

Desta forma, não é possível determinar, neste experimento, a causa da falta de resposta a inoculação com *A. brasilense*, sendo necessário novos estudos considerando o material genético tanto da cultura quanto da bactéria, pH do solo e doses do inoculante para as culturas em questão sob o ambiente de produção local.

Quanto à produção de massa seca (Quadro 3), o milho solteiro e os consórcios Braquiária + Milho e Milho + Guandu destacaram-se dos demais arranjos na produção de biomassa aos 85 DAS, sendo que o consórcio braquiária + milho obteve a maior produção ($5,9 \text{ Mg ha}^{-1}$) seguido pelo cultivo solteiro ($5,68 \text{ Mg ha}^{-1}$) e consórcio milho + guandu ($5,53 \text{ Mg ha}^{-1}$). A maior produção de massa seca destes arranjos em relação aos demais pode ser explicada pelo rápido desenvolvimento inicial do milho em relação à braquiária e ao guandu. O mesmo foi encontrado por Calvo et al. (2010) que observaram rápido crescimento inicial do milho aos 60 dias após semeadura tanto no cultivo solteiro como em consórcios, dominando as demais plantas de cobertura no sistema de consórcio que apresentam crescimento mais lento como o guandu. Machado (2012) diz que o uso de forrageiras anuais junto a forrageiras perenes pode ser uma

alternativa para antecipar o pastejo, entretanto, se mal manejado pode comprometer o desenvolvimento das perenes devido à elevada competitividade das primeiras.

O cultivo solteiro de guandu produziu menor quantidade de massa fresca quando comparado com a braquiária (Quadro 3). O crescimento inicial lento associado ao tipo de caule do guandu pode ter contribuído para essa diferença em relação à braquiária, ainda mais que esta braquiária foi selecionada para ter uma melhor relação folha-colmo, e desta forma ter menor quantidade de fibra.

A produção de massa seca para todos os tratamentos para o primeiro corte foi inferior 6 Mg de palhada ha^{-1} , conforme Heckler e Salton (2002) e Alvarenga et al (2001) essa quantidade de massa seca sobre a superfície é a quantidade mínima para a manutenção de palhada no sistema plantio direto (SPD) para os solos do cerrado devido a elevada taxa de decomposição da palhada neste ambiente.

A menor produção de massa seca no primeiro corte para o milho pode ser explicada pela época em que esta cultura foi semeada, coincidindo com o fim do verão, em que há redução do fotoperíodo e da precipitação pluviométrica, além de temperaturas mais amenas, que induzem ao florescimento precoce para esta cultura (NETTO e BONAMIGO, 2005). Ressalta-se que o milho é considerado uma planta de dias longos, e produz melhor em temperaturas entre 31 e 34°C (NETTO e BONAMIGO, 2005).

Resultado semelhante foi obtido por Torres (2014), que teve no milho a maior produção de massa seca (5,22 Mg ha^{-1}) quando comparado às demais plantas de cobertura, e a produção de massa seca também foi inferior a 6 Mg ha^{-1} , tal fato foi atribuído à época de semeadura que coincidiu com o período seco do ano favorecendo a indução floral no milho, e conseqüentemente, segundo Portugal (2017), redução do acúmulo de massa seca por essa cultura quando comparado com a mesma em semeadura realizado na primavera-verão.

O segundo manejo ocorreu 160 DAS, ocorrendo junto com o florescimento pleno/início surgimento das primeiras vagens da cultura do guandu. Segundo Teodoro et al. (2011), o manejo das leguminosas no período do florescimento é o mais recomendado, visando o maior aporte de N, P e K aos agroecossistemas.

Neste momento já não houve a participação da cultura do milho, uma vez que as plantas desta cultura já haviam atingido o fim do seu ciclo, e não mais contribuíam para a cobertura verde da área dos tratamentos. Este comportamento também foi observado por Machado (2012), que identificou que o milho obteve participação nula em sua última avaliação. Calvo et al. (2010), em avaliação das forrageira guandu-anão,

milheto e sorgo, concluíram que a melhor época de corte para os consórcios de milho+guandu, no período de safrinha, é aos 60 DAS, pois, a partir deste momento não há mais acréscimo de massa seca do milho no sistema.

Assim foram coletadas apenas as demais culturas, para ser avaliado a continuação da produção de fitomassa. Nesta etapa, a maior produção de massa seca foi obtida pelo consórcio de braquiária + guandu (10,79 Mg ha⁻¹), seguido pelo cultivo solteiro de braquiária (9,64 Mg ha⁻¹) (Quadro 4).

