

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS –  
AGRONOMIA - CAMPUS RIO VERDE**

**ARLINI RODRIGUES FIALHO**

**SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE SOJA EM SUCESSÃO A CULTURAS ANUAIS  
DE COBERTURA**

**RIO VERDE - GO  
2020**

**ARLINI RODRIGUES FIALHO**

**SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE SOJA EM SUCESSÃO A CULTURAS ANUAIS  
DE COBERTURA**

Dissertação apresentada à Banca Examinadora do Curso em Pós-Graduação em Ciências Agrárias - Agronomia do Instituto Federal Goiano como exigência parcial para obtenção do título de mestre.

Orientador: Prof. Dra. Darliane de Castro Santos

**RIO VERDE, GO**

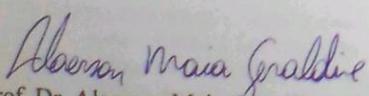
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS  
AGRÁRIAS-AGRONOMIA

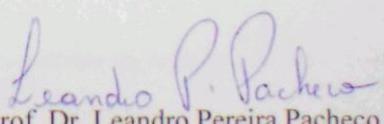
SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE SOJA EM SUCESSÃO À  
CULTURAS ANUAIS DE COBERTURA

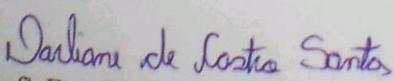
Autora: Arlini Rodrigues Fialho  
Orientadora: Dra. Darliane de Castro Santos

TITULAÇÃO: Mestre em Ciências Agrárias-Agronomia - Área de  
Concentração em Produção Vegetal Sustentável no Cerrado

APROVADA em, 28 de fevereiro de 2020.

  
Prof. Dr. Alaerson Maia Geraldine  
Avaliador interno  
IF Goiano – Campus Rio Verde

  
Prof. Dr. Leandro Pereira Pacheco  
Avaliador externo  
UFMT – Mato Grosso

  
Prof.ª. Dra. Darliane de Castro Santos  
Presidente da banca  
IF Goiano – Campus Rio Verde

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP  
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
**Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano**

F Fialho, Arlini  
SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE SOJA EM SUCESSÃO A  
CULTURAS ANUAIS DE COBERTURA / Arlini  
Fialho; orientadora Darliane Santos; co-orientadora  
Cintia Niva. -- Rio Verde, 2020.  
58 p.

Dissertação ( em Programa de Pós Graduação em  
Ciências Agrárias - Agronomia) -- Instituto Federal  
Goiano, Campus Rio Verde, 2020.

1. Consórcio;. 2. Plantas de cobertura; . 3.  
Sistemas Integrados de Produção Agropecuária.. I.  
Santos, Darliane, orient. II. Niva, Cintia , co-  
orient. III. Título.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por me dar fé, saúde, força e me guiar nesta jornada e milha família pelo apoio recebido.

A minha orientadora Prof. Dra Darliane de Castro Santos, por ter aceitado me orientar e pelo apoio para a realização deste trabalho. Ao professor Tiago do Prado Paim, que tanto me ajudou com a análise dos dados apresentados neste estudo.

Gostaria de agradecer a pesquisadora da Embrapa Cerrados Dra Cintia Carla Niva, pela participação na coorientação e pela execução das análises da fauna do solo apresentadas neste trabalho.

A Jaqueline Balbina Gomes Ferreira, pela sua amizade e pelo seu apoio incondicional, você é uma criatura linda que Deus colocou no meu caminho. De início não entendi bem ao certo, mas hoje sei que você faz parte da minha vida simplesmente porque dividiu comigo todos os momentos. Todas as alegrias, tristezas, ganhos, perdas, me abraça quando faz falta um abraço e me dá uma dura quando preciso, e em me fazer acreditar que tudo passaria.

A nossa equipe, as meninas e em especial: Karine Abreu e Stéfany Souza, pois vocês são extraordinárias, e quero que saibam que foi uma honra trabalhar ao lado de vocês, agradeço por todas as conquistas que alcançamos juntos, por todas as dificuldades que conseguimos superar, trabalhar assim e ao lado de pessoas tão maravilhosas, companheiras e generosas, é um grande privilégio. Vocês são a melhor equipe de trabalho.

Gostaria de agradecer a Suellen Polyana da Silva Cunha Mendes e seu esposo Leandro Jose Mendes, dizer obrigada, às vezes, não é suficiente para agradecer a tão amável e gentil pessoa que nos momentos das nossas vidas, aqueles mais difíceis, nos estende a mão amiga e nos oferece amparo. Estou agradecida a vocês e não sei como retribuir tanto carinho.

Ao Grupo Associado de Pesquisa do Sudoeste Goiano – GAPES e ao grupo Kompier, pela disponibilidade de equipamentos, infraestrutura e apoio técnico durante toda a condução do projeto

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Agronomia, pelos ensinamentos e experiências compartilhados que me fizeram uma profissional mais capacitada.

A CAPES/FAPEG, pela concessão da bolsa de estudos, ao Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias – Agronomia, pela oportunidade deste trabalho.

Aos membros da banca de defesa pelas valiosas contribuições.

Muito obrigada

## **BIOGRAFIA DO AUTOR**

Arlini Rodrigues Fialho nasceu em Brasília – DF, em 09 de julho de 1993, filha de Marilene Rodrigues de Sousa e Antonio Rodrigues Fialho. cursou Bacharelado em Zootecnia na Faculdade de União Pioneira de Integração Social (UPIS) – Campus em Planaltina – DF entre 2012 e 2016. Em 2018 ingressou no IF Goiano – Campus Rio Verde, no programa de pós-graduação *Stricto sensu*, Mestrado em Ciências Agrárias – Agronomia, com linha de pesquisa em tecnologias sustentáveis em sistemas de produção e uso do solo e água.

## Sumário

ÍNDICE DE TABELAS .....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	ix
RESUMO .....	10
ABSTRACT.....	11
1 . INTRODUÇÃO GERAL.....	12
2 . REVISÃO DE LITERATURA .....	12
2.1 Cultura da Soja ( <i>Glycine max</i> ).....	12
2.2 Desafios do Sistema Plantio Direto e os benefícios do uso de culturas de cobertura .....	13
2.3 Sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA).....	14
2.4 Atributos Biológicos do Solo.....	16
OBJETIVOS.....	18
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	21
CAPÍTULO I .....	25
INTRODUÇÃO .....	26
MATERIAL E MÉTODOS .....	27
RESULTADOS .....	32
Discussões.....	38
CONCLUSÕES .....	43
AGRADECIMENTOS .....	43
REFERÊNCIAS.....	43
CAPÍTULO II .....	48
INTRODUÇÃO .....	49
MATERIAL E MÉTODOS .....	50
RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	53
CONCLUSÕES .....	56
AGRADECIMENTOS .....	56
REFERÊNCIAS.....	57
Conclusão Geral.....	59

## ÍNDICE DE TABELAS

### Capítulo I: Sistemas de produção de soja em sucessão a culturas anuais de cobertura

**Tabela 1.** Manejo realizado em cultivo de soja sob diferentes palhadas. Área experimental do Gapes, Rio Verde, Go e Fazenda Boa Esperança, Montividiu, Go, safra 2018/2019.....31

**Tabela 2.** Valores médios para plantabilidade, plantas por metro linear, altura de plantas, altura inserção 1ª vagem, em função da cultura da soja sob diferentes palhadas em sistemas integrados de produção. Área experimental do GAPES (40,5% de argila), Rio Verde, GO, safra agrícola.....34

**Tabela 3.** Valores médios de Plantabilidade da soja sobre diferentes palhadas em sistemas integrados de produção: Número de Plantas por metro linear, Plantas Duplas, Planta Falhas e Plantas Aceitáveis. Área Fazenda Boa Esperança, Montividiu, Go, safras 2018/2019.....35

**Tabela 4.** Populações de *Helicotylenchus* sp. e *Pratylenchus* sp. (média ± erro padrão da média) encontradas em amostras de solo e raiz em áreas cultivadas com soja sobre diferentes palhadas em sistemas integrados de produção. Área experimental do Gapes, Rio Verde, Go, safras 2018/2019.....36

**Tabela 5.** Valores médios de plantas por metro linear, altura de plantas, altura inserção 1ª vagem, N° de Vagem em função da cultura da soja sob diferentes palhadas em sistemas integrados de produção. Área experimental do GAPES, Rio Verde, GO, safra agrícola 2018/2019.....37

**Tabela 6.** Valores médios para Plantas por metro linear, Número de vagens, Massa de mil grão e produtividade, em função da cultura da soja sob diferentes palhadas em sistemas integrados de produção. Fazenda Boa Esperança, Montividiu, GO, (19,5 % de argila), safra agrícola 2018/2019.....37

**Tabela 7.** Valores médios para Massa de Mil grão e Produtividade, em função da cultura da soja sob diferentes palhadas em sistemas integrados de produção. Área experimental do GAPES, Rio Verde, GO, safra agrícola 2018/2019. ....38

### Capítulo II: Atividade alimentar da fauna do solo sob diferentes palhadas estabelecidas via sistema integrado de produção no cerrado brasileiro

**Tabela 1.** Valores médios em profundidade (0,5 - 8 cm) da Atividade alimentar da fauna do solo em função da cultura da soja sob diferentes palhadas em sistemas integrados de produção. Área experimental do GAPES, Rio Verde, GO, após 13 dias de exposição dos bait-lâmina.....55

## ÍNDICE DE FIGURAS

### Capítulo I: SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE SOJA EM SUCESSÃO A CULTURAS ANUAIS DE COBERTURA

**Figura 2.** Dado climático mensal de temperatura e precipitação pluviométrica (durante o período do experimento em campo safra 2018/2019), obtido da Estação Meteorológica da área experimental do Gapes (Grupo Associado de Produtores do Sudoeste Goiano), localizada no município de Rio Verde – GO.....29

**Figura 3.** Resultado de rendimento de grãos de milho em dois anos agrícolas (2<sup>a</sup> safra 2018 e 2019) em dois locais diferentes (GA: Rio Verde – GO e BE: Montividiu – GO) .....29

### Capítulo II: Atividade alimentar da fauna do solo sob diferentes palhadas estabelecidas via sistema integrado de produção no cerrado brasileiro

**Figura 1.** Dado climático mensal de temperatura e precipitação pluviométrica (durante o período do experimento em campo (21/12/2018 e 04/12/2019)), obtido da Estação Meteorológica da área experimental do Gapes (Grupo Associado de Produtores do Sudoeste Goiano), localizada no município de Rio Verde – GO.....52

**Figura 2.** Preenchimento de material de isca nas tiras de lâmina de isca.....53

**Figura 3.** Bait-lâmina inseridas nos locais de estudo: área de Pousio (A-C); palha de Sorgo consorciado com *Brachiaria* cv. *Ruziziensis* (B).....54

## RESUMO

FIALHO, ARLINI RODRIGUES. Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde – GO, fevereiro de 2020. **Sistemas de produção de soja em sucessão a culturas anuais de cobertura.** Orientadora: DSc. Darliane de Castro Santos; Coorientadora: DSc. Cintia Carla Niva; Coorientador: DSc. Gustavo Castoldi.

**RESUMO** – Objetivou-se com esse trabalho avaliar sistemas de produção de soja em sucessão a culturas anuais de cobertura. No primeiro estudo, avaliou-se o rendimento de soja sob diferentes palhadas estabelecidas em sucessão a culturas anuais de cobertura no cerrado brasileiro. Os tratamentos avaliados foram as seguintes palhadas de: Milho monocultivo (M\_Mn); Milho consorciado com *Urochloa ruziziensis* (M\_Brz) ; *U. ruziziensis* monocultivo (Brz\_Mn); Sorgo consorciado com *U. ruziziensis* (S\_Brz); Sorgo monocultivo (S\_Mn); Milho consorciado com *U. brizantha* cv. Marandu (M\_Bmr); *U. brizantha* cv. Marandu monocultivo (Bmr\_Mn); Milho consorciado com *U. brizantha* cv. BRS Paiaguás (M\_Bpg); *U. brizantha* cv. BRS Paiaguás monocultivo (Bpg\_Mn); Girassol consorciado com *U. ruziziensis* (Gir\_Brz) ; *Crotalaria spectabilis* (Crot\_Mn); Milheto; Mix (Milheto, *C. spectabilis* e *U. ruziziensis*), Pousio (Pou), em faixas distribuídas aleatoriamente na área. No experimento em Rio Verde-GO para altura de inserção da 1ª vagem houve efeito significativo destacando os tratamentos Brz\_Mn, Bmr\_Mn e Bpg\_Mn com os maiores valores de altura. No mesmo local para a variável massa de mil grãos foi observada diferença significativa, sendo que a maior massa de grãos foi observada no tratamento com a palhada de Crot\_Mn com 181,42g. No rendimento de soja houve efeito significativo para os tratamentos sendo que as palhadas de Gir\_Brz e Mix e Crot\_Mn apresentaram os maiores rendimentos de grãos com 4823,88, 5124,57 e 5719,70 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Com relação ao rendimento de grãos em Montividiu-GO o tratamento com a palhada do mix de plantas apresentou o maior rendimento (3762,54 kg ha<sup>-1</sup>). A utilização de leguminosas associadas ou não com gramíneas como plantas de cobertura do solo para o sistema de plantio direto, cultivadas na safrinha, proporciona maiores rendimentos de grãos de soja. No segundo estudo, objetivou-se avaliar atividade alimentar da fauna do solo com o método de bait-lâmina sob diferentes palhadas estabelecidas via sistema integrado de produção. Os tratamentos constituíam das palhadas: Milho monocultivo (M\_Mn); Milho consorciado com *U. ruziziensis* (M\_Brz); *U. ruziziensis* monocultivo (Brz\_Mn); Sorgo consorciado com *U. ruziziensis* (S\_Brz); Sorgo monocultivo (S\_Mn); Girassol consorciado com *U. ruziziensis* (Gir\_Brz); Mix (Milheto, *C. spectabilis* e *U. ruziziensis*), Pousio (Pou) e uma área de vegetação nativa (Cerrado). Observou-se diferenças significativas entre os tratamentos, em que o maior consumo foi observado na profundidade de 0,5 cm para o tratamento do Cerrado seguido do Mix com 90,27% e 64,58%, respectivamente. Para profundidade de 1,0 cm foi verificado maiores consumos nos tratamentos cerrado, Mix, S\_Mn, M\_Brz e Pou. O Cerrado apresentou maior porcentagem de atividade alimentar do que as outras áreas.

**Palavras-chave:** Consórcio; Plantas de cobertura; Sistemas Integrados de Produção Agropecuária.

## ABSTRACT

FIALHO, ARLINI RODRIGUES. Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde – GO, February 2019. **Soybean production systems in succession to annual cover crops**  
 Advisor: DSc. Darliane de Castro Santos; Co-Advisor: DSc. Cintia Carla Niva; Co-Advisor: DSc. Gustavo Castoldi.

**ABSTRACT** – The objective of this work was to evaluate soy production systems in succession to annual cover crops. In the first study, soybean yield was evaluated under different straw established in succession to annual cover crops in the Brazilian cerrado. The evaluated treatments were the following straw: Corn monoculture (M\_Mn); Corn intercropped with *Urochloa ruziziensis* (M\_Brz); *U. ruziziensis* monoculture (Brz\_Mn); Sorghum intercropped with *U. ruziziensis* (S\_Brz); Sorghum monoculture (S\_Mn); Corn intercropped with *U. brizantha* cv. Marandu (M\_Bmr); *U. brizantha* cv. Marandu monoculture (Bmr\_Mn); Corn intercropped with *U. brizantha* cv. BRS Paiaguás (M\_Bpg); *U. brizantha* cv. BRS Paiaguás monoculture (Bpg\_Mn); Sunflower intercropped with *U. ruziziensis* (Gir\_Brz); *Crotalaria spectabilis* (Crot\_Mn); Millet; Mix (Milheto, *C. spectabilis* and *U. ruziziensis*), Fallow (Pou), in randomly distributed bands in the area. In the experiment in Rio Verde-GO for the 1st pod height insertion, there was a significant effect, highlighting the treatments Brz\_Mn, Bmr\_Mn and Bpg\_Mn with the highest values. At the same place the highest grain mass was observed in the treatment with Crot\_Mn straw with 181.42g. In the soybean yield there was a significant effect for treatments, being that the straws of Gir\_Brz and Mix and Crot\_Mn presented the highest grain yields with 4823.88, 5124.57 and 5719.70 kg ha<sup>-1</sup>, respectively. Regarding the grain yield in Montividiu-GO, the treatment with straw from the plant mix showed the highest yield (3762.54 kg ha<sup>-1</sup>). The use of legumes associated or not with grasses as soil cover plants for the no-tillage system, grown in the off-season, provides higher soybean grain yields. In the second study, the objective was to evaluate the feeding activity of soil fauna using the bait-blade method under different straws established by an integrated production system. The treatments consisted of straw: Monoculture corn (M\_Mn); Corn intercropped with *U. ruziziensis* (M\_Brz); *U. ruziziensis* monoculture (Brz\_Mn); Sorghum intercropped with *U. ruziziensis* (S\_Brz); Sorghum monoculture (S\_Mn); with *U. ruziziensis* (Gir\_Brz), Mix (Milheto, *C. spectabilis* and *U. ruziziensis*), Fallow (Pou) and an area of native vegetation (Cerrado). Significant differences were observed between treatments, where the highest consumption was observed at a depth of 0.5 cm for the Cerrado treatment followed by the Mix with 90.27% and 64.58%, respectively. For 1.0 cm depth, greater consumption was verified in the cerrado, Mix, S\_Mn, M\_Brz and Pou treatments. The Cerrado showed a higher percentage of food activity than other areas.