QUADRO 4. Resultado da análise de variância e valores médios de massa fresca (kg ha⁻¹), cobertura do solo com massa seca (kg ha⁻¹) e umidade do material (%) obtidas para as culturas de cobertura e aplicação de *Azospirillum*, aos 160 DAS. Nova Andradina-MS, 2017

Fator de variação	Graus de liberdade	----- Quadrados médios -----		
		Massa fresca	Umidade	Cobertura massa seca
Bloco	3	202834,7	7.0903	33.703.30
Cultura (C)	5	1493528*	68.4185	166980.40*
Azospirillum (AZ)	1	450104.6	80.3160	17552.93*
CxAZ	5	171474.1	34.2751	30665.91
Resíduo	33	173750.2	20.2288	28932.31
CV	-	21,076	7.968	20,099
Culturas de cobertura				
Braquiária		25.341,00 a	61,8912 a	9.644,37 a
Guandu		18.934,63 b	57,1413 b	8.073,62 b
Braquiária + Milheto		16.906,81 b	54,0062 b	7.602,62 b
Braquiária + Guandu		24.982,00 a	56,0037 b	10.795,00 a
Milheto +Guandu		17.104,64 b	55,5625 b	7.602,75 b
Braquiária+Milheto+Guandu		15.394,53 b	54,0588 b	7.059,25 b
Uso de Azospirillum				
Com		2074,56 a	57,74 a	8.654,17 a
Sem		1880,89 a	55,15 b	8.271,71 a

* p<0,05.

Constatou-se que no segundo corte todas as plantas remanescentes atingiram quantidade suficiente de massa seca necessária para a cobertura do solo, acima de 6 Mg ha⁻¹, o que permite a permanência de palhada sobre o solo para as plantas em sucessão.

Em relação ao primeiro corte, no segundo corte houve um acréscimo de 122,5% na produção de massa seca para o consórcio entre o capim braquiária e o feijão guandu, 113,3% no cultivo solteiro de braquiária, 129,7% no cultivo solteiro de guandu, 28,8% para o consórcio braquiária + milho, 37,4% no consórcio guandu + milho e 54,1% no consórcio triplo braquiária+guandu+milho. Nos consórcios com milho, que

tem acelerada taxa de crescimento quando comparada com o guandu e a braquiária, após a senescência desta cultura as demais culturas encontraram melhor condição de desenvolvimento, como relatado por Mendonça (2014) que obteve incremento na produtividade da palhada de forrageiras de 117% quando da colheita do milho nos consórcios. As plantas remanescentes se beneficiaram do período do cultivo maior.

Houve aumento na produção de massa seca por parte do guandu na ordem de 129,7% quando comparado com o corte aos 85 DAS. Torres (2014) ao avaliar plantas de guandu anão, obteve produção de massa seca de 3,27 Mg ha⁻¹ para um período de três meses (março a junho), número próximo a produção de massa seca do guandu BRS mandarim para o primeiro corte, porém, inferior ao produzido no segundo corte. Gitti et al. (2012) também tiveram resposta inferior a produção de massa seca do guandu em cultivo solteiro (2,5 Mg ha⁻¹) e no consórcio com milho (3,83 Mg ha⁻¹), apesar destas culturas terem sido conduzidas no período da primavera e serem suplementadas com irrigação, o período curto de permanência no campo (57 dias) não foi suficiente para uma boa produção de massa seca.

Em relação à Paiaguás, constatou-se que, assim como ocorreu com o guandu, houve um aumento expressivo de produção de massa seca, comportamento esperado para esta forrageira perene tendo em vista, que é uma cultura que foi desenvolvida para produzir forragem no período seco do ano. Torres et al. (2014) ao avaliar a produção de fitomassa seca de plantas de cobertura constataram que a produção de *U. brizantha* cv Marandú foi de 3,27 Mg ha⁻¹, resultado inferior ao obtido neste experimento.

O consórcio entre BRS Paiaguás e Guandu obteve a maior produtividade de massa seca dentre todos os tratamentos (Quadro 4). A maior produtividade pode estar relacionada ao efeito da leguminosa no sistema, que pode ter contribuído de forma positiva com a fixação de nitrogênio realizada pela simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*. Bettiol et al. (2015) observaram que o consórcio entre gramíneas e leguminosas tem apresentado elevados ganhos de produção, ao avaliarem o consórcio entre Braquiária e Crotalaria verificaram a maior produção de massa seca em relação ao cultivo solteiro de Braquiária. Calvo (2010) afirma que o consórcio de guandu com gramíneas há maior acúmulo de N e maior produtividade.

No consórcio triplo, apesar da produção de massa seca ser satisfatório, foi pouco superior que o cultivo solteiro do milho no primeiro corte. Esse comportamento pode ser explicado pelo desenvolvimento mais lento das plantas de braquiária e guandu, no início do desenvolvimento, ocasionado pela competição por recursos com o milho,

que pelo seu desenvolvimento mais rápido ainda no início do experimento, reduziu o crescimento inicial destas culturas e conseqüentemente o desenvolvimento até o segundo corte.

Na análise de correlação de Person (Quadro 5), verifica-se o aumento ou diminuição (sinal negativo) dos dados entre os dois cortes das culturas. Observa-se que o cultivo solteiro de Braquiária, seguido pelo consórcio de Braquiária + Guandu, cultivo solteiro de Guandu e consórcio entre Braquiária + Milheto + Guandu tiveram elevada correlação para a produção de massa fresca e massa seca, quando comparado o primeiro e o segundo corte, entretanto para a umidade houve apenas correlação forte para a umidade. Isto foi constatado pelo aumento de biomassa entre os cortes.

QUADRO 5. Correlação de Person entre os dados de massa fresca, cobertura do solo com massa seca e umidade do material com a época de corte das culturas de cobertura, independentemente da aplicação de *Azospirillum*. Nova Andradina-MS, 2017

Culturas de cobertura	Massa fresca	Umidade	Massa seca
Braquiária	0,898**	-0,717**	0,923**
Guandu	0,859**	-0,519*	0,886**
Braquiária + Milheto	0,363	0,155	0,369
Braquiária + Guandu	0,907**	-0,199	0,949**
Milheto +Guandu	0,655**	0,341	0,612**
Braquiária+Milheto+Guandu	0,726**	-0,033	0,700**

** e * significativo a 1 e 5% de probabilidade respectivamente, pelo teste t.

A tendência de redução da umidade nos tratamentos pode ser atribuída ao aumento de material lignificado nas plantas estudadas, uma vez que na época do primeiro corte estas cultura ainda se apresentavam pouco desenvolvidas, e com tecidos mais tenros. Com o passar do tempo, pode ter ocorrido aumento de colmos na braquiária, alterando a relação folha colmo, e no guandu, planta arbustiva, essa diferença pode ter ocorrido pelo aumento do diâmetro do caule.

4.2. Componentes de produção de soja

O uso de *Azospirillum* nas plantas de cobertura não influenciou os componentes de produção da cultura da soja. Entretanto, pela utilização de plantas de coberturas houve efeito nos componentes de produção e produtividade de soja (Quadros 6 e 7), sendo que os resíduos culturais de milho, tanto no cultivo solteiro quanto em

consórcio, apresentaram, de modo geral, as melhores respostas nos componentes de produção e maior produtividade da cultura da soja.

QUADRO 6. Resultado da análise de variância e valores médios da altura de inserção de vagens (AIV, cm), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP) e número de grãos por vagem (NGV) obtidas para as culturas da soja em sucessão à plantas de cobertura e aplicação de Azospirillum. Nova Andradina-MS, 2018

Fator de Variação	Graus de Liberdade e	-----Quadrados médios-----			
		AIV	NVP	NGP	NGV
Bloco	3	0,544	11,29	76,03	19,18
Tratamento (T)	6	19,053*	251,19*	2014,34*	9,82*
Azospirillum (Az)	1	0,14	2,84	1,45	184886,55
TxAz	6	11,38	45,68	272,18	13,22
Resíduo	39	1,89	70,68	479,48	12,85
CV	-	10,477	18,76	19,45	2,11
Culturas de cobertura					
Braquiária		16,62 a	37,81 b	92,36 b	2,44 b
Milheto		12,98 b	51,29 a	130,98 a	2,54 a
Guandu		14,33 ab	39,40 ab	99,20 ab	2,50 ab
Braquiária + Milheto		13,14 b	46,52 ab	116,95 ab	2,51 ab
Braquiária + Guandu		16,56 a	39,40 ab	97,65 ab	2,46 ab
Milheto +Guandu		13,40 b	50,01 ab	127,94 a	2,53 a
Braquiária+Milheto+Guandu		14,10 b	49,23 ab	122,90 ab	2,49 ab

* $p < 0,05$.

Observou-se que a altura de plantas e o número de ramos não sofreram influência dos tratamentos empregados, entretanto a característica de altura da inserção de vagens, assim como o número de vagens por planta, número de grãos por planta, massa de mil grãos e produtividade foram influenciadas pelos tratamentos (Quadros 6 e 7). Com relação à influência das plantas de cobertura antecessoras a soja, trabalhos de pesquisa demonstram que a produtividade de soja não foi influenciada pela cobertura do solo (MANCIN et al, 2009; MACHADO, 2012; TORRES et al., 2014). Por outro lado, conforme Oliveira et al. (2013) a cultura de cobertura afeta diretamente a produtividade da cultura da soja, com menor produtividade quando cultivada sobre os restos culturais de *U. brizantha*.

Mancin et al. (2009) afirma que a altura de planta, altura de inserção de vagens e o número de ramificações por planta é uma característica genética do cultivar,

que pode ser influenciado pelo ambiente, principalmente pela fertilidade do solo e pelas condições climáticas.

É possível verificar que em todos os tratamentos a inserção da primeira vagem foi superior a 12 cm (Quadro 6), atendendo ao que afirmara Câmara (2015) que a altura de inserção da primeira vagem deve ser de pelo menos 12 cm em relação ao solo, altura esta que evita a perda de vagem durante a colheita mecanizada, além de aumentar a eficiência da colhedora. Destaca-se que cultivo solteiro de braquiária e o consócio de braquiária + guandu apresentaram maiores alturas. Por outro lado, Santos (2014) identificou que a AIV não foi influenciada pelas culturas de cobertura.

QUADRO 7. Resultado da análise de variância e valores médios da massa de mil grãos (MMG) e produtividade (PROD) obtidas para a cultura da soja em sucessão às plantas de cobertura e aplicação de *Azospirillum*. Nova Andradina-MS, 2018

Fator de Variação	Graus de Liberdade	----Quadrados médios---	
		MMG (g)	Prod. (kg ha ⁻¹)
Bloco	3	287,93	707528,4
Tratamento (T)	6	1397,46*	2410700*
Azospirillum (Az)	1	325,36	349806,6
TxAz	6	148,47	268987
Resíduo	39	117,12	506648,3
CV	-	8,94	16,98
Culturas de cobertura			
Braquiária		103,98 c	3582,12 bc
Milheto		137,86 a	4955,99 a
Guandu		130,11 ab	3932,04 abc
Braquiária + Milheto		120,79 bc	4396,19abc
Braquiária + Guandu		104,79 c	3461,19 c
Milheto +Guandu		131,87 ab	4578,52 bc
Braquiária+Milheto+Guandu		117,85 bc	4436,52 abc

O aumento da AIV encontrado nesta pesquisa pode estar relacionado com a maior produção de biomassa seca obtida no segundo corte das plantas de cobertura, que pode ter influenciado as características morfológicas da cultura da soja, devido ao sombreamento causado pela palhada na planta de soja que em busca de luz alongou o caule.