**Key words:** Consortium; Cover plants; Integrated Agricultural Production Systems.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

O cultivo de soja na região do sudoeste goiano, vem tornando a região destaque nacional na produção de grãos, na primeira safra soja e o milho na segunda safra. Entretanto, essa sucessão soja-milho e as práticas culturais inadequadas têm causado perda de produtividade, ocorrência de pragas e doenças, degradação do solo e dos recursos naturais. Associada à essa questão, as distribuições de chuvas irregulares têm influenciado para que as culturas agrícolas não consigam expressar seu potencial.

Com isso, a busca por sistemas produtivos sustentáveis vem aumentando cada vez mais e para conseguir suprir essa demanda, é necessário aumentar a eficiência de uso dos recursos naturais na produção de alimentos. Os Sistemas Integrados de produção Agropecuária (SIPA) são alternativas para essa realidade, principalmente no sistema com lavoura e culturas de cobertura para o sudoeste goiano, que pode incorporar palhada de qualidade para o plantio da soja.

A prática do consórcio é importante, pois tem o aproveitamento da área tanto para a cultura principal quanto para a cultura forrageira com o acúmulo de palhada que posteriormente é utilizada como cobertura para a próxima cultura a ser semeada. A combinação das espécies a serem utilizadas é muito importante, pois uma não deve atrapalhar a outra no desenvolvimento. A cultura principal deve alcançar altas produtividades e a secundária produzir quantidade e qualidade considerável de palhada para a cobertura do solo. Nesse contexto, o objetivo geral com esse trabalho foi avaliar o desempenho da cultura da soja e a fauna do solo em sucessão às culturas anuais de cobertura.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Cultura da Soja (*Glycine max*)

A soja (*Glycine max*) é uma leguminosa herbácea anual, contendo teor proteico de 38% no grão e de grande adaptação aos diversos componentes do meio natural, resultado de investimento intensivo em tecnologia, a coloca entre as principais matérias-primas para produção de proteína alimentar no mundo, sendo a mais cultivada (EMBRAPA, 2010). A matéria-prima da soja é utilizada como forrageira na alimentação animal e no adubo verde (QUI e CHANG, 2010). O óleo extraído do seu grão é utilizado

na alimentação humana, produção de biodiesel e lubrificante. O farelo é importante na alimentação humana, animal e na fabricação de produtos (BEZERRA et al., 2015).

O grão de soja tem grande importância econômica pelas inúmeras aplicações industriais, a demanda pelo seu grão é cada dia mais crescente. Segundo Hirakuri (2014) a disposição no mercado internacional e a estabilização da soja como importante fonte de proteína especialmente para atender demanda dos setores ligados ao agronegócio, fizeram com que a produção da oleaginosa apresentasse crescimento expressivo.

No setor interno, a produção de soja tem avançado continuamente devido ao índice crescente de produtividade. De acordo com dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a produção nacional de soja na safra 2018/2019 foi de 115.030,1 milhões de toneladas e o estado de Goiás contribuiu com 11.437,4 milhões de toneladas dessa produção demonstrando assim a importância deste estado para a produção nacional de soja (CONAB, 2020).

A soja teve grande dinamismo na região dos cerrados e sua expansão ocorreu por seu alto nível tecnológico, integrado ao capital industrial. No estado do Goiás, o crescimento do agronegócio foi conhecido pelo crescimento do cultivo da soja no estado, porém, essa expansão não ocorreu de forma igualitária, visto que, em certas regiões, a soja teve aumento significativo, porém, em outras, não atingiu grande importância na produção (PIRES; RAMOS, 2009). A soja foi considerada a cultura responsável por provocar grandes mudanças na base produtiva do estado de Goiás, pois nenhuma outra cultura teve tamanho incentivo estatal por meio de políticas de financiamento e incentivos à cadeia produtiva (PIRES; RAMOS, 2009).

O sudoeste de Goiás se consolida como o marco referencial da produção de soja no estado de Goiás e a sua produção se sustenta pelo uso intensivo de tecnologia de ponta pelos produtores. Agrega-se a esse fato a facilidade do escoamento da produção para os grandes centros comerciais em razão do sistema rodoviário, de infraestrutura mais adequada, com estradas e meios de transporte, suporte armazenador, crédito agrícola subsidiado e organização política e econômica do produtor rural (SILVA, 2013).

## **2.2 Desafios do Sistema Plantio Direto e os benefícios do uso de culturas de cobertura**

No Brasil, o maior e mais extraordinário desafio a ser enfrentado pelo Plantio Direto é sua conversão em Sistema Plantio Direto (SPD). Contudo, esta conversão

depende da viabilização econômica da diversificação de culturas, em sistemas de produção exclusivamente produtores de grãos. A diversificação de culturas é a regra primordial da agricultura conservacionista, capaz de converter Plantio Direto em Sistema Plantio Direto, pois é ela que viabiliza o abandono permanente do preparo de solo (WUTKE et al., 2014).

Na ausência do preparo do solo, com aração e gradagem, são as raízes das plantas as responsáveis pelo condicionamento do solo para a próxima semeadura. Portanto, a adoção do Sistema Plantio Direto requer diversificação de culturas, com inclusão de espécies de abundante sistema radicular, capaz de condicionar o solo para a safra seguinte. Neste sentido, culturas como cereais de inverno e de verão se destacam pelo farto sistema radicular que apresentam (FREITAS, 2002). O uso do SPD intercalando gramíneas e leguminosas com culturas comerciais tem grande potencial para aprimorar a qualidade do solo por meio do sequestro de carbono, ciclagem de água e nutrientes e melhoria dos atributos microbiológicos do solo (COSER, et al., 2016; LIU et al., 2014).

No SPD, a cobertura do solo deve ser priorizada, de modo que a sucessão de culturas proporcione adequada produção de palhada com elevada relação C/N (MINGOTTE et al., 2014). A qualidade da composição química das espécies vegetais utilizadas também é um ponto importante, pois pode colaborar com a melhoria dos atributos microbiológicos do solo através do acúmulo de matéria orgânica ao longo do tempo (GIONGO et al., 2011). A presença de resíduos (palha), na superfície do solo, afeta diretamente a microbiota do solo, indicando que uso de plantas de coberturas, influencia a qualidade do solo (MERCANTE et al., 2008).

A qualidade e quantidade dos aportes orgânicos que entram no sistema significam diferentes taxas de ciclagem de carbono e nitrogênio (KONG et al., 2010) que, mediadas pelos microrganismos, resultarão na formação de diferentes frações orgânicas no solo e posterior liberação de nutrientes no solo. Segundo Carvalho et al. (2010), a manutenção de resíduos vegetais na superfície, a rotação de culturas e o mínimo revolvimento do solo, são os princípios básicos da implantação do SPD, além do mais, há a redução da emissão de CO<sub>2</sub> para a atmosfera e aumento do estoque de carbono e nitrogênio no solo.

O funcionamento da comunidade microbiana do solo é importante para a compreensão dos processos em nível de ecossistema e a utilização de resíduos vegetais como cobertura do solo, sendo uma alternativa para aumentar a sustentabilidade dos sistemas de produção agrícola, podendo restituir quantidades consideráveis de nutrientes

aos cultivos, gerando aumento na eficiência na utilização de adubos químicos (DUDA et al., 2003).

O cultivo de leguminosas em sucessão ao milho proporciona maior quantidade de nitrogênio (N) à cultura, além de aproveitamento mais eficiente do N do fertilizante nitrogenado e maior produtividade de grãos, seja por meio da fixação biológica ou pela ciclagem do N das camadas subsuperficiais com a incorporação de biomassa (ALBUQUERQUE et al., 2013). As gramíneas, por outro lado, são caracterizadas por elevada razão C/N dos seus resíduos vegetais e maior tempo de permanência na superfície do solo, como resultado de baixa taxa de decomposição (TIMOSSI et al., 2007). Desta forma, há quantidade menor de liberação de nutrientes, especialmente N (ALVARENGA et al., 2010).

Na qualidade bromatológica das espécies vegetais a relação lignina/nitrogênio é o parâmetro que melhor explica o efeito de plantas de cobertura sobre a produtividade de grãos das culturas subsequentes (CARVALHO et al., 2015). Quanto à composição química das plantas, a adição de maiores teores de carbono pode ser atribuída à produção de resíduos vegetais com menor relação C/N e lignina/N, as quais possuem decomposição mais rápida do resíduo e favorecem o aumento dessa fração (CARVALHO et al., 2012).

### **2.3 Sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA)**

O sistema de integração é considerado um sistema quando há pelo menos duas atividades conduzidas em uma mesma área, em períodos sucessivos do tempo. Os SIPA são uma forma de produzir a mesma quantidade do produto, ou até aumentar a produção, sem a necessidade de incorporar novas áreas, que tem sido denominada de efeito “poupa terra” (KLUTHCOUSKI et al., 2015).

O SIPA é formado pelo cultivo vegetal ou produção animal em uma propriedade rural, composto com base nos fatores de produção (terra, capital e mão de obra), ligado por um processo de gestão, com objetivo de maximizar o uso da área e diversificar as fontes de renda (HIRAKURI et al., 2012) por meio dos efeitos sinérgicos entre os componentes “solo-planta-animal” (MACEDO et al., 2013).

No Brasil, o SIPA foi inserido pelos imigrantes europeus que adaptaram os sistemas para as condições tropicais (MACHADO, BALBINO e CECCON, 2011). Atualmente no Brasil, cerca de 11,5 milhões de hectares são explorados com algum

modelo de integração e a região Centro-Oeste com área de 4,53 milhões, correspondendo a 40% das áreas de integração no Brasil (EMBRAPA, 2017).

Os sistemas integrados são definidos em quatro modalidades de acordo com BALBINO et al. (2011):

- Sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP): sistema que integra os componentes agrícola e pecuária em consórcio, com rotação e sucessão em períodos consecutivos;
- Sistema de Integração Pecuária-Floresta (IPF): sistema que integra os componentes, floresta e pecuária consorciada, de forma a produzir carne, madeira e/ou fibras;
- Sistema de Integração Lavoura-Floresta (ILF): sistema que integra o componente florestal e agrícola consorciados com plantio agrícola anual ou perene;
- Sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF): sistema de produção que integra os componentes agrícola e pecuária de forma intermitente e na mesma área o cultivo florestal.

Na modalidade de ILP, o componente forrageiro pode ser integrado em consórcio com o componente de lavoura e após a colheita de grãos, a produção pecuária é sucedida na mesma área. Em sistemas mais complexos com a presença do componente florestal, pode ocorrer o consórcio com o componente lavoura e árvores (ILF) e, após a colheita de grãos, a forragem é pastejada animais na mesma área (ILPF), ou apenas o consórcio entre os componentes florestais e pecuários (IPF). As árvores sempre estarão em consórcio com os demais componentes (KLUTHCOUSKI et al., 2015).

## **2.4 Atributos Biológicos do Solo**

As práticas de manejo do solo adotadas na agricultura, vem provocando alterações nos atributos do solo, causando prejuízos para sua qualidade e produtividade das culturas, afetando a sustentabilidade ambiental e econômica da atividade agrícola (NIERO et al., 2010). Sendo assim, a compreensão e a quantificação do impacto do uso e manejo do solo na sua qualidade são fundamentais no desenvolvimento de sistemas agrícolas sustentáveis (BAVOSO et al., 2010).

Os diferentes tipos de manejo do solo aplicados nos sistemas agrícolas também afetam a sua biota. A cultura implantada, os intensos revolvimentos do solo, o tráfego de

máquinas e implementos, adubações, uso de agrotóxicos, possuem efeito instantâneo sobre os organismos que estão nesta área. Como resultado, os organismos podem assumir uma nova composição e atividade (KLADIVKO, 2001) que pode conduzir a efeitos locais (organismos com pouca mobilidade) ou regionais (organismos com alta mobilidade) (MINOR e CIANCIOLO, 2007). A importância da fauna e dos micro-organismos em regiões tropicais é maior que em regiões temperadas, porque a atividade dos organismos do solo sobre a liteira e sobre a matéria orgânica do solo não é limitada pela variabilidade climática e o alimento na forma de biomassa vegetal é abundante (SIDDIKY, 2012).

A fauna edáfica se relaciona com os micro-organismos uma vez que para obter os nutrientes necessários, os insetos podem realizar sínteses, excreções e concentrações seletivas e algumas vezes podem ser auxiliados pelos micro-organismos (PARRA et al., 2009), além de beneficiá-los através da fragmentação e incorporação do material orgânico. A qualidade do alimento afeta sensivelmente a biota do solo. Por exemplo, dentro da fauna edáfica, os mastigadores preferem alimentos com maiores teores de água e nitrogênio (PARRA et al., 2009).

O manejo de sistemas agropecuários, com uso de coberturas vegetais, tem mostrado benefícios para a sustentabilidade e a manutenção das propriedades do solo (LOURENTE et al., 2007; SILVA et al., 20016). Segundo (CORDEIRO et al. (2004), o tipo de manejo e a modificação da quantidade de resíduos vegetais sobre o solo podem alterar os habitats e a disponibilidade de alimento, o que modifica a diversidade da comunidade da macrofauna edáfica. Desta forma, a planta de cobertura do solo, que será o alimento, seja na forma viva ou de liteira, pode ser determinante na composição e atividade dos organismos do solo determinando indiretamente o tipo e a quantidade da matéria orgânica no solo.

Uma ferramenta para avaliar a atividade alimentar de animais do solo, é o método da bait-lâmina criado por Von Törne (1990), e tem sido bastante utilizado no estudo de perturbações induzidas na decomposição de matéria orgânica por contaminação terrestre (CASABÉ et al., 2007). As bait-lâmina consistem em lâminas de cloreto de polivinil (PVC) com 16 cm de comprimento, constituída por 16 orifícios (espaçados entre si de 0,5cm), (TERRA PROTECTA, 1999).

O ensaio de Bait-lâmina é considerado um método integrativo, uma vez que pode ser utilizado para medir a atividade de invertebrados do solo a diferentes profundidades, e em condições naturais (WENTSEL et al., 2003). O princípio é avaliar os processos de

reciclagem da matéria orgânica, essencialmente na camada superficiais, dependendo da espessura destas camadas (KRATZ, 1998).

O ensaio de bait-lâmina caracteriza-se por ser simples e de fácil execução. Este ensaio quantifica a capacidade de decomposição de um substrato composto por uma mistura homogênea de celulose, carvão ativado e farelo, na proporção em massa de 70:20:10, conforme a ISO 18311 (2016).

No Brasil, o primeiro estudo foi realizado na região Amazônica por Rombke et al., (2005), que teve por objetivo comparar a taxa alimentar em diferentes sistemas florestais na Amazônia. Podgaiski et al. (2011) utilizaram o método de bait-lâmina para avaliar a atividade alimentar dos invertebrados nos campos do sul do Brasil, comparando uma área campestre com pastejo com uma área sem a interferência de pastejo. Adaptações no tempo de exposição das iscas são indispensáveis ao depender do bioma em que são expostos, e fatores como temperatura e umidade influenciam na taxa de consumo das iscas pelos invertebrados.

## **OBJETIVOS**

### **3.1 Objetivo Geral**

Avaliar o desempenho da cultura da soja e fauna do solo em sucessão a culturas anuais de cobertura.

### **3.2 Objetivos Específicos**

- Avaliação da plantabilidade da cultura da soja sob as diferentes palhadas;
- Mensurar as variáveis fitométricas da soja sob as diferentes palhadas;
- Determinar o efeito dos sistemas de produção na atividade alimentar da fauna do solo;

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, A.W. de; SANTOS, J.R.; MOURA FILHO, G.; REIS, L.S. Plantas de cobertura e adubação nitrogenada na produção de milho em sistema de plantio direto. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.17, p.721-726, 2013.

ALVARENGA, R.A.; CABEZAS, W.A.L.; CRUZ, J.C.; SANTANA, D.P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.22, n.208, p.25-36, 2010.

BALBINO, L. C. et al. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. v. 46, n. 10, p. 1–12. Disponível em: <<https://tede.ufgd.edu.br/jspui/bitstream/tede/293/5/NATALIASALLES.pdf>>. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 2011.

BAVOSO, Marina Araújo et al. Preparo do solo em áreas de produção de grãos, silagem e pastejo: efeito na resistência tênsil e friabilidade de agregados. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 34, n. 1, 2010.

BEZERRA, A. R. G. et al. Importância econômica. In: SEDIYAMA, T.; SILVA, F.; BORÉM, A. (Org.). *Soja: do plantio à colheita*. Viçosa: Editora UFV, 2015.

CARVALHO, A.M. de; COSER, T.R.; REIN, T.A.; DANTAS, R. A.; SILVA, R. R.; SOUZA, K.W. Manejo de plantas de cobertura na floração e na maturação fisiológica e seu efeito na produtividade do milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 50(7), 551-561, 2015.

CARVALHO, A.M.; COELHO, M.C.; DANTAS, R.A.; FONSECA, O.P.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; FIGUEIREDO, C.C. Chemical composition of cover plants and its effect on maize yield in no-tillage systems in the Brazilian savanna. *Crop Pasture Science*, v.63, p.1075-1081, 2012.

CARVALHO, J.L.N.; RAUCCI, G.S.; CERRI, C.E.P; BERNOUX, M.; FEIGL, B.J.; WRUCK, F. J.; CERRI, C. C. Impact of pasture, agriculture and crop-livestock systems on soil C stocks in Brazil. *Soil Tillage Research*, 110, 175-186, 2010.