Observa-se que todos os tratamentos apresentaram de 37,81 a 51,29 vagens por planta (NVP), quantidade de acordo com o que é preconizado para cultivares comerciais que apresentam de 30 a 70 vagens por planta (MACIN *et al.* 2009), sendo que a palhada de milheto resultou em maior número de NVP (51,29). Em relação ao número

de grãos produzidos, o milho também se destacou, tanto no cultivo solteiro de milho quanto no consórcio com o guandu em que houve aumento de NGP em relação as demais culturas. Bárbaro et al. (2006) e Macin et al. (2009), afirmam que o número de vagens por planta é uma característica importante nos componentes de produção, sendo diretamente influenciada pelos fatores que afetam o crescimento e ramificação da planta, bem como pelas condições climáticas durante a floração e início da formação de vagens.

O aumento do NGP é uma das características para se elevar a produtividade de grãos de soja, podendo este aumento do NGP pode ser obtido por um melhor aporte nutricional da planta de soja durante todo seu ciclo, principalmente de potássio (FERNANDEZ *et al.*, 2009).

A soja cultivada sobre a palhada de milho apresentou maior número de grãos por planta e maior massa de mil grãos (Quadros 6 e 7), contrariando o que afirmam Perini et al. (2012), quanto maior a massa de mil grãos de sementes menor será o número de grãos por planta, isto é, à medida que os grãos aumentam a massa individual diminui.

QUADRO 6. Médias dos componentes NVP, NGP e Prod. comparados pelo teste de Scott-Knott

Culturas de cobertura	NVP	NGP	Prod.
Milho	51,29 a	130,98 a	4955,99 a
Milho + Guandu	50,01 a	127,94 a	4578,52 a
Braquiária + Milho + Guandu	49,23 a	122,90 a	4436,20 a
Braquiária + Milho	46,53 a	116,95 a	4396,19 a
Braquiária + Guandu	39,40 b	99,19 b	3932,04 b
Guandu	39,40 b	97,60 b	3582,12 b
Braquiária	37,82 b	92,37 b	3461,19 b

Valores seguidos de letras iguais, dentro da coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

É possível observar que as maiores médias dos componentes de produção foram cultivados sobre a palhada do milho solteiro, e nos consórcios milho + guandu, braquiária + milho + guandu e braquiária + milho. A maior produção de soja pode ter tido influência do tempo em que a palhada do milho ficou no campo, quando comparado com as demais plantas de cobertura, visto que os resíduos culturais desta gramínea ficaram por mais tempo sobre a ação do tempo, uma vez que as plantas de milho já estavam próximo do fim do ciclo 93 dias antes da semeadura da soja, enquanto que o guandu e a braquiária só foram manejados 49 dias antes da semeadura da soja.

Ao avaliar a taxa de persistência e liberação de nutrientes no consórcio de milho com guandu, Neto et al. (2012), verificaram que em até 91 dias após manejo, pelo menos 80% de todos os macronutrientes da palhada da planta de cobertura estavam liberados para o solo.

Segundo Soratto et al. (2012), o milho tem grande capacidade de produzir fitomassa e acumular grandes quantidades de nutrientes em seus restos culturais, além de apresentar maior taxa de decomposição e liberação dos nutrientes acumulados, o que dá a essa espécie um grande potencial para planta de cobertura. Isso evidencia que as plantas de coberturas têm efeito sobre o desempenho da cultura de soja em função das diferentes quantidades de biomassa, nutrientes deixados para próxima cultura, regulações térmicas do solo, níveis de evapotranspiração e teores de matéria orgânica.

5. CONCLUSÕES

O uso de *Azospirillum* ABV5 e ABV6 não apresenta efeito sobre as plantas de cobertura tanto no cultivo solteiro quanto em forma de consórcio, e nem na soja cultivada em sucessão.

O consórcio de guandu com *Urochloa*, produz a maior quantidade de massa seca por hectare.

O milheto é uma alternativa para a formação de palha para a cultura principal, o que acarreta maior produtividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARENGA, R. C., CABEZAS, W. A. L., CRUZ, J. C.; SANTANA, D. P. Plantas de Cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, v. 22, n. 208, p. 22–25, 2001.
- AZEVEDO, D.M.P. & SPEHAR, C.R. **Decomposição da palhada de culturas para plantio no período de safrinha em solos de tabuleiros costeiros**. Teresina, Embrapa, 2002. 4p. (Comunicado Técnico, 147)
- AZEVEDO, D. M. P. de; BELTRÃO, N. E. de M.; SEVERINO, L. S.; SANTOS, J. W. dos; LEÃO, A. B.. Rendimento e eficiência agrônômica do consórcio da mamoneira com cereais e feijão caupi no semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 11, n. 3, p. 145-162. 2007.
- BALDANI, J. I.; CARUSO, L.; BALDANI, V. L. D.; GOI, S. R.; DÖBEREINER, J.. Recent advances in BNF with non-legume plants. **Soil Biology and Biochemistry**, Elmsford, v. 29, p. 922-928, 1997.
- BÁRBARO, I. M.; CENTURION, M. A. P. C.; DI MAURO, A. O.; UNÊDA-TREVISOLI, S. H.; ARRIEL, N. H. C.; COSTA, M. M. Path analysis and expected response in indirect selection for grain yield in soybean. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 6, n. 2, p. 151-159, 2006.
- BASHAN, Y.; HOLGUIN, G. Proposal for the division of plant growth- promoting rhizobacteria into two classifications: biocontrol-PGPB (plant growth promoting bacteria) and PGPB. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 30, n. 8/9, p. 1225-1228, 1998.
- BERNARDES, L.F. **Semeadura de capim-braquiária em pós-emergência da cultura do milho para obtenção de cobertura morta em sistema de plantio direto**. 2003. 42f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, 2003.
- BERTIN, E. G.; ANDRIOLI, I.; CENTURION, J.F. Plantas de cobertura em pré-safra ao milho em plantio direto. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 3, p. 379-386, 2005.
- BORTOLUZZI, E. C., ELTZ, F. L. F. Manejo da palha de aveia preta sobre as plantas daninhas e rendimento de soja em semeadura direta. **Ciencia Rural**, Santa Maria 31: p. 237-243, 2001.
- BETTIOL, J. V. T.; PEDRINHO, A. ; MERLOTI, L. F. ; BOSSOLANI, J. W. ; SA, M. E. . Plantas de Cobertura, Utilizando Urochloa ruziziensis Solteira e em Consórcio com Leguminosas e seus Efeitos Sobre a Produtividade de Sementes do Feijoeiro. **Uniciências (UNIC)**, v. 19, p. 3-10, 2015.
- BONATO, E R.; BONATO, A. L. V. **A soja no Brasil: história e estatística**. Londrina, EMBRAPA-CNPSo, 61p. (EMBRAPA-CNPSo. Documentos, 21), 1987.

BRASIL. Secretaria de Política Agrícola. **Plano agrícola e pecuário 2010-2011**. Brasília, DF, 2010. 48 p.

BULEGON, L.G., GUIMARÃES, V.F.; LAURETH, J.C.U. Azospirillum brasilense affects the antioxidant activity and leaf pigment content of Urochloa ruziziensis under water stress. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, vol.46, no.3, p.343-349, 2016.

BULEGON, L. G.; RAMPIM, L. ; KLEIN, J.; KESTRING, D.; GUIMARAES, V. F.; BATTISTUS, A. G.; INAGAKI, A. M. . Componentes de produção e produtividade da cultura da soja submetida à inoculação de Bradyrhizobium and Azospirillum. **Terra Latinoamericana**, v. 34, p. 169-176, 2016.

BUNGENSTAB, D. J. (2013). **Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: A Produção Sustentável**. 2º edição. Brasília - DF: Embrapa, 2012.

CANGAHUALA-INOCENTE, G. C.; AMARAL, F. P.; FALEIRO, A. C.; HUERGO, L. F. ; ARISI, A. C. M. Identification of six differentially accumulated proteins of Zea mays seedlings (DKB240 variety) inoculated with Azospirillum brasilense strain FP2. **European Journal of Soil Biology**, v. 58, p. 45-50, 2013.

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

CARVALHO, W. P., de CARVALHO, G. J., de OLIVEIRA Abbade Neto, D., & TEIXEIRA, L. G. V. Desempenho agrônômico de plantas de cobertura usadas na proteção do solo no período de pousio. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, 48(2), 157–166, 2013.

CÂMARA, Gilberto Miguel de Souza. Colheita. In: SILVA, A. F.; SEDIYAMA, T.; BORÉM, A. **Soja: do plantio à colheita**. Viçosa: Editora UFV. p.58-59, 2015.

CECCON, G.; CONCENÇO, G.; BORGHI, E.; DUARTE, A. P.; SILVA, A. F.; KAPPES, C.; ALMEIDA, R. E. M. **Implantação e manejo de forrageiras em consórcio com milho safrinha**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2015. 34 p. (Comunicado Técnico, 131).

CHUNG, G.; SINGH, R. J. Broadening the Genetic Base of Soybean: A Multidisciplinary Approach. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 27, n. 5, p. 295–341, 25 set. 2008.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB, **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, Brasília, 2016.

CROZIER, A.; ARRUDA, P.; JASMIM, J. M.; MONTEIRO, A. M.; SANDBERG, G. Analysis of Indole-3-Acetic Acid and Related Indoles in Culture Medium from Azospirillum lipoferum and Azospirillum brasilense. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 54, n. 11, p. 2833- 2837, 1988.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; ALVARENGA, R. C.; SANTANA, D. P. Plantio direto e sustentabilidade do sistema agrícola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte-MG, v. 22, n. 208, p. 13-24, 2001.