CASABÉ N., PIOLA L., FUCHS J., ONETO M.L., PAMPARATO L., BASCAK S., GIMÉNEZ R., MASSARO R., PAPA J.C., KESTEN E. Ecotoxicological assessment of the effects of glyphosate and chlorpyrifos in an Argentine soya field. *Journal of Soils Sediments* 7, (4) 232–239, 2007.

CONAB (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO). Acompanhamento da safra Brasileira de grãos. v. 7 - Safra 2019/20 - n. 3 - Terceiro levantamento, dezembro de 2019. Disponível em < <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/gaos>>. Acesso em 11 jan. 2020.

CORDEIRO, F. C.; DIAS, F. C.; MERLIM, A. O.; CORREIA, M. E. F.; AQUINO, A. M.; BROWN, G. Diversidade da macrofauna invertebrada do solo como indicadora da qualidade do solo em sistema de manejo orgânico de produção. *Revista Universidade Rural, Seropédica*, v. 24, n. 2, p. 29-34, 2004.

COSER, T.R.C.; RAMOS, M.L.G.; FIGUEIREDO, C.C.; CARVALHO, A.M.; CAVALCANTE, E.; MOREIRA, M.K.R.; ARAÚJO, P.S.M.; OLIVEIRA, S.A. Soil microbiological properties and available nitrogen for corn in monoculture and intercropped with forage, *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.51, n.9, p.1660-1667. 2016.

DUDA, G.P.; GUERRA, J.G.M.; MONTEIRO, M.T.; DE-POLLI, H.; TEIXEIRA, M.G. Perennial herbaceous legumes as live soil mulches and their effects on C, N and P of the microbial biomass. *Scientia Agricola*, v. 60, p. 139-47, 2003.

EMBRAPA. Desenvolvimento, mercado e rentabilidade da soja brasileira. Circular técnica 74. Londrina: Embrapa Soja, 20 p. 2010.

EMBRAPA. ILPF em números - Região 2 MT GO e DF. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/158636/1/2019-cpamt-ilpf-emnumeros.pdf>, 2017.

FREITAS, P. L.; TRECENZI, R. Sistema plantio direto: modificando o ensino de solos Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, MG, v. 27, n. 1, p.15-16, jan, 2002.

GIONGO, V.; MENDES, A. M. S.; CUNHA, T. J. F.; GALVÃO, S. R. S. Decomposição e liberação de nutrientes de coquetéis vegetais para utilização no semiárido brasileiro. *Revista Ciência Agronômica*, v. 42, n. 3, p. 611- 618, 2011.

HIRAKURI, M. H. et al. Sistemas de Produção: conceitos e definições no contexto agrícola. Londrina - PR: 2012.

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTO, J. J. O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro. Londrina: Embrapa soja, 2014.

KLADIVKO, E.J. Tillage Systems and soil ecology. *Soil & Tillage Research*, v.61, p.61-76, 2001.

KLUTHCOUSKI, J. et al. Conceitos e Modalidades da Estratégia de Integração LavouraPecuária-Floresta. In: CORDEIRO, L. A. M. et al. (Org.). Integração LavouraPecuária-Floresta: o produtor pergunta, a Embrapa responde (Coleção 500 Perguntas, 500 Respostas). Embrapa ed., V. 91, p. 20–33, Brasília, DF: 2015.

KONG, A. Y. Y.; HRISTOVA, K.; SCOWB, K. M.; SIX, J. Impacts of different N management regimes on nitrifier and denitrifier communities and N cycling in soil microenvironments. *Soil Biology e Biochemistry*, n. 42, p. 1523-1533, and 2010.

KRATZ W. The bait-lamina test. General aspects, applications and perspectives. *Environmental Science and Pollution Research* 5, 94-96., 1998.

LIU, Z., FU, B., and ZHENG, X., LIU, G., Plant biomass, soil water content and soil N: Pratio regulating soil microbial functional diversity in a temperate steppe: aregional scale study. *Soil Biol. Biochem.* v.42, p. 445–450, 2014.

LOURENTE, E.R.P.R.F.S.; SILVA, D.A.; MARCHETTI, M.E. & MERCANTE, F.M. Macrofauna edáfica e sua interação com atributos químicos e físicos do solo sob diferentes sistemas de manejo. *Acta Sci. Agron.*, 29:17-22, 2007.

- MACEDO, M. C. M. et al. DBO - Degradação e Recuperação De Pastagens. Ribeirão Preto, SP.: p. 42, 2013.
- MACHADO, L. A. Z.; BALBINO, L. C.; CECCON, G. Integração Lavoura-Pecuária Floresta. 1. Estruturação dos Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária. Dourados, MS: 2011.
- MERCANTE, F. M.; SILVA, R. F.; FRANCELINO, C. S.F.; CAVALHEIRO, J. C. T.; OTSUBO, A.A. Biomassa microbiana, em um Argissolo Vermelho, em diferentes coberturas vegetais, em área cultivada com mandioca. *Acta Scientiarum Agronomy*, v. 34, n. 4, p. 479-485, 2008.
- MINGOTTE, F. L. C.; YADA, M. M.; JARDIM, C. A.; FIORENTIN, C. F.; LEMOS, L. B.; FORNASIERI FILHO, D. Sistemas de cultivo antecessores e doses de nitrogênio em cobertura no feijoeiro em plantio direto. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 30, p. 696-706, 2014.
- MINOR, M.A. and CIANCIOLO, J.M. Diversity of soil mites (Acari Oribatida, mesostigmata) along a gradient of LUTs in New York. *Applied Soil Ecology*. 35: 140-153, 2007.
- NIERO, CARDOSO Luiz Augusto et al. Avaliações visuais como índice de qualidade do solo e sua validação por análises físicas e químicas em um Latossolo Vermelho distroférico com usos e manejos distintos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 34, n. 4, 2010.
- PARRA, J.R.P.; PANIZZI, A.R.; HADDAD, M.L. Índices nutricionais para medir consumo e utilização de alimento por insetos. In: Panizzi, A.R.; Parra, J.R.P. *Bioecologia e nutrição de insetos – Base para o manejo integrado de pragas*. 1 ed. Brasília -DF: EMBRAPA/CNPq, p.21-78, 2009.
- PIRES, M. J. S.; RAMOS, P. Implicações do processo de modernização na estrutura e nas atividades agropecuárias da região centro-sul do estado de Goiás. *Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural*, 2009.
- PODGAISKI, L.R., F.S. SILVEIRA; M. MENDONÇA JR. Avaliação da Atividade Alimentar dos Invertebrados de Solo em Campos do Sul do Brasil – Bait-Lamina Test. *Entomo Brasilis*, v. 4, n. 3, 2011.
- QIU e CHANG. The origin and history of soybean. In: SINGH, G. *The Soybean: Botany, Production and uses*. CABI, UK. Cap. 1, p. 1-23. 2010.
- RÖMBKE J., BREURE A.M. Status and outlook of ecological soil classification and assessment concepts. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 62, 300-308. 2005.
- SIDDIKY, M. D. Soil biota effects on soil structure: Interactions between arbuscular mycorrhizal fungal mycelium and collembolan. (Repost). *Soil Biology & Biochemistry*, v. 50, p. 33-39, 2012.
- SILVA, A.N., FIGUEIREDO, C.C., CARVALHO, A.M., SOARES, D.S., SANTOS, D.C.R., SILVA, V.G., Effects of cover crops on the physical protection of organic matter

and soil aggregation. *Australian Journal of Crop Science*. AJCS 10(12), p.1623-1629, 2016.

SILVA, E. B. et al. A expansão da fronteira agrícola e a mudança de uso e cobertura da terra no centro-sul de Goiás, entre 1975 e 2010. *Ateliê Geográfico, Goiânia-GO*, v. 7, n. 2, p. 116138, ago. 2013.

Terra Protecta, 1999. The bait-lamina Test. Disponível em:<http://www.terra-protecta.de/englisch/ks-info-en.htm> (acesso em 10 março. 2020).

TIMOSSI, P. C.; DURIGAN, J. C.; LEITE, G. J. Formação de palhada por braquiárias para adoção do sistema plantio direto. *Bragantia, Campinas*, v. 66, n. 4, p. 617-622, 2007.  
VON TÖRNE E., Assessing feeding activities of soil living animals, I Bait-lamina Test. *Pedobiologia* 34, 89-101. 1990.

WENTSEL R.S., BEYER W.N., EDWARDS C.A., KAPUSTKA L.A., KUPERMAN R.G. Chapter 4: Effects of Contaminants on Soil Ecosystem Structure and Function, in Lanno P.R. (Eds), *Contaminated Soils: From Soil-chemical Interactions to Ecosystem Management*. A publication of SETAC, 427pp. 2003.

WUTKE, E.B.; CALEGARI, A.; WILDNER, L. do P. Espécies de adubos verdes e plantas de cobertura e recomendações para seu uso LIMA FILHO, O. F. DE L.; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J.A.D.C. (ed). *Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil*. p. 59-168, 2014.

## CAPÍTULO I

(Normas de acordo com a revista Agricultural Systems).

Sistemas de produção de soja em sucessão a culturas anuais de cobertura

**Resumo** – Em regiões brasileiras onde é possível a segunda safra, o sistema de produção predominante é a sucessão entre as culturas de soja e milho. Porém, em geral, esse sistema gera baixas quantidades de resíduos vegetais, e pode comprometer a viabilidade do sistema de plantio direto (SPD) no longo prazo. O presente trabalho teve por objetivo o rendimento de soja sob diferentes palhadas estabelecidas em sucessão a culturas anuais de cobertura no cerrado brasileiro. O estudo foi conduzido durante o ano agrícola de 2018/2019 nos municípios de Rio Verde-GO e Montividiu-GO. Os tratamentos avaliados constituíram-se das seguintes palhadas: Milho monocultivo (M\_Mn); Milho consorciado com *Urochloa ruziziensis* (M\_Brz) ; *U. ruziziensis* monocultivo (Brz\_Mn); Sorgo consorciado com *U. ruziziensis* (S\_Brz); Sorgo monocultivo (S\_Mn); Milho consorciado com *U. brizantha* cv. Marandu (M\_Bmr); *U. brizantha* cv. Marandu monocultivo (Bmr\_Mn); Milho consorciado com *U. brizantha* cv. BRS Paiaguás (M\_Bpg); *U. brizantha* cv. BRS Paiaguás monocultivo (Bpg\_Mn); Girassol consorciado com *U. ruziziensis* (Gir\_Brz) ; *Crotalaria spectabilis* (Crot\_Mn) ; Milheto; Mix (Milheto, *C. spectabilis* e *U. ruziziensis*), Pousio (Pou), em faixas distribuídas aleatoriamente na área. As características agronômicas da soja avaliadas foram: plantabilidade, número e altura de plantas, altura inserção da 1ª vagem, massa de mil de grãos e rendimento de grãos de soja. Em Rio Verde-GO com relação ao número de plantas e altura houve diferenças significativas sendo os maiores valores obtidos nos tratamentos das palhadas de Crot\_Mn, Gir\_Brz, Mix e M\_Brz. Para altura de inserção da 1ª vagem houve efeito significativo, destacando os tratamentos com as maiores alturas a Brz\_Mn, Bmr\_Mn e Bpg\_Mn. Com relação à massa de mil grãos foi observada diferença significativa com a maior valor observado na palhada de Crot\_Mn com 181,42g. No rendimento de soja em Rio Verde-GO houve efeito significativo para os tratamentos sendo que as palhadas de Gir\_Brz e Mix e Crot\_Mn apresentaram os maiores rendimentos de grãos com 4823,88, 5124,57 e 5719,70 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Com relação ao rendimento de grãos em Montividiu-GO o tratamento com a palhada do mix de plantas apresentou o maior rendimento (3762,54 kg ha<sup>-1</sup>). A plantabilidade da soja sobre as biomassas de Bpg\_Mn e M\_Brz apresentou resultado regular. A utilização de leguminosas associadas ou não com gramíneas como plantas de cobertura do solo para o sistema de plantio direto, cultivadas na safrinha, proporciona melhor desempenho da cultura de soja.

**Termos para indexação:** Consórcio, *Glycine max* (L), Produtividade, Plantas de Cobertura, Sistemas de Cultivo.

## Soy production systems in succession to annual cover crops

**Abstract** – In Brazilian regions where the second harvest is possible, the predominant production system is the succession between soybean and corn crops. However, in general, this system generates low amounts of plant residues, which can compromise the viability of the no-till system (SPD) in the long run. The present work had as objective the soybean yield under different straw established in succession to the annual cover crops in the Brazilian cerrado. The study was conducted during the 2018/2019 agricultural year in the municipalities of Rio Verde-GO and Montividiu-GO. The evaluated treatments consisted of the following straws: Monoculture corn (M\_Mn); Corn intercropped with *Urochloa ruziziensis* (M\_Brz); *U. ruziziensis* monoculture (Brz\_Mn); Sorghum intercropped with *U. ruziziensis* (S\_Brz); Sorghum monoculture (S\_Brz); Corn intercropped with *U. brizantha* cv. Marandu (M\_Bmr); *U. brizantha* cv. Marandu monoculture (Bmr\_Mn); Corn intercropped with *U. brizantha* cv. BRS Paiaguás (M\_Bpg); *U. brizantha* cv. BRS Paiaguás monoculture (Bpg\_Mn); Sunflower intercropped with *U. ruziziensis* (Gir\_Brz); *Crotalaria spectabilis* (Crot\_Mn); Millet; Mix (Milheto, *C. spectabilis* and *U. ruziziensis*), Fallow (Pou), in randomly distributed bands in the area. The agronomic characteristics of the soybean evaluated were: plantability, number and height of plants, the 1st pod height insertion, thousand grains mass and soybean grain yield. In Rio Verde-GO, regarding the number of plants and height, there were significant differences, with the highest values obtained in the treatments of the straws of Crot\_Mn, Gir\_Brz, Mix and M\_Brz. For the 1st pod height insertion, there was a significant effect, highlighting the treatments with the highest heights at Brz\_Mn, Bmr\_Mn and Bpg\_Mn. Regarding the thousand grains mass, a significant difference was observed with the highest value observed in the Crot\_Mn straw with 181.42g. In the soybean yield in Rio Verde-GO there was a significant effect for treatments, with the straws of Gir\_Brz and Mix and Crot\_Mn presenting the highest grain yields with 4823.88, 5124.57 and 5719.70 kg ha<sup>-1</sup>, respectively. Regarding the grain yield in Montividiu-GO, the treatment with the straw from the plant mix showed the highest yield (3762.54 kg ha<sup>-1</sup>). The soybean plantability on the Bpg\_Mn and M\_Brz biomasses presented a regular result. The use of legumes associated or not with grasses as soil cover plants for the no-tillage system, grown in the off-season, provides better soybean crop performance.

**Index terms:** Consortium, Glycine max (L), Productivity, Coverage Plants, Cultivation Systems

## Introdução

O Brasil no ano de 2018, passou a ser o maior produtor de soja do mundo, com 33% de toda produção mundial (CONAB, 2019). Para o período 2018/19, a oleaginosa demonstrou crescimento de área plantada de 1,8% em comparação com a safra passada, correspondendo a semeadura de 35.775,2 mil hectares. O sucesso da produtividade da soja está relacionado com a inclusão de tecnologias de sistemas de produção, e pode ser destacado o Sistema de Plantio Direto (SPD), que abrange uma série de processos tecnológicos de maneira ajustada, que são destinados à exploração de sistemas agrícolas produtivos (FEBRAPDP, 2019).

Mesmo sendo de fundamental importância para a sustentabilidade agrícola, o SPD e o sistema integrado de produção agropecuária (SIPA) são adotados, em sua plenitude, pela minoria dos produtores da região do centro-oeste, cuja prática usual é a semeadura da soja e o milho (“milho safrinha”), havendo assim, a necessidade de mudança na forma de pensar nas atividades agrícolas, a partir do contexto socioeconômico, com preocupações ambientais (MANCIN et al., 2009).

Apesar de nos últimos anos a permanência de áreas em pousio no período de entressafra das culturas comerciais de verão tenha diminuído significativamente, essa situação ainda é observada em algumas áreas de cultivo. A cobertura vegetal ineficiente nesse período, deixa o solo mais suscetível à ocorrência de erosão, bem como ao aparecimento de plantas indesejáveis (CARNEIRO et al., 2009). A cobertura do solo com palha aumenta a infiltração de água no solo e protege a superfície contra o impacto das gotas de chuva, reduzindo sensivelmente o processo erosivo, por isso, é fundamental para a conservação do solo e da água (FRANCHINI et al., 2014).

Há duas famílias principais quando se fala em cobertura vegetal, as leguminosas, que possuem menor relação C/N, principalmente pela atraente capacidade de fixação biológica de nitrogênio (FBN) por isso, decompõe-se rapidamente, e as gramíneas que se destacam pela alta produtividade mesmo em condições adversas (BALBINOT JUNIOR et al., 2017). De modo geral, é notório o grande potencial que existe com a implantação de culturas de cobertura nas áreas agrícolas, que permite o aumento de produtividade, melhora na qualidade do solo e aumenta os lucros com a diversificação de produção sustentável. Nesse contexto, o objetivo com este trabalho foi o rendimento de soja sob diferentes palhadas estabelecidas em sucessão às culturas anuais de cobertura no cerrado brasileiro.

## **Material e Métodos**

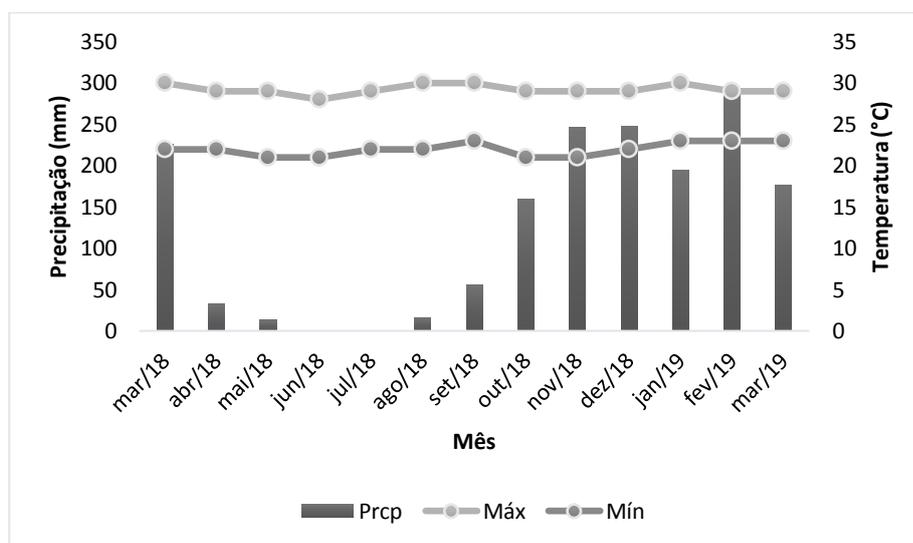
### **a) Área experimental**

O estudo foi conduzido durante a safra agrícola de 2018/2019 em dois locais: município de Rio Verde, GO (17° 47' 53" latitude e 50° 55' 41" longitude, altitude de 715 m), em área experimental do GAPES (Grupo Associado de Pesquisa do Sudoeste Goiano) e o outro local na fazenda Boa Esperança no município de Montividiu, GO (17° 26' 39" latitude e 51° 10' 29" longitude, altitude de 821 m).

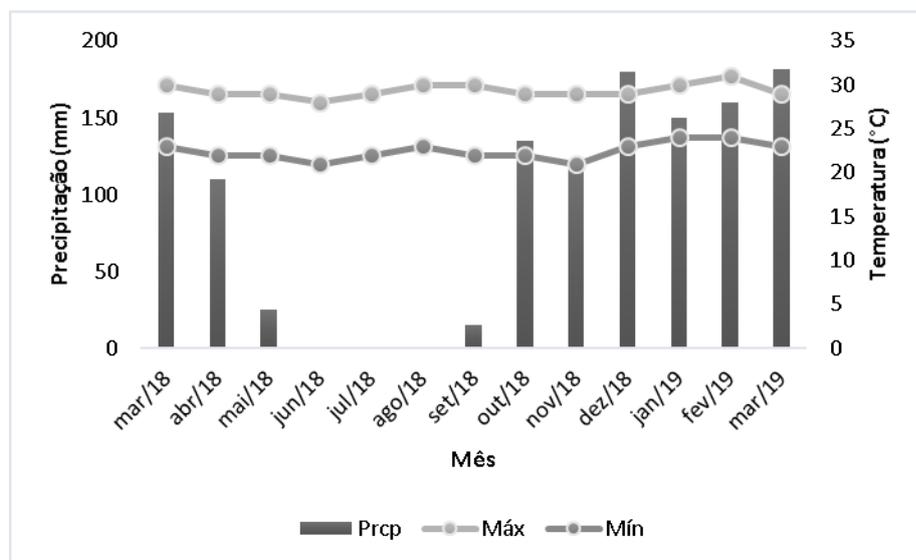
Com relação às características físicas do solo em Rio Verde, GO: 52,0 % de areia, 40,5 % de argila e 7,5 % de silte na estação experimental do GAPES com os seguintes resultados das propriedades químicas do solo: pH (CaCl<sub>2</sub>) 5; matéria orgânica (MO) 18,7

$\text{g dm}^{-3}$ ; P (mel)  $3,2 \text{ mg dm}^{-3}$ ; H + Al, K, Ca, Mg: 3,6; 0,11; 1,41 e  $0,54 \text{ cmolc dm}^{-3}$ , respectivamente; saturação por base 36%.

Na Fazenda Boa Esperança em Montividiu, GO, as características físicas do solo, têm-se: 75,5 % de areia, 19,5 % de argila e 5 % de silte e os seguintes resultados das propriedades químicas do solo: pH ( $\text{CaCl}_2$ ) 5,4; matéria orgânica (MO)  $15,8 \text{ g dm}^{-3}$ ; P (mel)  $22,4 \text{ mg dm}^{-3}$ ; H + Al, K, Ca, Mg: 2,7; 0,09; 1,31 e  $0,85 \text{ cmolc dm}^{-3}$ , respectivamente; saturação por base 54%. Adotando os critérios propostos por Köppen (1931), o clima é classificado como savana tropical com invernos secos e verões chuvosos (Aw) com média de precipitação anual superior a 1.600 mm (Figura 1 e Figura 2).



**Figura 1.** Dados climáticos mensais de temperatura e precipitação pluviométrica durante o período experimental obtido da Estação Meteorológica da área experimental do Gapes (Grupo Associado de Produtores do Sudoeste Goiano), localizada no município de Rio Verde – GO.



**Figura 2.** Dados climáticos mensais de temperatura e precipitação pluviométrica durante o período experimental extraídos da Estação Meteorológica da fazenda Boa Esperança, localizada no município de Montividiu – GO.

## **b) Delineamento experimental e tratamentos**

Os plantios das culturas anuais de cobertura visando à formação de palhada foram realizados nos dias 22/02/18 em Montividiu-GO e dia 13/03/2018 na área de Rio Verde-GO.

Para avaliar as variáveis referentes ao rendimento de grãos da cultura da soja foram utilizadas faixas alocadas de maneira aleatória dentro da área, uma faixa por tratamento. Os tratamentos corresponderam ao cultivo da soja sobre as palhadas de: Milho monocultivo (M\_Mn); Milho consorciado com *Urochloa ruziziensis* (M\_Brz) ; *U. ruziziensis* monocultivo (Brz\_Mn); Sorgo consorciado com *U. ruziziensis* (S\_Brz); Sorgo monocultivo (S\_Mn); Milho consorciado com *U. brizantha* cv. Marandu (M\_Bmr); *U. brizantha* cv. Marandu monocultivo (Bmr\_Mn); Milho consorciado com *U. brizantha* cv. BRS Paiaguás (M\_Bpg); *U. brizantha* cv. BRS Paiaguás monocultivo (Bpg\_Mn); Girassol consorciado com *U. ruziziensis* (Gir\_Brz) ; *Crotalaria spectabilis* (Crot\_Mn ); Milheto; Mix (Milheto, *C. spectabilis* e *U. ruziziensis*), Pousio (Pou). No experimento localizado em Montividiu-GO foram avaliados os mesmos tratamentos, com exceção do Pousio.

O plantio do milho (cultivar JM 2M77) e o do sorgo (cultivar Atlântica MR 43) em monocultivo foi realizado por uma semeadora, em que se utilizou a população de 50.000 plantas por hectare para o milho e para o sorgo 130.000 plantas por hectare.

Nos tratamentos com consórcios, foi acoplada uma semeadora a lança na parte dianteira do trator e as operações foram realizadas simultaneamente com a cultura agrícola semeada com semeadora de linhas na parte traseira. Manteve-se a população de plantas para as culturas agrícolas e adotado 400 pontos de valor cultural de sementes para as forrageiras. Com relação ao mix foi adotada a taxa de semeadura de 400 pontos de valor cultural por hectare para a *U. ruziziensis*, 10 kg de sementes de milheto por hectare e 10 kg de sementes de *Crotalaria spectabilis* por hectare. Com relação às espécies de *Urochloa* semeadas em monocultivo foram utilizados 800 pontos de valor cultural por hectare.

## **c) Instalação e condução do experimento**

A dessecação da área foi realizada com aplicação de herbicida de forma sequencial, sendo a quantidade de equivalente ácido de glifosato de 2,5 L ha<sup>-1</sup> aos 30 dias antes do plantio da soja. A cultivar de soja utilizada em Rio Verde- GO, foi a variedade Syn15640 IPRO semeada no dia 19/10/2018, com espaçamento de 0,5 m entre linhas e população de 20 plantas por metro (400.000 ha<sup>-1</sup>) na profundidade de 3 cm, a adubação

de semeadura foi de 0-20-20 (500 kg ha<sup>-1</sup>). A cultivar de soja utilizada em Montividiu-GO foi a variedade 797 semeadas no dia 27/10/2018, com espaçamento de 0,5 m entre linhas e população de 14 plantas por metro (280.000 ha<sup>-1</sup>) na profundidade de 3 cm, a adubação de semeadura foi de 0-20-20 (500 kg ha<sup>-1</sup>).

As sementes foram inoculadas de acordo com a recomendação técnica. Os manejos realizados nas áreas agrícolas são descritos na Tabela 2. Após 15 dias do plantio foi avaliada a avaliação de estande da cultura da soja por meio da contagem de plantas em cinco metros de comprimento com quatro repetição por tratamento. A colheita da soja foi realizada na data de 07/02/2019 em Rio Verde-GO e 07/03/2019 em Montividiu-GO.

**Tabela 1.** Manejo realizado em cultivo de soja sob diferentes palhadas. Área experimental do Gapes, Rio Verde, GO e Fazenda Boa Esperança, Montividiu, GO, safra 2018/2019.

Manejo	Data do Manejo	Produto	Volume
Adubação de plantio	20/09/2018	0-20-20	500 kg ha <sup>-1</sup>
Pré Dessecação	29/09/2018	Glifosato	2,5 L ha <sup>-1</sup>
		Verdict®	1 L ha <sup>-1</sup>
		Nimbus®	0,5 L ha <sup>-1</sup>
		Curyon®	0,7 L ha <sup>-1</sup>
Plante Aplique	20/10/2018	Dual Gold®	1,2 L ha <sup>-1</sup>
		Agris®	0,2 L ha <sup>-1</sup>
		Gramoxone	1,5 L ha <sup>-1</sup>
Rebrote	02/11/2018	Glifosato	2,5 L ha <sup>-1</sup>
		Nimbus®	0,5%
Pós	14/11/2018	Glyfosato	3 L ha <sup>-1</sup>
		Verdict max®	0,3 L ha <sup>-1</sup>
Pre fecha	14/11/2018	Elatus®	2 L ha <sup>-1</sup>
		Cypress®	0,25 L ha <sup>-1</sup>
		Nimbus®	0,5 L ha <sup>-1</sup>
Pre fecha + 18	29/11/2018	Elatus®	2 L ha <sup>-1</sup>
		Cypress®	0,25 L ha <sup>-1</sup>
		Nimbus®	0,5%
Pre fecha + 36	13/12/2018	Score®	0,3 L ha <sup>-1</sup>
		Priori Xtra®	0,3 L ha <sup>-1</sup>
		Nimbus®	0,5 %
Percevejo/lagarta/mosca	19/12/2018	Engeo Pleno®	0,25 L ha <sup>-1</sup>

#### d) Variáveis avaliados na cultura da Soja

**Processamento das amostras de nematoide no solo** (realizado apenas na área experimental em Rio Verde-GO): Foram coletadas quatro amostras por tratamento. Foram feitas extrações para contagem *Pratylenchus* sp. e *Helicotylenchus* sp., conforme Jenkins (1964).

**Processamento das amostras de nematoide na raiz** (realizado apenas na área experimental Em Rio Verde-GO): Foram coletadas quatro amostras por tratamento. Para extração de *Pratylenchus* sp. e *Helicotylenchus* sp. seguiu-se a metodologia de extração conforme Coolen e D'herde (1972).

**Número de plantas de soja:** foi determinado por meio da contagem de plantas de duas linhas com cinco metros de comprimento e os resultados foram extrapolados em número de plantas por hectare no momento da colheita.

**Altura de planta e Altura da inserção da 1<sup>o</sup> vagem** (essa variável foi realizada apenas na área experimental em Rio Verde-GO): foi determinada no momento da colheita, medindo cinco plantas ao acaso, com régua graduada em cm, a distância do nível do solo até a última vagem para planta inteira e do nível do solo até a 1<sup>o</sup> vagem para a inserção da 1<sup>o</sup> vagem.

**Rendimento de grãos de soja:** para obter essa variável foram coletados 12 pontos aleatórios compostos por duas linhas de três metros de comprimento por tratamento, para as duas áreas de estudo. Após a trilhagem das plantas em trilhadora estacionária em campo, as amostras foram levadas para laboratório onde foi realizado a limpeza dos grãos.

**Massa de mil grãos:** foi efetuada a contagem de 1.000 grãos das amostras manualmente e pesados, logo após foi realizado a pesagem total das amostras dos grãos em balança de precisão com três casas decimais.

**Umidade de grãos de soja:** foi efetuada a mensuração da umidade de doze amostras de cada tratamento com auxílio do equipamento medidor de umidade de grãos, marca Gehaka, modelo G600.

#### e) Análise dos dados

Os dados referentes a contagem de nematoide foram transformados  $\log(x+1)$ , os dados referentes à altura da inserção da primeira vagem foram transformados pela transformação de Box-Cox ( $x^{-0,34}$ ) com auxílio do software estatístico R.

- Outliers dos dados referentes a *Helicotylenchus* sp, *Pratylenchus* sp no solo e raiz.
- *Helicotylenchus* sp. no solo e massa de mil grãos: foi realizada a análise de KRUSKAL WALLIS para determinar efeito do tratamento em função dos resíduos com distribuição não normal e sem homogeneidade de variância entre tratamentos. Para o teste de comparação de médias utilizou Wilcoxon rank sum test, e ajuste de Benjamini e Hochberg (1995) apenas para massa de mil grãos
- *Helicotylenchus* sp, *Pratylenchus* sp na raiz, rendimento de grãos, número de plantas e altura: foi realizada a análise de efeito de tratamento com análise de variância, sendo a comparação de média pelo teste de WELCH TEST com correção de Bonferoni, pois não havia homogeneidade de variância entre os tratamentos.
- *Pratylenchus* sp no solo, plantabilidade, altura de inserção da 1ª vagem: foi realizada análise de variância e teste de comparação médias por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## Resultados

### 1.1 Plantabilidade

Constatou-se que, em relação à porcentagem de plantas espaçadas na área experimental de Rio Verde-GO, os tratamentos Bpg\_Mn e M\_Brz foram os que apresentaram a melhor qualidade de semeadura, com 68,2 e 68,5% de aceitáveis, ou seja, de plantas distribuídas de forma equidistante na linha de semeadura (Tabela 2). Em relação as áreas com os menores valores de aceitáveis, ou seja, com qualidade inferior de semeadura, destaca-se o tratamento M\_Bpg com 51,8 % de plantas equidistantes na linha de semeadura. (Tabela 2).

**Tabela 2.** Valores médios da avaliação de plantabilidade da soja sobre diferentes palhadas: Número de Plantas por metro linear, Plantas Duplas (%), Planta Falhas (%) e Plantas Aceitáveis (%). Área experimental do Gapes, Rio Verde, Go, safra 2018/2019.

Sistemas	Plantabilidade			
	Plantas (m)	Plantas Duplas (%)	Plantas Falha (%)	Plantas Aceitáveis (%)
M_Mn	21,2±0,613	22,7 abc	14,9 ab	62,4 abc
Crot_Mn	21,1±0,613	25,3 a	17,0 ab	57,7 abc
Mix	20,9±0,613	20,4 abc	13,5 b	66,1 ab
S_Brz	20,2±0,613	24,9 ab	19,6 ab	55,6 abc
Gir_Brz	20,0±0,613	23,2 abc	17,1 ab	59,7 abc
S_Mn	19,9±0,613	20,4 abc	18,0 ab	61,6 abc
Pou	19,6±0,613	19,1 abc	20,0 ab	60,9 abc
Brz_Mn	19,5±0,708	22,5 abc	23,7 ab	53,9 bc
Bpg_Mn	19,2±0,613	14,4 c	17,4 ab	68,2 a
M_Brz	19,1±0,613	15,1 bc	16,4 ab	68,5 a
Bmr_Mn	19,1±0,613	20,8 abc	20,9 ab	58,3 abc
Milheto	19,1±0,613	19,6 abc	21,3 ab	59,1 abc
M_Bpg	18,2±0,613	24,0 abc	24,2 a	51,8 c
M_Bmr	18,1±0,613	22,0 abc	24,4 a	53,5 bc
<b>Erro Padrão</b>	-	1,97	2,05	2,79

Milho em monocultivo - M\_Mn, Milho Consorciado com *Urochloa ruziziensis* - M\_Brz, *Urochloa ruziziensis* em monocultivo - Brz\_Mn, Sorgo consorciado com *Urochloa ruziziensis* - S\_Brz, Sorgo monocultivo - S\_Mn, Milho consorciado com *Urochloa brizantha* cv. Marandu - M\_Bmr, *Urochloa brizantha* cv. Marandu - Bmr\_Mn, Milho consorciado com *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás - M\_Bpg, *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás - Bpg\_Mn, Girassol consorciado com *U. ruziziensis* - Gir\_Brz, *Crotalaria spectabilis* - Crot\_Mn, Milheto, Mix - (Milheto, *C. spectabilis* e *U. ruziziensis*).

A tabela 3, demonstra os resultados de plantabilidade e de população de plantas em Montividiu-GO, que se diferenciaram pelos sistemas de manejo adotados. Verifica se que, as maiores percentagens de plantas aceitáveis, são nos tratamentos M\_Brz, Milheto e Bpg\_Mn com 60,0, 60,5 e 64,0% respectivamente de aceitáveis.