DÖBEREINER, J. e PEDROSA, F.O. Nitrogen-fixing bacteria in non-leguminous crop plants. **Science Tech**, 155p., 1987.

- DONG, Y. S.; ZHAO, L. M.; LIU, B.; WANG, Z. W.; JIN, Z. Q.; SUN, H. The genetic diversity of cultivated soybean grown in China. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 108, n. 5, p. 931-936, 2004.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA: **Princípios básicos da consorciação de culturas**. Embrapa Trigo, Passo Fundo, 2007, 28 p (Documentos, 75).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA: **ConSORCIAMENTO de milho com leguminosas**. Embrapa Arroz e feijão, Santo Antônio de Goiás, 2010, 16 p. (Circular Técnica 88).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 353p, 2013.
- EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B.; BARBOSA, R. A.; DO VALLE, C. B.; NANTES, N. N. Animal performance and sward characteristics of two cultivars of *Brachiaria brizantha* (BRS Paiaguás and BRS Piatã). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 5, n. 3, p. 85-92. 2016.
- FERNANDEZ, F.; BROUDER, S.; VOLENEC, J.; BEYROUTY, C.; HOYUM, R. Root and shoot growth, seed composition, and yield components of no-till rainfed soybean under variable potassium. **Plant Soil**, Amsterdam, v. 322, n. 1-2, p. 125-138, 2009.
- FERREIRA, A. S.; PIRES, R. R.; RABELO, P. G.; OLIVEIRA, F. C.; LUZ, J. M. Q.; BRITO, C.H. Implications of *Azospirillum brasilense* inoculation and nutrient addition on maize in soils of the Brazilian Cerrado under greenhouse and field conditions. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 72, p. 103-108, 2013.
- FONTANELI, R. S., SANTOS, H. P. dos, FONTANELI, R. S., PAZINATO, A. C., Varella, A. C., Junior, A. do N. Boller, W. **Forrageiras para Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na Região Sul-brasileira**. Brasília - DF: Embrapa. 2012.
- GIACOMINI, S.J.; AITA, C.; CHIAPINOTTO, I.C.; HÜBNER, A.P.; MARQUES, M.G.; CADORE, F. Consorciação de plantas de cobertura no outono/inverno como fonte de nitrogênio ao milho em sistema plantio direto: II. Potencial de fornecimento de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p. 751-762, 2004.
- GÍRIO, L. A. da S., DIAS, F. L. F., REIS, V. M., URQUIAGA, S., SCHULTZ, N., BOLONHEZI, D.; MUTTON, M. A. Plant growth-promoting bacteria and nitrogen fertilization effect on the initial growth of sugarcane from pre-sprouted seedlings. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 1, p. 33-43, 2015.
- GITTI, D de C.; ARF, O.; PORTUGAL, J. R.; CORSINI, D. C. D. C.; RODRIGUES, R. A. F.; KANEKO, F. H. Coberturas vegetais, doses de nitrogênio e inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* em arroz de terras altas no sistema plantio direto. **Bragantia**, v. 71, n. 4, p. 509-517, 2012.
- HECKLER, J. C.; SALTON, J. C. Palha: Fundamento do Sistema Plantio Direto. **Coleção Sistema Plantio Direto 7**, p. 26, 2002.

HERNANI, L. C.; ENDRES, V. C.; PITOL, C.; SANTON, J. C. **Adubos verdes de outono/inverno no Mato Grosso do Sul**. Dourados: Embrapa-CPAO, 1995. 93p.

HERNANI, L. C.; SOUZA, L. C. F.; CECCON, G. **Consortiação de Culturas**, EMBRAPA, disponível em:
http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/sistema_plantio_direto . 2018.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; SOUZA, E. M.; PEDROSA, F. O. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant and Soil**, v.331, p.413-425, 2010.

HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo**. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 38 p. (Embrapa Soja. Documentos, 32

IGUE, K. Dinâmica da matéria orgânica e seus efeitos nas propriedades do solo. In: Adubação verde no Brasil. Campinas: **Fundação Cargill**, p. 232-267, 1984.

KELLER-GREIN, G.; MAASS, B. L.; HANSON, J. Natural variation in Braquiária and existing germoplasm collections. In: MILES, J.W.; MASS, B.L.; VALLE, C.B. (Ed.) Braquiária: biology, agronomy and improvement. Cali: **CIAT**, cap.2 p. 16-42, 1996.

KÖPPEN, W. **Climatologia con un studio de los climas de la Tierra**. Buenos Aires, 1931. 320p

LAMAS, F. M.. Plantas de Cobertura. O que é isto?. **Jornal Dia de Campo**, 25 set. 2017 Disponível em <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/28512796/artigo---plantas-de-cobertura-o-que-e-isto>

MACHADO, L. A. Z. Misturas de forrageiras anuais e perenes para sucessão à soja em sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, vol.47, n.4, pp.629-636, 2012.

MACHADO, L. A. Z., VALLE, C. B. Desempenho agrônômico de genótipos de capim-braquiária em sucessão à soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** (1977. Impressa), v. 46, p. 1454-1462, 2011.