Já área com o menor valor de aceitáveis, ou seja, com qualidade inferior de semeadura, destaca o tratamento Brz\_Mn com apenas 38,8% de plantas equidistantes na linha de semeadura (Tabela 3).

**Tabela 3.** Valores médios da avaliação de plantabilidade da soja sob diferentes palhadas: Número de Plantas por metro linear, Plantas Duplas (%), Planta Falhas (%) e Plantas Aceitáveis (%). Fazenda Boa Esperança, Montividiu, GO, safras 2018/2019.

Sistemas	Plantabilidade			
	Plantas (m)	Plantas Duplas (%)	Plantas Falhas (%)	Plantas Aceitáveis (%)
M_Mn	10,7±0,521 ab	14,36 ab	32,2 ab	53,4 ab
Crot_Mn	9,8±0,521 ab	15,79 ab	38,7 a	45,5 ab
Mix	11,7±0,521 ab	17,95 ab	30,6 ab	51,4 ab
S_Brz	11,7±0,521 ab	19,64 ab	31,1 ab	49,2 ab
Gir_Brz	12,2±0,521 a	14,83 ab	26,0 ab	59,2 ab
S_Mn	11,8±0,521 a	15,27 ab	27,3 ab	57,4 ab
Brz_Mn	9,0±0,602 b	25,75 ab	35,5 ab	38,8 b
Bpg_Mn	11,6±0,521 ab	9,72 b	26,3 ab	64,0 a
M_Brz	12,4±0,521 a	15,11 ab	24,9 ab	60,0 a
Bmr_Mn	12,1±0,521 a	16,56 ab	26,1 ab	57,3 ab
Milheto	11,0±0,521 ab	11,87 ab	27,6 ab	60,5 a
M_Bpg	10,4±0,521 ab	15,35 ab	34,5 ab	50,2 ab
M_Bmr	12,2±0,737 ab	30,00 a	17,0 b	53,0 ab
<b>Erro Padrão</b>	-	3,72	4,01	4,24

Milho em monocultivo - M\_Mn, Milho Consorciado com *Urochloa ruziziensis* - M\_Brz, *Urochloa ruziziensis* em monocultivo - Brz\_Mn, Sorgo consorciado com *Urochloa ruziziensis* - S\_Brz, Sorgo monocultivo - S\_Mn, Milho consorciado com *Urochloa brizantha* cv. Marandu - M\_Bmr, *Urochloa brizantha* cv. Marandu - Bmr\_Mn, Milho consorciado com *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás - M\_Bpg, *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás - Bpg\_Mn, Girassol consorciado com *U. ruziziensis* - Gir\_Brz, *Crotalaria spectabilis* - Crot\_Mn, Milheto, Mix - (Milheto, *C. spectabilis* e *U. ruziziensis*).

## 1.2 Nematoides (*Helicotylenchus* sp. e *Pratylenchus* sp)

De acordo com os dados das amostras de solo e raízes de soja coletadas sob diferentes palhadas, não observou efeito significativo a presença de *Helicotylenchus* sp. e *Pratylenchus* sp (Tabela 4).

**Tabela 4.** Populações de *Helicotylenchus* sp. e *Pratylenchus* sp. encontradas em amostras de solo e raiz em áreas cultivadas com soja sob diferentes palhadas. Área experimental do Gapes, Rio Verde, GO, safras 2018/2019.

Sistema	Gênero de nematoides			
	<i>Helicotylenchus</i> sp.		<i>Pratylenchus</i> sp.	
	Solo/100 cm <sup>3</sup>	Raiz/10 g	Solo/100 cm <sup>3</sup>	Raiz/10 g
M_Mn	349,50	39,50	9,50	105,50
Pou	174,75	18,75	19,00	48,50
M_Brz	167,75	21,00	3,00	43,00
M_Bpg	113,00	9,50	2,75	15,00
Bmr_Mn	104,25	24,25	6,50	27,25
Brz_Mn	104,25	50,25	15,50	66,00
S_Mn	95,25	42,00	7,50	57,25
Crot_Mn	86,75	11,75	5,75	37,00
S_Brz	86,00	9,75	23,25	58,50
Mix	83,87	4,25	10,50	6,00
M_Bmr	81,50	9,75	3,25	22,75
Milheto	34,75	22,50	4,25	54,00
Gir_Brz	30,75	12,50	4,00	1,75
Bpg_Mn	12,25	0,00	2,75	8,25
<b>Erro Padrão</b>	<b>34,37</b>	<b>12,01</b>	<b>6,29</b>	<b>24,28</b>

Milho em monocultivo - M\_Mn, Milho Consorciado com *Urochloa ruziziensis* - M\_Brz, *Urochloa ruziziensis* em monocultivo - Brz\_Mn, Sorgo consorciado com *Urochloa ruziziensis* - S\_Brz, Sorgo monocultivo - S\_Mn, Milho consorciado com *Urochloa brizantha* cv. Marandu - M\_Bmr, *Urochloa brizantha* cv. Marandu - Bmr\_Mn, Milho consorciado com *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás - M\_Bpg, *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás - Bpg\_Mn, Girassol consorciado com *U. ruziziensis* - Gir\_Brz, *Crotalaria spectabilis* - Crot\_Mn, Milheto, Mix - (Milheto, *C. spectabilis* e *U. ruziziensis*), Pousio - Pou.

### 1.3 Número e altura de plantas, altura inserção 1ª vagem e número de Vagens.

Ao avaliar os resultados referente ao sistema de cultivo da soja sob as diferentes palhadas em Rio Verde, pode-se observar nos resultados que para as variáveis número de plantas por metro linear e altura houve diferenças significativas. Os tratamentos que se destacaram com maiores valores para essas variáveis foram as plantas cultivadas nas palhadas de Crot\_Mn, Gir\_Brz, Mix e M\_Brz (Tabela 5). Na altura de inserção da 1ª vagem houve efeito significativo entre os tratamentos, destacando os tratamentos com as maiores alturas a Brz\_Mn, Bmr\_Mn e Bpg\_Mn (Tabela 5). Já para o número de vagens não houve efeito significativo.

Em Montividiu-GO não houve efeito significativo entre os tratamentos em todas as variáveis avaliadas (Tabela 6).

**Tabela 5.** Valores médios de plantas por metro linear, altura de plantas (m), altura inserção 1ª vagem (m), número de vagens de soja cultivada sob diferentes palhadas. Área experimental do GAPES, Rio Verde, GO, safra agrícola 2018/2019.

Sistemas	Plantas	Altura	Altura de Inserção	Nº de Vagem
	Final	(m)	1º Vagem (m)	(planta <sup>-1</sup> )
Crot_Mn	22,04 a	1,32 a	0,11 ab	29,93
Gir_Brz	21,69 a	1,30 a	0,12 bcd	28,11
Mix	21,68 a	1,27 a	0,10 d	27,93
M_Brz	21,18 a	1,27 ab	0,11 ab	29,2
Milheto	20,55 ab	1,23 ab	0,13 bcd	25,76
Brz_Mn	20,26 ab	1,21 ab	0,14 a	28,93
Pou	19,94 ab	1,19 ab	0,13 cd	25,36
M_Mn	19,68 ab	1,18 ab	0,12 bcd	25,46
Bmr_Mn	19,33 b	1,16 b	0,14 a	29,7
S_Mn	19,05 b	1,14 b	0,12 bcd	27,95
Bpg_Mn	18,98 b	1,13 b	0,14 a	29,56
S_Brz	18,80 b	1,12 b	0,12 abc	27,85
M_Bpg	18,62 b	1,11 b	0,12 bcd	27,08
M_Bmr	18,33 b	1,10 b	0,11 ab	29,11
<b>Erro padrão</b>	<b>0,45</b>	<b>0,026</b>	<b>0,020</b>	<b>1,07</b>

Milho em monocultivo - M\_Mn, Milho Consorciado com *Urochloa ruziziensis* - M\_Brz, *Urochloa ruziziensis* em monocultivo - Brz\_Mn, Sorgo consorciado com *Urochloa ruziziensis* - S\_Brz, Sorgo monocultivo - S\_Mn, Milho consorciado com *Urochloa brizantha* cv. Marandu - M\_Bmr, *Urochloa brizantha* cv. Marandu - Bmr\_Mn, Milho consorciado com *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás - M\_Bpg, *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás - Bpg\_Mn, Girassol consorciado com *U. ruziziensis* - Gir\_Brz, *Crotalaria spectabilis* - Crot\_Mn, Milheto, Mix - (Milheto, *C. spectabilis* e *U. ruziziensis*), Pousio - Pou. O número de vagens é a média de 5 plantas.

**Tabela 6.** Valores médios de plantas por metro linear, altura de plantas (m), altura inserção 1ª vagem (m), número de vagens de soja cultivada sob diferentes palhadas. Fazenda Boa Esperança, Montividiu, GO, (19,5 % de argila), safra agrícola 2018/2019.

Sistemas	Plantas	Nº Vagem	Massa de Mil Grãos	Rendimento
	Final	(planta <sup>-1</sup> )	(g)	(kg ha <sup>-1</sup> )
Crot_Mn	11,77±0,26	53±5,96	136,52±2,01	3432,46±100,25 ab
Gir_Brz	11,56±0,26	52±5,96	131,33±2,01	2967,13±100,25 c
Mix	11,73±0,26	70±5,96	132,75±2,01	3762,54±104,71 a
M_Brz	11,34±0,26	43±5,96	137,55±2,01	3469,83±100,25 b
Milheto	11,52±0,26	53±5,96	137,90±2,01	3488,08±109,82 ab
Brz_Mn	12,18±0,26	47±5,96	143,60±3,11	3163,29±155,31 ab
M_Mn	11,50±0,27	68±5,96	135,59±2,01	3485,92±109,82 b
Bmr_Mn	10,95±0,27	65±5,96	138,65±2,01	3290,37±115,7 ab
S_Mn	11,34±0,26	57±5,96	140,71±2,01	3208,74±100,25 b
Bpg_Mn	11,77±0,26	48±5,96	139,03±2,01	3134,26±100,25 b
S_Brz	12,04±0,26	57±5,96	139,43±2,01	3291,62±100,25 ab
M_Bpg	10,86±0,28	56±5,96	136,32±2,01	3012,76±104,71 b
M_Bmr	12,19±0,27	51±5,96	137,55±2,01	3697,78±100,25 ab

Milho em monocultivo - M\_Mn, Milho Consorciado com *Urochloa ruziziensis* - M\_Brz, *Urochloa ruziziensis* em monocultivo - Brz\_Mn, Sorgo consorciado com *Urochloa ruziziensis* - S\_Brz, Sorgo monocultivo - S\_Mn, Milho consorciado com *Urochloa brizantha* cv. Marandu - M\_Bmr, *Urochloa brizantha* cv. Marandu - Bmr\_Mn, Milho consorciado com *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás - M\_Bpg, *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás - Bpg\_Mn, Girassol consorciado com *U. ruziziensis* - Gir\_Brz, *Crotalaria spectabilis* - Crot\_Mn, Milheto, Mix - (Milheto, *C. spectabilis* e *U. ruziziensis*).

#### 1.4 Massa de mil grãos e rendimento de grãos

Para a variável de massa de mil grãos foi observada diferença significativa, sendo que a maior massa de grão no tratamento com a palhada de Crot\_Mn com 181,42g (Tabela 7). Para produtividade de soja houve efeito significativo entre os tratamentos com maiores rendimentos de grãos observados na soja sob palhadas de Gir\_Brz e Mix e Crot\_Mn com 4823,88 kg ha<sup>-1</sup>, 5124,57 kg ha<sup>-1</sup> e 5719,70 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

Para o rendimento de grãos em Montividiu-GO a soja no tratamento com a palhada do Mix de plantas apresentou o maior valor de 3762,54 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 6).

**Tabela 7.** Valores médios para massa de mil grãos e rendimento de grãos de soja cultivada sob diferentes palhadas. Área experimental do GAPES, Rio Verde, GO, safra agrícola 2018/2019.

Sistemas	Massa de Mil Grãos (g)	Rendimento de grãos kg ha <sup>-1</sup>
Crot_Mn	181,42 a	5719,70±147,56 a
Gir_Brz	178,48 ab	4823,88±141,28 a
Mix	173,10 b	5124,57±141,28 a
M_Brz	174,40 ab	3705,18±154,76 b
Milheto	169,38 b	3019,03±147,56 b
Brz_Mn	172,92 ab	3938,27±147,56 b
Pou	149,49 b	3225,49±141,28 b
M_Mn	171,55 ab	3740,12±154,76 b
Bmr_Mn	174,35 ab	3887,91±154,76 b
S_Mn	171,26 b	4041,22±147,56 b
Bpg_Mn	178,36 ab	3975,66±154,76 b
S_Brz	173,58 ab	3673,47±141,28 b
M_Bpg	180,96 ab	4064,66±141,28 b
M_Bmr	171,37 b	3613,31±141,28 b

Milho em monocultivo - M\_Mn, Milho Consorciado com Urochloa cv. Ruziziensis - M\_Brz, Urochloa cv. Ruziziensis - Brz\_Mn  
Sorgo consorciado com Urochloa cv. Ruziziensis - S\_Brz, Sorgo monocultivo - S\_Mn, Milho consorciado com Urochloa cv. Marandu - M\_Bmr, Urochloa cv. Marandu - Bmr\_Mn, Milho consorciado com Urochloa cv. BRS paiaguás- M\_Bpg, Urochloa cv. BRS paiaguás - Bpg\_Mn, Girassol consorciado com U. ruziziensis - Gir\_Brz, Crotalaria spectabilis - Crot\_Mn, Milheto, Mix - (Milheto, C. spectabilis e U. ruziziensis), Pousio - Pou.

## Discussões

### 1.1 Plantabilidade

A classificação proposta por Tourino e Klingensteiner (1983) considera uma semeadura de qualidade aquela que distribui 90 a 100% das sementes na faixa de espaçamentos aceitáveis (equidistantes) entre plantas; bom desempenho, aquele que varia de 75 a 90% de aceitáveis; regular, variando de 50 a 75%, e, semeadura de baixa qualidade, ou insatisfatória, aquela que apresenta distribuição de plantas na linha de semeadura com

variabilidade entre plantas, para uma mesma população, abaixo de 50%. De acordo com essa classificação, a distribuição de plantas de soja na área experimental em Rio Verde-GO apresentou resultado regular, quanto à distribuição das sementes na linha de semeadura (Tabela 2). Já em Montividiu-GO este resultado variou de regular a baixa qualidade (Tabela 3).

Grande quantidade de biomassa sob o solo na época de plantio pode aumentar o índice de patinação do trator ao realizar a semeadura, assim como tende a ocorrer “embuchamento” com a palha acumulada na linha da semeadora (ARATANI et al., 2009). O que não foi observado “embuchamento” por ocasião do plantio neste estudo, nas diferentes áreas.

Mesmo não alcançando valores ótimos de plantas aceitáveis (Tabela 2 e 3), a soja tem capacidade de adaptação às condições, definida como plasticidade (RAMBO et al., 2003). Ainda se tem resistência dos produtores para adoção do sistema culturas de cobertura diferentes ao milho sendo um dos entraves são citados por eles a ocorrência de embuchamento da semeadora, que por sua vez ocasiona menor uniformidade de plantio. De acordo com Franchini et al. (2015), a época de dessecação também pode influenciar significativamente a plantabilidade e o desempenho agrônômico da soja em sucessão.

A dessecação nas duas áreas estudadas, foram realizadas com 30 dias de intervalo para a semeadura, esse período mostrou suficiente para promover a dessecação de todas as plantas das espécies estudadas e eliminar eventuais interferências de quaisquer sistemas de cultivo avaliados no que se refere à embuchamento.

De maneira geral, em relação ao *U. brizantha* cv. BRS Paiaguás e da *U. ruziziensis* possuíram maior eficiência de plantas aceitáveis (Tabela 2 e 3), ambas apresentam bom estabelecimento, com boa facilidade de manejo para produção de palhada. Segundo Brighenti et al. (2011), tende a ter variações entre as espécies de *U. decumbens*, *U. brizantha* e *U. ruziziensis*, quanto a sensibilidade ao herbicida glyphosate, sendo a *U. ruziziensis* a mais susceptível e possibilitando a realização da semeadura com menor intervalo de tempo após a dessecação.

Por este motivo, os resultados demonstram que eventuais restrições ao uso de *U. brizantha* como planta de cobertura não esteja associada a morfologia desta planta forrageira, mas ao manejo da dessecação (MACHADO e VALLE, 2011). As características da *U. ruziziensis* em emitir colmos decumbentes, que enraízam no nó e cobrem espaços vazios nas entrelinhas, considera essa espécie como uma espécie fácil de dessecar (FERREIRA et al., 2010). Além disso, o capim-paiaguás apresenta rebrota

vigorosa e rápida, colmo finos que acamam com facilidade (MACHADO et al., 2017) e excelente cobertura do solo (COSTA et al., 2017).

### 1.2 Nematoides (*Helicotylenchus* sp. e *Pratylenchus* sp)

A expansão dos problemas causados pelos nematoides no Brasil, especialmente na região do Cerrado, provavelmente se deve à intensificação do uso de terras agrícolas, com monocultura de culturas suscetíveis, que aumentam as populações de nematoides do solo ao longo das lavouras (MACHADO, 2014).

Para Salgado e Resende (2010) antes de iniciar a implantação de uma nova lavoura deve-se fazer análises do solo para verificar a ocorrência de nematoides que causam perdas de produtividade. Como a avaliação do trabalho foi somente de uma safra, ainda não foi possível verificar alterações significativas na população de nematoides em função dos tratamentos (Tabela 4).

Os cultivos anuais (particularmente as monoculturas) tendem a favorecer espécies de determinados gêneros de fitonematoides, que se tornam mais abundantes após a transformação de ecossistemas nativos em agroecossistemas (GOULART et al., 2003). O milho é atualmente a cultura mais comumente usada em rotação de cultura com a soja, contudo, neste trabalho, a palhada de milho apresentou numericamente maiores populações observadas de *Helicotylenchus* sp. e *Pratylenchus* sp. encontradas em amostras de solo e raiz em comparação as demais palhadas (Tabela 4).

Além da soja, os nematoides podem parasitar outras culturas, tais como: aveia, milheto, girassol, cana-de-açúcar, algodão, amendoim, etc., alguns adubos verdes e a muitas ervas daninhas. Entretanto, existe diferença entre e dentro das culturas ou espécies utilizadas em cobertura ou como adubo verde, com relação à capacidade de multiplicação do parasita (MACHADO et al., 2007). Espécies e cultivares resistentes ou que multiplicam menos o parasita devem ser preferidas para semeadura, em rotação/sucessão com a soja, nas áreas infestadas.

Segundo Dias-Arieira et al. (2003), avaliando o potencial de gramíneas forrageiras em controlar populações isoladas e mistas de nematoides, apresentaram resultados mais promissores as *Brachiaria brizantha* e as cultivares de *Panicum maximum*. Sabe-se que algumas gramíneas forrageiras podem promover a reprodução de alguns fitonematoides, no entanto os resultados encontrados nestes estudos demonstraram resultados positivos em relações as gramíneas, já que ambas apresentaram numericamente resultados intermediários nos números de indivíduos em relação ao cultivo usual da região (milho/soja) (Tabela 4).

Tendo grande respaldo como eficiente adubo verde, a Crotalária além de contribuir na fixação de nitrogênio, vem sendo empregada no controle populacional de nematoides (SILVA et al., 2018). Segundo Silveira e Rava (2004) a *Crotalária spectabilis* é uma leguminosa tropical e serve na agricultura como adubação verde, fixação de nitrogênio e como controle biológico de nematoides.

De acordo com Gonçalves e Silvarolla (2007) o desenvolvimento dos nematoides se dá em conjunto aos fatores entre parasito, planta hospedeira, capacidade nutricional da planta e características físicas, químicas e biológicas do solo. O controle de fitonematoides é uma tarefa difícil, geralmente o produtor precisa conviver com o patógeno através do manejo dos níveis populacionais no solo. Métodos de controle contra nematoides têm eficiência relativa porque estes possuem tegumento pouco permeável, que lhes confere grande resistência a agentes físicos e químicos (ALCANFOR et al. 2001). O controle dos nematoides na soja requer a correta identificação. Entretanto, a medida de controle mais eficiente é a rotação de culturas.

### **1.3 Número e altura de plantas, altura inserção 1ª vagem e número de Vagens.**

A população de plantas nas áreas experimentais, foi a cerca de 400.000 mil plantas  $ha^{-1}$  para Rio Verde-GO e 280.000 mil plantas  $ha^{-1}$  em Montividiu-GO, valores recomendados para os cultivares. A escolha de diferentes cultivar, influencia na população de plantas, no caso neste estudo a soja semeadas nos tratamentos contendo as palhadas Crot\_Mn, Gir\_Brz, Mix e M\_Brz, de Rio Verde-GO, tiveram os maiores valores de plantas finais (Tabela 5). Fica evidente o efeito benéfico da biomassa dos tratamentos com palhada de leguminosa e capim consorciado no desenvolvimento das plantas associado ao correto manejo de dessecação e plantio não trazendo prejuízos à população de soja.

Resultados semelhantes foram descritos por Krutzmann et al. (2013), estudando o rendimento da soja sobre palhadas de gramíneas tropicais em SIPA, em que constataram maiores valores em população final de plantas nas áreas em que a biomassa vegetal sob o solo era composta por capins. Desse modo, para a cultura da soja atinja o máximo potencial produtivo em campo, é indispensável que a população de plantas e espaçamento entre fileiras sejam considerados, a distribuição das plantas no campo resulta em mais produtividade na cultura.

Os tratamentos que se destacaram estão de acordo com Marques (2010), segundo este, a altura mínima da primeira vagem deve ser de 0,10 a 0,15 m, para se obter uma colheita com o mínimo de perdas pela barra de corte. Valores médios semelhantes foram

encontrados por Sousa (2011), em que a altura de inserção da primeira vagem variou de seis a treze centímetros. Almeida et al. (2011), ressaltam que a utilização de plantas muito altas ( $> 80$  cm) e com baixa altura de inserção de primeira vagem ( $< 10$  cm) poderá acarretar perdas na colheita mecanizada, o que não foi verificado neste estudo.

No presente trabalho observou-se que os tratamentos que se destacaram, apresentaram altura de inserção de primeira vagem em torno de 10 a 14 cm (Tabela 5). Segundo Sedyama (2009), a altura mínima para inserção da primeira vagem também deve ser de 10 a 12 cm para terrenos planos e em torno de 15 cm para áreas que apresentam declive, para que sejam reduzidas as perdas durante a colheita pela barra de corte da colhedora. A altura média de plantas e inserção das primeiras vagens são características que variam entre os genótipos de soja e apresentam alguma plasticidade em relação às alterações ambientais (FRANCHINI et al., 2012).

O número de vagens por planta não foi influenciado pela soja semeada sob as diferentes palhadas, com valores variando entre 25,36 a 29,93 na área experimental em Rio Verde-GO e 43 a 70 planta<sup>-1</sup> na área experimental em Montividiu-GO (Tabela 5 - 7). O número de vagens por planta é influenciado pela população utilizada, sendo inversamente proporcionalmente ao número de plantas por área (ROCHA et al., 2007).

### **1.3 Rendimento e massa de mil grãos de soja**

Na área experimental em Rio Verde-GO o tratamento que apresentou o maior peso da massa de mil grãos foi a Crotalária em monocultivo (Tabela 7). Em Montividiu-GO, a massa de mil grãos não diferiu entre os tratamentos (Tabela 6). Esses resultados podem ter influência da precipitação observada durante o período experimental (Figura 1 e 2). Para Petter et al. (2012), as condições edafoclimáticas interferem nas respostas da cultura da soja quanto ao manejo adotado, refletindo nos componentes de rendimento e produtividade. A massa de mil grãos é importante, pois está diretamente relacionada ao potencial de rendimento da soja (Pereira, 2016).

A estimativa de rendimento de grãos ha<sup>-1</sup> para a safra 2018/2019 no Brasil foi de 3.192 kg ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2019), ou seja, os resultados deste trabalho, mostraram valores acima da média nacional, justificando a utilização de culturas anuais de cobertura para o plantio da soja.

As maiores produtividades da soja sob as palhadas de Crot\_Mn, Mix e Gir\_Brz em Rio Verde-GO (Tabela 6) e a soja semeada sob a palha do mix em Montividiu-GO (Tabela 7). Essas produtividades podem ser explicadas, porque essas espécies têm a capacidade de reciclar consideráveis quantidades de nutrientes e liberá-los de forma a

suprir as necessidades nutricionais (SALTON et al., 2011). Além disso, os mesmos tratamentos alcançaram uns dos maiores valores na variável de número de vagens, um dos fatores indicativos para produção da cultura (Tabela 6 e 7).

Estes resultados demonstram a importância da alternância de culturas com a implantação de leguminosas em uma área com histórico de sucessão soja-milho. Deve-se enfatizar que o maior aporte de N ao sistema solo-planta, derivado da fixação biológica realizada em leguminosas, pode ter contribuído para a melhoria do rendimento da soja, pois é uma fonte que é gradualmente liberada pela mineralização (DUARTE et al., 2014).

Segundo Andreola et al. (2000), as gramíneas, geralmente contribuem com quantidades relativamente elevadas de fitomassa, caracterizada pela alta relação C: N, o que pode aumentar a persistência da cobertura do solo. Estudos têm revelado que algumas coberturas de solo, dentre as quais citam-se braquiária, milheto e crotalária apresentam boa adaptação às condições de Cerrado e produzem resíduos vegetais em quantidade e qualidade adequada (TORRES et al., 2011).

A *U. ruziziensis* consorciada tem sido estudada, visto que é uma boa alternativa de forrageira quando se objetiva a produção de palhada para o sistema de produção (FERREIRA et al., 2015). A cultura do milheto sendo uma das culturas presentes neste estudo, no tratamento “mix”, destaca pelo acúmulo de nutrientes, sendo reciclados ou liberados gradativamente no solo (EMBRAPA, 2018).

Neste caso, a raiz pivotante profunda da *Crotalaria spectabilis*, pode romper camadas compactadas, além de ser uma planta subarbuscular, de porte mediano e ramificada, apresenta bom comportamento nos diferentes tipos de textura de solo, inclusive nos solos relativamente pobres em fósforo (PACHECO et al., 2011).

Marcelo et al. (2010) avaliando os atributos químicos do solo e a produtividade das culturas de soja, milho e arroz, cultivadas no verão, em sucessão a milho, girassol, nabo forrageiro, milheto, guandu, sorgo e crotalária como culturas de inverno, observaram que os resíduos de nabo forrageiro e crotalária proporcionaram as maiores produtividades de soja, corroborando com os resultados encontrados. Marcelo et al. (2009), afirmam que o acúmulo de nutrientes com rápida liberação ao solo, favorece a soja em sucessão.

O uso de plantas com sistema radicular abundante e profundo e alta produção de massa seca auxilia na redução da compactação promovida pelo tráfego de máquinas em condições de maior umidade do solo. E, sendo justificado porque as raízes das plantas podem formar canais (poros) contínuos pelos quais as raízes das culturas em sucessão

podem crescer, melhorando a absorção de água e nutrientes em camadas subsuperficiais. (MORAES et al., 2016).

Dessa forma, a prática de sucessão de culturas ou a adubação verde, principalmente com uso de leguminosas, constitui importante maneira de adicionar nutrientes, podendo substituir parcialmente o adubo mineral, promovendo a reciclagem de nutrientes para as plantas, com vantagens, ao promover a liberação lenta e sincronizada, de acordo com as necessidades das plantas (SANTOS et al., 2011).

### **Conclusões**

A utilização de leguminosas associadas ou não com gramíneas como plantas de cobertura do solo para o sistema de plantio direto, cultivadas na safrinha, proporciona melhor desempenho da cultura de soja.

### **Agradecimentos**

À FAPEG/CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pela concessão da bolsa ao 1º autor e ao GAPES (Grupo Associado de Pesquisa do Sudoeste Goiano) e do Grupo Kompier, na condução do experimento.

Agradecimento ao IF Goiano e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias-Agronomia.

### **Referências**

ALCANFOR, D.C.; INNECO, R.; COLARES, J.S.; MATTOS, S.H. Controle de nematóides de galhas com produtos naturais. *Horticultura Brasileira*, v.19, 2001.

ALMEIDA, R. D.; PELUZIO, J. M.; AFFÉRI, F. S. Divergência genética entre cultivares de soja, sob condições de várzea irrigada, no sul do Estado Tocantins. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 42, n. 1, p. 108-115, 2011.

ANDREOLA, F.; COSTA, L.M.; OLSZEWSKI, N. Influência da cobertura vegetal de inverno e da adubação orgânica e, ou, mineral sobre as propriedades físicas de uma terra roxa estruturada. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.24, p.857-865, 2000.

ARATANI, R.G.; FREDDI, O.S.; CENTURION, J.F.; ANDRIOLI, I. Qualidade física de um Latossolo Vermelho Acriférrico sob diferentes sistemas de uso e manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.33, p.677-687, 2009.

BALBINOT JUNIOR, A. A.; FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; YOKOYAMA, A. H. Contribution of roots and shoots of *Brachiaria* species to soybean performance in succession. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 52, n. 8, p. 592-598, 2017.

BONFERRONI, C. E., Teoria statistica delle classi e calcolo delle probabilità, Pubblicazioni del R Istituto Superiore di Scienze Economiche e Commerciali di Firenze 1936.

BRIGHENTI, A.M.; SOBRINHO, S.F.; ROCHA, W.S.D.; MARTINS, C.E.; DEMARTINI, D.; COSTA, T.R. Suscetibilidade diferencial de espécies de braquiária ao herbicida glifosato. Pesquisa agropecuária brasileira, v.46, n.10, p.1241-1246, 2011.

CARNEIRO, M.A.C.; SOUZA, E.D.; REIS, E.F.; PEREIRA, H.S. & AZEVEDO, W.R. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de Cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 33. P 147-157, 2009.

CONAB (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO). Acompanhamento da safra Brasileira de grãos. v. 7 - Safra 2019/20 - n. 3 - Terceiro levantamento, dezembro de 2019. Disponível em < <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. Acesso em 11 jan. 2020.

COOLEN, W.A. D'HERDE, C.J. A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue. Ghent: State Nematology and Entomology Research Station, 77p.1972. COSTA; N.V.; PERES, E.J.L.; RITTER, L.; SILVA, P.V.O. Doses de glyphosate na dessecação de Urochloa ruziziensis antecedendo o plantio do milho. Scientia. Agraria, v.13, n.2, p.117-125, 2017.

DIAS-ARIEIRA, C.R., S. FERRAZ, L.G. FREITAS & E.H. MIZOBUTSI. Avaliação de gramíneas forrageiras para o controle de Meloidogyne incognita e M. javanica (Nematoda). Acta Scientiarum-Agronomy, 25 (2): 473-477, 2003.

DUARTE, I.B.; GALLO, A.S.; GOMES, M.S.; GUIMARÃES, N.F.; ROCHA, D.P.; SILVA, R.F. Plantas de cobertura e seus efeitos na biomassa microbiana do solo. Acta Iguazu, 3, 150- 165, 2014.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Cultivo do Milheto. Disponível em: < <https://www.spo.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: março. 2020. FEBRAPDP - Federação Brasileira de Plantio Direto e Irrigação, disponível em: <http://febrapdp.org.br/plantio-direto-o-que-e> Acesso em: 14/12/2019.

FERREIRA, A. C. de B.; LAMAS, F. M.; CARVALHO, A. M. da C. S.; SALTON, J. C.; SUASSUNA, N. D. Produção de biomassa por cultivos de cobertura do solo e produtividade do algodoeiro em plantio direto. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 45, n. 6, p. 546-553, jun. 2010.

FERREIRA, A.C.D.B.; Lamas, F.M. Espécies vegetais para cobertura do solo: influência sobre plantas daninhas e a produtividade do algodoeiro em sistema plantio direto. Ceres, 57(6), 2015.

FRANCHINI, J.C., DEBIASI, H., BALBINOT JUNIOR, A.A., TONON, B.C., FARIAS, J.R.B., OLIVEIRA, M.C.N., TORRES, E., 2012. Evolution of crop yields in different tillage and growing systems over two decades in Southern Brazil. Field Crops Research, v.137, p.178-185, 2012.

FRANCHINI, J.C., JUNIOR BALBINOT, A. A.; DEBIASI, H.; CONTE, O. Desempenho da soja em consequência de manejo de pastagem, época de dessecação e

adubação nitrogenada. Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, v. 50, n. 12, p. 1131-1138, 2015.

FRANCHINI, J.C.; BALBINOT JUNIOR, A.A.; DEBIASI, H.; CONTE, O. Soybean performance as affected by desiccation time of *Urochloa ruziziensis* and grazing pressures. Revista Ciência Agronômica, v.45, p.999-1005, DOI: 10.1590/ S1806-66902014000500015, 2014.

GONÇALVES, W.; SILVAROLA, M.B A luta contra a doença causada pelos nematóides parasitos do cafeeiro. O Agrônomo, Campinas, v. 59, n.1 p. 54 – 57, 2007.

GOULART, A. M. C.; FERRAZ, L. C. C. B. Comunidades de nematoides em Cerrado com vegetação original preservada ou substituída por culturas. 1. Diversidade trófica. Nematologia Brasileira, Piracicaba, v. 27, n. 2, p. 123-128, 2003.

JENKINS, W. R. A rapid centrifugal- flotation technique for separating nematodes from soil. Plant disease reporter, v. 48, n9, v 1964.

KÖPPEN, W.P. Grundriss der Klimakunde. Berlin, Walter de Gruyter, 1931.

KRUSKAL-WALLIS H Test in SPSS Statistics | Procedure, output and interpretation of the output using a relevant example statistics.laerd.com. Consultado em 20 de janeiro, 2020.

KRUTZMANN, A.; CECATO, U.; SILVA, P. A.; TORMENA, C. A.; IWAMOTO, B. S.; MARTINS, E. N. Palhadas de gramíneas tropicais e rendimento da soja no sistema de integração lavoura-pecuária. Bioscience Journal, Uberlândia, v. 29, n. 4, p. 842- 851, 2013.

Machado ACZ. Ameaças atuais de nematóides à agricultura brasileira. Agricult atual. Sci. e Technol. 2014.

MACHADO, A. C. Z.; MOTTA, L. C. C.; SIQUEIRA, K. M. S.; FERRAZ, L. C. C. B.; INOMOTO, M. M. Host status of green manures for two isolates of *Pratylenchus brachyurus* in Brazil. Nematology, v. 9, p. 799-805, 2007.

MACHADO, L.A. Z.; CECATO, U.; COMUNELLO, E; CONCEÇO; G. CECCON, G. Estabelecimento de forrageiras perenes em consórcio com soja, para sistemas integrados de produção agropecuária. Pesq. agropec. Bras., Brasília, v.52, n.7, p.521-529, jul. 2017.