NEHL, D.B.; ALLEM, S.J.; BROWN, J.F. Deleterious rhizosphere bacteria: an integrating perspective. **Applied Soil Ecology**, v.5, p.1-20, 1996

LINHARES, C. M. de S.; FREITAS, F. C. L. de; AMBRÓSIO, M. M. de Q.; NUNES, G. H. DE S.; SILVA, K. de S. Efeito de coberturas do solo sobre a podridão cinzenta do caule em *Vigna unguiculata*. **Summa phytopathol.** Botucatu, v. 44, n. 2, p. 148-155, 2018.

MANCIN, C. R.; SOUZA, L. C. F. DE; NOVELINO, J. O.; MARCHETTI, M. E.; GONÇALVES, M. C. Desempenho agrônômico da soja sob diferentes rotações e sucessões de culturas em sistema plantio direto. **Acta Scientiarum. Agronomy**. Maringá, v. 31, n. 1, p. 71-77, mar. 2009.

MARIANO;, R. D. L. R., SILVEIRA;, E. B. DA, ASSIS;, S. M. P. DE, GOMES;, A. M. A., NASCIMENTO;, A. R. P.; DONATO, V. M. T. S. Importância De Bactérias Promotoras De Crescimento E De Biocontrole De Doenças De Plantas Para Uma Agricultura Sustentável. **Anais Da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, 1, 89–111, 2004.

MATSUMURA, E. E., SECCO, V. A., MOREIRA, R. S., SANTOS, O. J. P., HUNGRIA, M.; OLIVEIRA, A. L. M. Composition and activity of endophytic bacterial communities in field-grown maize plants inoculated with *Azospirillum brasilense*. **Annals of Microbiology**, 2015.

MELLO, L. M. M.; YANO, E. H.; NARIMATSU, K. C. P.; TAKAHASHI, C. M.; BORGHI, E. Integração agricultura-pecuária em plantio direto: produção de forragem e resíduo de palha após pastejo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p.121-129, 2004.

MENDONÇA, M. M.; URQUIAGA, S. S.; REIS, V. M. Variabilidade genotípica de milho para acumulação de nitrogênio e contribuição da fixação biológica de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 11, p. 1681-1685, 2006.

MENDONÇA, V. Z. DE; MELLO, L. M. M. DE; PEREIRA, F. C. B. L.; SILVA, J. O. DA R.; YANO, É. H. Corn production for silage intercropped with forage in the farming-cattle breeding integration. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 34, n. 4, p. 738-745, Agosto de 2014.

MESCHEDE, D. K.; FERREIRA, A. B.; RIBEIRO JÚNIOR, C. C. Avaliação de diferentes coberturas na supressão de plantas daninhas no cerrado. **Plantas Daninhas**, Viçosa, MG, v. 25, n. 3, p. 465-471, 2007.

MORAES, A.; PELISSARI, A.; ALVES, S. J. Integração Lavoura-Pecuária no Sul do Brasil. In: **Encontro de integração lavoura-pecuária no sul do Brasil**, 1, Pato Branco. Anais... p. 33-42, 2002.

MOREIRA, F. M. S.; SILVA, K.; NÓBREGA, R. S. A.; CARVALHO, F. Bactérias diazotróficas associativas: diversidade, ecologia e potencial de aplicações. **Comunicata Scientiae**, Teresina, v. 1, n. 2, p. 74, 2010.

NETTO, D.A.M.; BONAMIGO, L.A. Milheto: característica da espécie e uso. In: NETTO, D.A.M.; DURÕES, F.O.M. (Eds.). **Milheto: tecnologias de produção e agronegócio**. Brasília: Embrapa-Informações tecnológicas, p.17-33, 2005.

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

OLIVEIRA, P. de; NASCENTE, A. S.; KLUTHCOUSKI, J. Soybean growth and yield under cover crops. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 2, p. 249-256 abril 2013.

PARTELLI, F. L.; VIEIRA, H. D.; FERREIRA, E. P. B.; VIANA, A. P.; ESPINDOLA, J. A. A.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. Biologic dinitrogen fixation and nutrient cycling in cover crops and their effect on organic Conilon coffee. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 995-1006, 2011.

PERINI, L.J.; FONSECA JÚNIOR, N.D.S.; DESTRO, D.; PRETE, C.E.C. Componentes da produção em cultivares de soja com crescimento determinado e indeterminado. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, p.2531-2544, 2012.

PEREIRA FILHO, I. A.; RODRIGUES, J. A. S.; KARAM, D.; COELHO, A. M.; ALVARENGA, R. C.; CRUZ, J. C.; CABEZAS, W. L. **Manejo da cultura do**

milheto. DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005 (Embrapa Informação Tecnológica).

PEREIRA, J. O Feijão Guandu: Uma opção Para a Agropecuaria Brasileira. **Circular Técnica n°20**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, Fortaleza - CE, 1985.

PIRES, F. R.; ASSIS, R. L. de; PROCÓPIO, S. de O.; SILVA, G. P.; MORAES, L. L.; RUDOVALHO, M. C.; BÔER, C. A. Manejo de plantas de cobertura antecessoras à cultura da soja em plantio direto. **Revista Ceres**, v. 55, n. 2, p. 94–101, 2008.

PORTUGAL, J. R.; ARF, O.; PERES, A. R.; GITTI, D. C.; GARCIA, N. F. S. Coberturas vegetais, doses de nitrogênio e inoculação com *Azospirillum brasilense* em milho no cerrado. **Revista Ciência Agronômica**. Fortaleza, v. 48, n. 4, p. 639-649, 2017.