MACHADO, L.A.; VALLE, C.B.; Desempenho agrônômico de genótipos de capim braquiária em sucessão à soja. Pesquisa agropecuária. Brasileira, v. 46, n. 11, p.1454-1462, 2011.

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

MARCELO, A. V.; CORÁ, J. E.; FERNANDES, C.; SCATOLIN, M.; MARTINS, M. R.; SEBEN JUNIOR, G. F.; SOARES, A. G. N. Exportação de nutrientes e produtividade de soja cultivada após culturas de inverno em semeadura direta. In: REUNIÃO

BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 27., 2010, Guarapari. Anais... Guarapari, ES: Fertbio, 2010.

MARCELO, A.V.; CORÁ, J. E.; FERNANDES, C.; MARTINS, M. R.; JORGE, R. F. Crop sequences in no-tillage system: effects on soil fertility and soybean, maize and rice yield. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 33, n. 2, p. 417-428, 2009.

MARQUES, M. C. Adaptabilidade, estabilidade e diversidade genética de cultivares de soja em três épocas de semeadura, em Uberlândia – MG. 2010. 95f. Dissertação (Mestrado em fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2010.

MOARES, M.T. et al. Benefícios das plantas de cobertura sobre as propriedades físicas do solo. In: TIECHER, T. (Ed.) *Manejo e conservação do solo e da água em pequenas propriedades rurais no sul do Brasil: práticas alternativas de manejo visando a conservação do solo e da água*. Porto Alegre, RS: UFRGS, p. 34–48, 2016.

PACHECO, L. P.; PETTER, F. A. Benefits of Cover Crops in Soybean Plantation in Brazilian Cerrados. In: Tzi Bun Ng. (Ed.). *Soybean - Applications And Technology*. Rijeka: InTech, p. 67-94 2011.

PEREIRA, F. C. B. L., MELLO, L. M. M., Pariz, C. M., Mendonça, V. Z., Yano, E. H., Miranda, E. E. V., Crusciol, C. A. C. Autumn maize intercropped with tropical forages: crop residues, nutriente cycling, subseqüente soybean and soil quality. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.40: 1-20, 2016.

PETTER, F.A.; PACHECO, L.P.; ALCÂNTARA NETO, F.; SANTOS, G.G. Respostas de cultivares de soja à adubação nitrogenada tardia em solos de cerrado. *Revista Caatinga*, v.25, p.67- 72, 2012.

RAMBO L, COSTA JA, PIRES, JLF; PARCIANELLO G e FERREIRA FG. Rendimento de grãos da soja em função do arranjo de plantas. *Ciência Rural*, 33:405-411, 2003.

ROCHA, M. M. et al. Avaliação preliminar de genótipos de feijão-caupi para feijão-verde. *Revista Científica Rural*, v. 12, n. 01, p. 153-156, 2007.

SALGADO, S. M. L; REZENDE, J. C. Manejo de Fitonematóide em Cafeeiro. In: Reis, P.R; Cunha, R. L. *Café arábica do plantio a colheita*. Vol.1, p.757-804. 2010.

SALTON, J.C., MIELNICZUK, J., BAYER, C., FABRÍCIO, A.C., MACEDO, M.C.M., & BROCH, D.L. Teor e dinâmica do carbono no solo em sistemas de integração lavoura-pecuária. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46(10), 1349-1356, 2011.

SANTOS, H.P., FONTANELI, R.S., SPERA, S.T., DREON, G. Fertilidade, teor de matéria orgânica do solo em sistemas de produção com integração lavoura, pecuária sob plantio direto. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.6, p.474-482, 2011.

SEDIYAMA, T. (Ed.). *Tecnologias de produção e usos da soja*. Londrina: Ed. Mecenas, 314p. 2009.

SILVA, A.N., FIGUEIREDO, C.C., CARVALHO, A.M., SOARES, D.S., SANTOS, D.C.R., SILVA, V.G., Effects of cover crops on the physical protection of organic matter and soil aggregation. *Australian Journal of Crop Science*. AJCS 10(12), p.1623-1629, 2018.

SILVEIRA, P.M. da; RAVA, C.A. Utilização de *Crotalaria* no Controle de Nematoides na Raiz do feijão. Santo Antonio de Goiás GO: EMBRAPA. Comunicado Técnico. 2004. SOUSA, L. B. Parâmetros genéticos e variabilidade em genótipos de soja. 2011. 72 f. Dissertação (Mestrado fitotecnia). Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia – MG. 2011.

TORRES, J.L.R.; PEREIRA, M.G.; ANDRIOLI, I.; POLIDORO, J.C. FABIAN, A.J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.29, p.609-618, 2011.

TOURINO, M.C.; KLINGENSTEINER, P. Ensaio e avaliação de semeadoras adubadoras, Rio de Janeiro: UFRRJ, v. 2. p. 103-116. 1983.

WELCH, B. L. The significance of the difference between two means when the population variances are unequal. *Biometrika*, 29, 350-362. 1938.

WILCOXON, FRANK "Individual comparisons by ranking methods" (PDF). *Biometrics Bulletin*. 1 (6): 80–83,1945.

## CAPÍTULO II

(Normas de acordo com a revista Agricultural Systems).

Atividade alimentar da fauna do solo em sistemas de produção de soja em sucessão a culturas anuais de cobertura no cerrado brasileiro

**Resumo** – A diversidade de cultivo e práticas culturais podem ter influência direta sobre a fauna do solo, uma vez que este fato determina a composição do resíduo orgânico mantido no sistema. O objetivo desse estudo foi avaliar atividade alimentar da fauna do solo com o método de bait-lâmina sob diferentes palhadas estabelecidas via sistema integrado de produção. O trabalho foi realizado no município de Rio Verde, GO, em dois anos, 2018 e 2019. O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso com 4 blocos e 3 repetições por tratamento. Os tratamentos corresponderam o cultivo da soja sobre as diferentes palhadas de: Milho monocultivo (M\_Mn); Milho consorciado com *Urochloa ruziziensis* (M\_Brz); *U. ruziziensis* monocultivo (Brz\_Mn); Sorgo consorciado com *U. ruziziensis* (S\_Brz); Sorgo monocultivo (S\_Mn); Girassol consorciado com *U. ruziziensis* (Gir\_Brz); Mix (Milheto, *C. spectabilis* e *U. ruziziensis*), Pousio (Pou) e uma área de vegetação nativa (Cerrado). Para avaliação da atividade alimentar dos organismos nos diferentes pontos amostrais, foram utilizadas 72 bait-lâmina por tratamento, inseridas no solo até 8 cm de profundidade em cada ponto dentro do sistema, as bait-lâmina ficaram expostas no solo 13 dias. Observou-se diferenças significativas entre os tratamentos, e o maior consumo foi observado na profundidade de 0,5cm para o tratamento do cerrado com 90,27% seguido do mix com 64,58%. O Cerrado apresentou maior tendência de consumo, por ser uma área com predominância de vegetação nativa.

**Termos para indexação:** Bait-lâmina, Monocultivo, Qualidade do solo, Sistema plantio direto, SIPA.

## Food activity of soil fauna in soybean production systems in succession to annual cover crops in the Brazilian cerrado

**Abstract** – The cultivation diversity and cultural practices can have a direct influence on soil fauna, since this fact determines the organic waste composition maintained in the system. The objective of this study was to evaluate the feeding activity of soil fauna using the bait-blade method under different straws established by an integrated production system. The work was carried out in the municipality of Rio Verde, GO, in two years, 2018 and 2019. The experimental design used was randomized blocks with 4 blocks and 3 repetitions per treatment. The treatments corresponded to the cultivation of soybeans on the different straws of: monoculture corn (M\_Mn); corn intercropped with *Urochloa ruziziensis* (M\_Brz); *U. ruziziensis* monocultivo (Brz\_Mn); Sorghum intercropped with *U. ruziziensis* (S\_Brz); ); Sunflower intercropped with *U. ruziziensis* (Gir\_Brz); Mix (Milheto, *C. spectabilis* and *U. ruziziensis*), Fallow (Pou) and an area of native vegetation (Cerrado). To evaluate the food activity of the organisms at the different sample points, 72 blade baits per treatment were used, inserted into the soil up to 8 cm deep at each point within the system, the blade bait were exposed to the soil for 13 days. Significant differences were observed between treatments, where the highest consumption was observed at a depth of 0.5 cm for the Cerrado treatment with 90.27% followed by the mix with 64.58%. The Cerrado showed a greater consumption trend, as it is an area with a predominance of native vegetation.

Index terms: Bait-blade, Monoculture, Soil Quality, No-tillage system, SIPA.

### Introdução

As práticas convencionais agrícolas e pecuárias apresentam sinais de “desgaste” econômico, sociais e/ou ambientais. Na agricultura, os padrões de sucessão soja e milho e o uso indiscriminado de defensivos, fertilizantes e maquinários agrícolas empregados para garantir a lucratividade, acarretaram graves consequências para a sociedade e para o meio ambiente, dando origem e discussões acerca do desenvolvimento de padrões sustentáveis (BALBINO et al., 2011).

Uma forma de diminuir os impactos da agricultura é a utilização de técnicas agrícolas mais sustentáveis como os sistemas integrados de produção agropecuário (SIPA), que são alternativas de manejo que conciliam a manutenção e até mesmo a elevação da produtividade com maior racionalidade de insumos empregados em uma mesma área, permitindo sustentabilidade aos sistemas agrícolas (MACEDO, 2009).

É importante a utilização de distintas espécies de plantas de cobertura para que se possa favorecer a melhor conservação do solo, por proporcionarem quantidade considerável de matéria orgânica e pela melhoria na estrutura do solo por causa do sistema radicular agressivo que algumas espécies possuem (Cunha et al., 2011). Além disso, contribuem para o aumento da produtividade da cultura subsequente e ainda muitas espécies podem influenciar para que ocorra diminuição de infestação de pragas (Patel e Dhillon, 2017).

As diversidades de cultivo e práticas culturais podem ter influência direta sobre a fauna do solo, uma vez que este fato determina a composição do resíduo orgânico mantido na superfície do solo. Distúrbios realizados nos ecossistemas alteram a distribuição da fauna do solo à medida que alteram a disponibilidade de recurso alimentar, modificando as interações ecológicas (MOÇO et al., 2010).

Determinados métodos são amplamente conhecidos e utilizados para quantificar a decomposição nos ecossistemas sob inúmeros impactos, como é o caso dos sacos de serapilheira ou litter-bags (PODGAISKI e RODRIGUES 2010). Entretanto, outras metodologias também são eficientes e com muitas vantagens, sendo pouco utilizados e divulgados, como é o caso do ensaio de bait-lâmina (KRATZ, 1998). O ensaio de bait-lâmina foi criado por Von Törne (1990) que consisti na maneira de mensurar a atividade alimentar dos organismos do solo.

Desse modo, considera-se que medidas do consumo alimentar da biota do solo são indicadoras de taxas de decomposição (REINECKE et al. 2008) e da diversidade funcional do solo (FIIZEK et al. 2004). Estudos utilizando o ensaio de bait-lâmina em diversas regiões do mundo e em centros de pesquisas vêm testando principalmente os impactos oriundos da contaminação química do solo (ANDRÉ, 2009) e de diferentes usos de sistemas (ROZEN, 2010).

Este trabalho tem a finalidade de relatar o uso pioneiro do ensaio de bait-lâmina no sudoeste goiano. Desta forma, objetivou avaliar atividade alimentar da fauna do solo com o método de bait-lâmina em sistemas de produção de soja em sucessão a culturas anuais de cobertura.

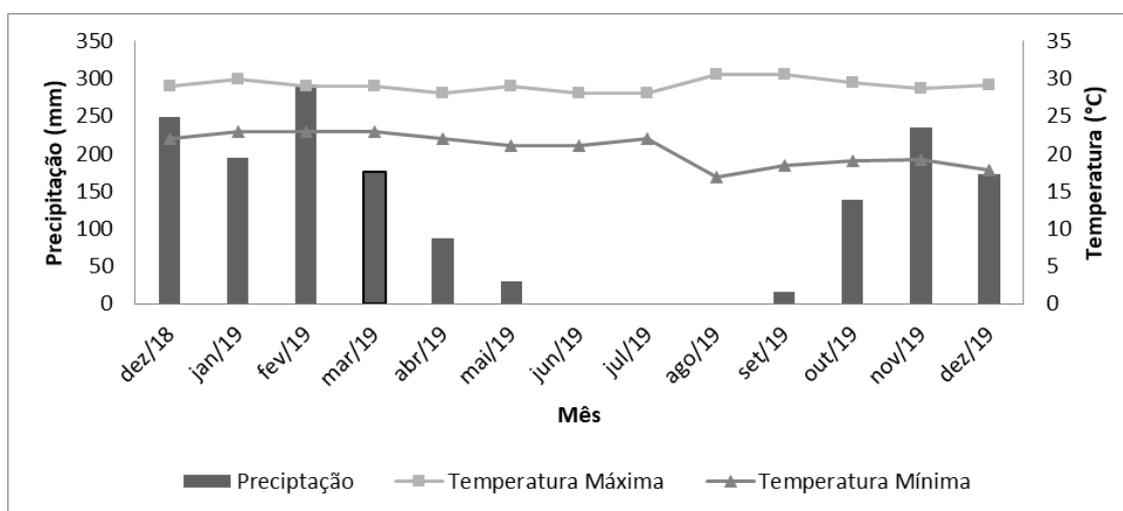
## **Material e Métodos**

### **a) Descrição da área experimental**

O local de estudo selecionado para o desenvolvimento do presente trabalho foi a área experimental do GAPES (Grupo Associado de Pesquisa do Sudoeste Goiano), situada no município de Rio Verde, GO, com coordenadas geográficas de latitude 17° 47' 53" S, longitude 50° 55' 41" W e altitude de 715 metros e uma área de vegetação nativa localizada no Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, GO. O clima predominante, segundo a classificação de Köppen, é Aw (savana tropical com invernos secos e verões chuvosos), com precipitação anual de 1.600 mm.

### b) Dados climáticos e características do solo

As variáveis climáticas referentes aos valores médios de precipitação pluviométrica e de temperaturas máxima e mínima foram obtidas na estação meteorológica do GAPES, no município de Rio Verde, GO, durante o período de avaliação (21/12/2018 e 04/12/2019) (Figura 1). A característica física do solo, cuja análise textural foi de: 52,0 % de areia, 40,5 % de argila e 7,5 % de silte. Para a vegetação nativa (cerrado) foi de: 47% de areia, 46% de argila e 7% de silte.



**Figura 1.** Dado climático mensal de temperatura e precipitação pluviométrica (durante o período do experimento em campo (21/12/2018 e 04/12/2019)), obtido da Estação Meteorológica da área experimental do Gapes (Grupo Associado de Produtores do Sudoeste Goiano), localizada no município de Rio Verde – GO.

### c) Delineamento experimental e tratamentos

Adotou-se o delineamento em faixas com 4 blocos e 3 repetições por tratamento, o ensaio decorreu em dois períodos (21/12/2018 e 04/12/2019), ao longo de 13 dias de duração para cada período avaliado. Os tratamentos corresponderam o cultivo da soja sobre as diferentes palhadas de: Milho monocultivo (M\_Mn); Milho consorciado com *Urochloa ruziziensis* (M\_Brz); *U. ruziziensis* monocultivo (Brz\_Mn); Sorgo consorciado com *U. ruziziensis* (S\_Brz); Sorgo monocultivo (S\_Mn); Girassol consorciado com *U. ruziziensis* (Gir\_Brz); Mix (Milheto, *C. spectabilis* e *U. ruziziensis*), Pousio (Pou) e uma área de vegetação nativa (Cerrado).

Os tratamentos das diferentes palhadas são provenientes do cultivo da safrinha de 2018 e 2019. Anterior à implantação do trabalho a área era de pasto degradado. O histórico da área do cerrado: era apenas vegetação nativa, depois desse período até 1999 era plantio de milho e soja (sucessão), no ano de 1999 foi fundado a fundação do Jardim Botânico, no qual permanece até o presente momento.

#### d) Ensaio de bait-lamina

Em cada local de amostragem foram colocadas 72 bait-lâmina, divididas em quatro bloco com três repetições de 18 lâminas por cada ponto de amostragem. As bait-lâminas foi preenchida com mistura homogênea de celulose (70%), aveia (27%) e carvão ativado (3%) conforme a ISO 18311 (2016). Os componentes foram misturados homogeneamente e agitados com água mineral até forma uma pasta viscosa. Após ser formado a pasta, ela foi utilizada para o preenchimento dos orifícios (buracos) da lâmina, preenchendo os lados em vários ciclos até ficarem preenchida por completo (Figura 2). As tiras foram secas ao ar por pelo menos uma semana antes do uso.



**Figura 2.** Preenchimento de material de isca nas tiras de lâmina de isca.  
Fonte: [www.microsoft.com/en-us/legal/Copyright/Default.aspx](http://www.microsoft.com/en-us/legal/Copyright/Default.aspx)

As bait-lâmina foram inseridas verticalmente no solo, com o auxílio de uma faca (com dimensões parecidas com a da lâmina) e uma marreta com a qual foi feita uma fenda no solo (Figura 3).

As bait-lâminas foram armazenadas de forma individuais em papel alumínio, após retiradas do solo. Para processamento das lâminas, foi levado para laboratório e foram avaliadas com auxílio de uma lupa. Os resultados da exposição das bait-lâmina foram expressos, tendo em consideração o estado das perfurações (1 – houve consumo e 0 – sem consumo).



**Figura 3.** Bait-lâmina inseridas nos locais de estudo: área de Pousio (A-C); palha de Sorgo consorciado Com *Urochloa ruziziensis* (B). Arquivo pessoal.

As bait-lâminas foram armazenadas de forma individuais em papel alumínio, após retiradas do solo. Para processamento as lâminas foram levadas para laboratório e foram avaliadas com auxílio de uma lupa. Os resultados da exposição das bait-lâminas foram expressos, tendo em consideração o estado das perfurações (1 – houve consumo e 0 – sem consumo).

#### e) Análise dos dados

Os dados foram transformados utilizando o arco seno e a análise foi feita por modelos mistos (proc mixed) com medidas repetidas no tempo considerando como efeito fixo os tratamentos e profundidades e o ano como efeito aleatório, utilizando o SAS University edition.

## Resultados e Discussões

Houve diferenças significativas para a atividade alimentar nas diferentes profundidades de avaliação no solo (Tabela 1). O maior consumo foi observado na profundidade de 0,5 cm para o tratamento do Cerrado com 90,27 %, seguido do Mix com 90,27 e 64,58% respectivamente.

**Tabela 1.** Valores médios em profundidade (0,5 - 8 cm) da Atividade alimentar da fauna do solo em função da cultura da soja sob diferentes palhadas em sistemas integrados de produção. Área experimental do GAPES, Rio Verde, GO, após 13 dias de exposição dos bait-lâmina.

Prof. (cm)	Sistema								
	Mix	S + R	S	G+R	M + R	M	Pou	R	Cerrado
0,5	64,58 ab	45,13 b	59,02 b	45,83 b	55,55 b	54,16 b	38,19 b	47,91 b	90,27 a
1	62,50 ab	40,97 b	54,86 ab	45,37 b	50,69 ab	52,77 b	36,11ab	34,72 b	84,72 a
1,5	50,69 b	40,97 b	53,47 b	39,35 b	45,13 b	41,66 b	33,33 b	30,55 b	97,22 a
2	46,52 b	32,63 b	40,27 b	41,24 b	43,75 b	45,83 b	29,16 b	31,94 b	97,22 a
2,5	43,05 b	27,77 b	31,94 b	40,55 b	37,50 b	34,02 b	28,47 b	23,61 b	97,22 a
3	40,27 b	33,33 b	30,55 b	41,93 b	32,63 b	34,72 b	29,16 b	25,69 b	97,22 a
3,5	42,36 b	28,47 b	25,00 b	37,50 b	34,72 b	35,41 b	29,16 b	31,25 b	97,22 a
4	38,19 b	27,08 b	27,08 b	34,76 b	29,86 b	33,33 b	27,08 b	27,77 b	97,22 a
4,5	37,50 b	24,30 b	27,08 b	33,10 b	28,47 b	27,77 b	26,38 b	24,30 b	97,22 a
5	38,19 b	22,22 b	21,52 b	31,06 b	31,25 b	28,47 b	27,77 b	25,69 b	97,22 a
5,5	35,41 b	25,69 b	24,30 b	27,08 b	25,69 b	29,86 b	31,25 b	24,30 b	97,22 a
6	36,80 b	20,13 b	21,52 b	28,70 b	21,52 b	26,38 b	31,25 b	24,30 b	97,22 a
6,5	38,19 b	22,22 b	23,61 b	24,53 b	25,00 b	29,86 b	34,72 b	27,08 b	97,22 a
7	40,27 b	25,69 b	18,05 b	28,93 b	24,30 b	34,02 b	38,88 b	31,94 b	89,58 a
7,5	43,05 b	21,52 b	17,36 b	21,99 b	30,55 b	29,16 b	42,36 b	36,80 b	88,19 a
8	40,27 b	16,66 b	23,61 b	20,37 b	29,86 b	38,88 b	49,30 b	34,72 b	78,47 a

Milho monocultivo (M\_Mn); Milho consorciado com *Urochloa ruziziensis* (M\_Brz); *U. ruziziensis* monocultivo (Brz\_Mn); Sorgo consorciado com *U. ruziziensis* (S\_Brz); Sorgo monocultivo (S\_Mn); Girassol consorciado com *U. ruziziensis* (Gir\_Brz); Mix (Milheto, *C. spectabilis* e *U. ruziziensis*), Pousio (Pou) e uma área de vegetação nativa (Cerrado). Prof. – Profundidade. Valores seguidos pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (P <0,05).

No sistema de uso do solo, no Cerrado houve maior consumo da fauna do solo nas diferentes profundidades quando comparado aos outros sistemas de cultivo (Tabela 1). O maior consumo do cerrado ocorreu por este compartimento ser mais rico em matéria orgânica e diversidade. A quantidade e qualidade da serapilheira depositada sobre o solo refletem diretamente na formação de uma camada de matéria orgânica e uma subsequente modificação do microclima, que resulta em aumento da biomassa, densidade, diversidade e riqueza de indivíduos do solo (AERTS, 2013).

Segundo Podgaiski et al. (2011), avaliando atividade alimentar dos invertebrados de solo em Campos do Sul do Brasil, observou taxa de consumo alimentar de 63,2% na profundidade de 0,5-2 cm. Estes resultados estão próximo, aos valores encontrados na presente pesquisa. Segundo Ortiz (2015), ao estudar sobre a atividade alimentar da fauna do solo em diferentes áreas florestais em Três Barras, SC, observou-se que na mata nativa se obteve maior consumo das iscas no teste bait-lâmina quando comparado com áreas de Pinus e Araucária, por causa da maior quantidade matéria orgânica no solo.

Além disso, pode-se citar o tratamento contendo a palhada do Mix que se torna uma alternativa interessante. Nesse sistema há melhoria na qualidade do solo, principalmente, por causa do consórcio triplo (contendo milho, crotalária e capim). A inserção de adubos verdes em sistemas de produção, além de permitir aumento do aporte de nitrogênio no solo via fixação biológica de nitrogênio (FBN), promove efeitos benéficos na cultura subsequente (KERMAH et al., 2017).

A área de Pousio nas camadas mais superficiais teve menos consumos das iscas, aumentando este consumo de acordo com a profundidade (Tabela 1). Esse resultado é justificado, por se tratar de uma área de descanso sem plantio, a única vegetação ao longo do ano até o plantio da soja, são vegetações nativas e plantas daninhas, ambas não são capazes de forma cobertura de solo suficiente, por não ter cobertura essa superfície fica exposta. Nesse cenário, tende a aumentar a temperatura do solo e com isso os organismos presentes tendem a ir para as camadas mais profundas como escape, podendo essa ser uma hipótese que explica esses resultados

A maior parte dos organismos que compõem a macrofauna edáfica se encontra na camada superficial do solo (0 a 10 cm de profundidade), que é a mais afetada pelas práticas de manejo (BARETTA et al., 2011). O que pode explicar os resultados obtidos nesta pesquisa (Tabela 1). A agricultura intensiva envolve o uso de grande quantidade de insumos externos, acarretando alterações importantes na estrutura da comunidade do solo. Essas alteram a biomassa e a abundância da macrofauna edáfica (MARCHÃO et al., 2009).

Observações como as de Geissen & Brummer (1999); Filzek et al. (2004); Römbke et al. (2006); Casabé et al. (2007) e Hamel et al. (2007), verificaram consumo alimentar gradual decrescente com a profundidade do solo, resultado este que foi encontrado nesse estudo (Tabela 1). Entretanto, outros trabalhos demonstram que esta estratificação é dependente do perfil do solo, condições climáticas e de suas comunidades bióticas (GONGALSKY et al. 2004).

De acordo com Bertol et al. (2004), solos menos submetidos a processos de ações antrópicas, a exemplo dos solos sob matas e sob cultivos orgânicos, têm porosidade total superiores aqueles apresentados nos sistemas convencionais de cultivo. Verifica-se, também, diferença significativa para a porosidade total do solo entre os sistemas de produção orgânico e convencional.

Conforme Chauvat et al. (2003), a diversidade da estrutura da cobertura vegetal pode influenciar na variabilidade da distribuição de comunidades edáficas. A fauna do solo pode ser beneficiada pelo aumento na qualidade e na quantidade de resíduos vegetais

que servem de alimento e abrigo para estes organismos edáficos (BARETTA et al. 2003). A presença das culturas de cobertura diminui as variações de temperatura do solo, reduzem as perdas por erosão, retêm maior quantidade de água, diminuem a evaporação e o escoamento superficial, evitam processos erosivos.

Os sistemas alternativos sustentáveis de produção agrícola, baseados em princípios ecológicos, fornecem alta disponibilidade de matéria orgânica e refúgio, tanto para micro como macrorganismos, não havendo grandes perturbações provenientes do manejo intensivo (LUIZÃO e SCHUBART, 1987), além do mais podem até mesmo favorecer o restabelecimento da fauna e seus mais variados benefícios ao solo (LIMA et al., 2010). O entendimento da interação entre as propriedades do solo é fundamental para basear as atividades antrópicas, utilizando-se o ecossistema de forma mais racional para uma produção agrícola sustentável (SILVA et al., 2011).

Como a implantação do sistema ainda é recente, não foi possível verificar alterações significativas da atividade alimentar do solo em função dos tratamentos.

### **Conclusões**

O ensaio de bait-lâmina no sudoeste goiano se mostrou eficiente. O Cerrado apresentou maior tendência de consumo, por ser área com predominância de vegetação nativa de menor impacto humano. Como a implantação do sistema ainda é recente, não foi possível verificar alterações nos outros sistemas, por isso, recomenda-se outras avaliações a longo prazo.

### **Agradecimentos**

À FAPEG/CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pela concessão da bolsa ao 1º autor e ao GAPES (Grupo Associado de Pesquisa do Sudoeste Goiano), pelo total suporte técnico na condução do experimento.

Agradecimento ao IF Goiano e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias-Agronomia.

## Referências

AERTS, R. Climate, leaf litter chemistry and leaf litter decomposition in terrestrial ecosystems: a triangular relationship. *Oikos* 79, 439-449. (2013).

ANDRÉ, A., S.C. ANTUNES, F. GONÇALVES & R. PEREIRA. Bait-lamina assay as a tool to assess the effects of metal contamination in the feeding activity of soil invertebrates within a uranium mine area. *Environmental Pollution*, 157: 2368-2377, 2009.

BALBINO, L. C.; BARCELOS, A. O. & STONE, L. F. Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta. Brasília, Embrapa Solos. 130p. 2011.

BARETTA, D.; SANTOS, J. C. P; SEGAT, J. C.; GEREMIA, E. V.; OLIVEIRA FILHO, L. C. I.; ALVES, M. V. Fauna edáfica e qualidade do solo. In: KLAUBERG FILHO, O.; MAFRA, A. L.; GATIBONI, L. C. Tópicos em Ciência do Solo. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.VII. P.119-170, 2011.

BARETTA, D. et al. Fauna edáfica avaliada por armadilhas de catação manual afetada pelo manejo do solo na região oeste catarinense. *Revista Ciência Agroveterinária*, Lages, v. 2, n. 1, p. 97-106, 2003.

BERTOL, I. et al. Propriedades físicas do solo sob preparo convencional e semeadura direta em rotação e sucessão de culturas, comparadas às do campo nativo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 155-163, 2004.

CASABÉ, N., L. PIOLA, J. FUCHS, M.L. ONETO, L. PAMPARATO, S. BASACK, R. GIMÉNEZ, R. MASSARO, J.C. PAPA & E. KESTEN. Ecotoxicological assessment of the effects of glyphosate and chlorpyrifos in an Argentine soya field. *Journal of Soils and Sediments*, 7: 232-239, 2007.

CHAUVAT, M.; ZAITSEV, A. S.; WOLTERS, V. Successional changes of Collembola and soil microbiota during forest rotation. *Oecologia*, Berlin, v. 137, n. 2, p. 269-276, 2003.

CUNHA, E. de Q.; STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A.; FERREIRA, E. P. de B.; DIDONET, A. D.; LEANDRO, W. M. Sistemas de preparo do solo e culturas de cobertura na produção orgânica de feijão e milho. I - Atributos físicos do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 589-602, 2011.

FILZEK P.D., D.J. SPURGEON, G.B.C. SVENDSEN & P.K. HANKARD. Metal Effects on soil invertebrate feeding: measurements using the bait-lamina method. *Ecotoxicology*, 13: 807-816, 2004.

GEISSEN, V. e G.W. BRÜMMER. Decomposition rates and feeding activities of soil fauna in deciduous forest soils in relation to soil chemical parameters following liming and fertilization. *Biology and Fertility of Soils*, 29: 335-342, 1999.

GONGALSKY, K.B., D.A. POKARZHEVSKII, Z.A. FILIMONOVA & F.A. SAVIN. Stratification and dynamics of bait-lamina perforation in three forest soils along a north-south gradient in Russia. *Applied Soil Ecology*, 25: 111–122, 2004.

HAMEL, C., M.P. SCHELLENBERG, K.G. HANSON & H. WANG. Evaluation of the “bait-lamina test” to assess soil microfauna feeding activity in mixed grassland. *Applied soil ecology*, 36: 199–204, 2007.

KERMAH, M.; FRANKE, A. C.; ADJEI-NSIAH, S.; AHIABOR, B. D. K.; ABAIDOO, R. C.; GILLER, K. E. Maize-grain legume intercropping for enhanced resource use efficiency and crop productivity in the Guinea savanna of northern Ghana. *Field Crops Research*, Amsterdam, v. 213, p. 38-50, 2017.

KÖPPEN, W.P. *Grundriss der Klimakunde*. Berlin, Walter de Gruyter, 1931.

KRATZ, W. The bait-lamina test – general aspects applications and perspectives. *Environmental Science and Pollution Research*, 5: 94–96., 1998.

LIMA, A. C. R.; BRUSSAARD, L. Earthworms as soil quality indicators: local and scientific knowledge in rice management systems. *Acta Zoológica Mexicana*, v. 26, número especial 2, p. 109-116, 2010.

LUIZÃO, F. J.; SCHUBART, H. O. R. Litter production and decomposition in a terra firme forest of central Amazonia. *Experientia*, v. 43, p. 259-265, 1987.

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

MARCHÃO, R. L.; LAVELLE, P.; CELINI, L.; BALBINO, L. C.; VILELA, L.; BECQUER, T. Soil macrofauna under integrated crop-livestock systems in a Brazilian Cerrado Ferralsol. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 44, p. 1011-1020, 2009.

MOÇO, M.K.S.; GAMA-RODRIGUES, E.F.; GAMA-RODRIGUES, A.C. & CORREIA, M.E.F. Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região norte Fluminense. *R. Bras. Ci. Solo*, 29:555-564, 2010.

ORTIZ, D.C. Efeito do plantio de *Pinus elliottii* para a fauna edáfica e para a germinação de sementes: estudos na Floresta Nacional de Três Barras. *Monografia Graduação em Engenharia Florestal*, Universidade Federal de Santa Catarina, 2015.

PATEL, S.; DHILLON, N. K. Evaluation of sunnhemp (*Crotalaria juncea*) as green manure /amendment and its biomass content on root knot nematode (*Meloidogyne incognita*) in successive crop brinjal. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, San Jose, v. 5, n. 6, p. 716-720, 2017.

PODGAISKI, L.R. e G.G. RODRIGUES. Leaf-litter decomposition of pioneer plants and detritivore macrofaunal assemblages on coal ash disposals in Southern Brazil. *European Journal of Soil Biology*, 46: 394-400, 2010.

PODGAISKI, LUCIANA & SCHMIDT SILVEIRA, FERNANDA & MENDONÇA, MILTON. Avaliação da Atividade Alimentar dos Invertebrados de Solo em Campos do

Sul do Brasil–Bait-Lamina Test. EntomoBrasilis. 4. 108-113. 10.12741/ebrasilis. V. 4i3.159, 2011.

REINECKE, A.J., R.M.C. ALBERTUS, S.A. REINECKE & O. LARINK. The effects of organic and conventional management practices on feeding activity of soil organisms in vineyards. African Zoology, 43: 66-74, 2008.

RÖMBKE, J., H. HOFER, M.V.B. GARCIA & C. MARTIUS. Feeding activities of soil organisms at four different forest sites in Central Amazonia using the bait-lamina method. Journal of Tropical Ecology, 22: 313–320, 2006.

ROZEN, A. Soil faunal activity as measured by the bait-lamina test in monocultures of 14 tree species in the Siemianice common garden experiment, Poland. Applied Soil Ecology, 45: 160-167, 2010.

SILVA, R. F.; GUIMARÃES, M. F.; AQUINO, A. M.; MERCANTE, F. M. Análise conjunta de atributos físicos e biológicos do solo sob sistema de integração lavoura pecuária. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 46, n. 10, p. 1277-1283, 2011.

VON TORNE, E Assessing Feeding activities of soil-living animals. I. Bait-lamina- tests. Pedobiologia, v.34, n.2, p.89-101, 1990.

## Conclusão Geral

O manejo adequado em SIPA sob SPD é importante para a manutenção da produtividade das culturas. A diversificação de gramíneas e leguminosas na entressafra, contemplam opções viáveis, por promoverem resultados positivos produzindo palhada de qualidade e em quantidade suficiente para cobertura do solo e aumentando a produtividade da soja em sucessão. *U. brizantha* cv. Marandu e a *U. brizantha* cv. BRS Paiaguás também se destacam como opções para cobertura apresentando bom estabelecimento para produção de palhada e beneficiando a cultura subsequente, desde que adotados os manejos adequados para a dessecação da palhada.