QUADROS, P. D.; ROESCH, L. F. W.; VIEIRA, V. M.; ROEHRS, D. D.; CAMARGO, F. A. O. Desempenho agronômico a campo de híbridos de milho inoculados com *Azospirillum*. **Revista Ceres**, v. 61, n. 2, p. 209–218, 2014.

REIS, V. M., BALDANI, J. I.; BALDANI, V. L. D.; DÖBEREINER, J. Biological dinitrogen fixation in gramineae and palm trees. **Critical Reviews in Plant Sciences**. 19: 227-247, 2000.

REPKE, R. A.; CRUZ, S. J. S.; SILVA, C. J.; FIGUEIREDO, P. G.; BICUDO, S. J. Eficiência da *Azospirillum brasilense* combinada com doses de nitrogênio no desenvolvimento de plantas de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 12, n. 3, p. 214-226, 2013.

RODRIGUES, A. C.; ANTUNES, J. E. L. ; MEDEIROS, V. V. ; BARROS, B. G. F. ; FIGUEIREDO, M. V. B. . Resposta da co-inoculação de bactérias promotoras de crescimento em plantas e *Bradyrhizobium* sp. em caupi. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, p. 196-202, 2012.

SALA, V. M. R.; CARDOSO, E. J. B. N.; FREITAS, J. G.; SILVEIRA, A. P. D. Resposta de genótipos de trigo à inoculação de bactérias diazotróficas em condições de campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 6, p. 833-842. 2007.

SANTOS, H.P., FONTANELI, R.S., PIRES, J., LAMPERT, E.A., VAGYAS, A.M. and VERDI, A.C. Grain Yield and Agronomic Traits Soybean According to Crop Rotation Systems. **Bragantia**, 73, 263-273, 2014.

SANTOS, T. L. Soja. In: CASTRO, P.; KLUGE, R. A.; SESTARI, I. **Manual de fisiologia vegetal: fisiologia de cultivos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, p. 158-157 2008.

SIQUEIRA, J. O.; FRANCO, A. A. **Biotecnologia do solo: Fundamentos e perspectivas**. Brasília: Ministério da Educação, ABEAS, Lavras: ESAL, FAEPE, 1988. 236p.

- SODRÉ FILHO, J.; CARDOSO, A. N.; CARMONA, R.; CARVALHO, A. M. Fitomassa e cobertura do solo de culturas de sucessão ao milho na Região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** (1977. Impressa), Brasília, v. 39, n.4, p. 327-334, 2004.
- SORATTO, R. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; COSTA, C. H. M.; NETO, J. F.; CASTRO, G. S. A. Produção, decomposição e ciclagem de nutrientes em resíduos de crotalária e milheto, cultivados solteiros e consorciados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 47, n. 10, p. 1462-1470. 2012.
- 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.
- TORRES, J. L. R., PEREIRA, M. G.; FABIAN, A. J. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 43(3), 421–428., 2008.
- TORRES, J.L.; SILVA, M. G. S; CUNHA, M. A.; VALLE, D. X. P.; PEREIRA, M. G. Produção de fitomassa e decomposição de resíduos culturais de plantas de coberturas no cultivo da soja em sucessão. **Revista Caatinga**. 27. 247-253, 2014.
- TEODORO, R. B.; OLIVEIRA, F. L.; SILVA, D. M. N.; FÁVERO, C.; QUARESMA, M. A. L. Aspectos agronômicos de leguminosas para adubação verde no cerrado do alto vale do Jequitinhonha. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 635-643, 2011.
- TIMOSSI, P.C.; DURIGAN, J.C.; LEITE, G.J. Formação de palhada por braquiárias para adoção do sistema de plantio direto. **Bragantia**, v.66, p.617-622, 2007.
- THULER, D. S. et al. Plant growth regulators and amino acids released by *Azospirillum* sp. in chemically defined media. **Letters in Applied Microbiology**, Oxford, v. 37, p. 174-178, 2003.
- VALLE, C.B.; MACEDO, M.CM.; EUCLIDES, V.P.B.; JANK, L.; RESENDE, R.M.S. Gênero Braquiária. In: FONSECA, D.M.; MARTUSCELLO, J.A. (Ed.). **Plantas Forrageiras**. Viçosa, MG: UFV, p. 30-77, 2010.
- VALLE, C. B.; EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B.; VALÉRIO, J. R.; FERNANDES, C. D.; MACEDO, M. C. M.; VERZIGNASSI, J. R.; MACHADO, L. A. Z.; BRS Paiaguás: A new *Brachiaria* (*Urochloa*) cultivar for tropical pastures in Brazil. **Tropical Grasslands – Forrajes Tropicales**. Cali p:121–122. 2013.
- VENZON, M.; SUJII, E.R. Controle biológico conservativo. **Informe Agropecuário**, v.30, n. 251, p.7-16, 2009.
- WUTKE, E. B.; CALEGARI, A.; WILDNER, L. P. Espécies de adubos verdes e plantas de cobertura e recomendações para seu uso. In: LIMA FILHO, O. F.; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. (Eds.) **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil – Fundamentos e prática**. Brasília: Embrapa, 2014. p. 59-168.