

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CURSO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL**

**ACÚMULO E DECOMPOSIÇÃO DE FITOMASSA
POR CULTURAS GRANÍFERAS E DE
COBERTURA EM MATO GROSSO**

BACHAREL EM ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL

ANDRÉIA MARIA DE JESUS FREITAS

Rondonópolis, MT – 2019

ACÚMULO E DECOMPOSIÇÃO DE FITOMASSA POR CULTURAS GRANÍFERAS E DE COBERTURA EM MATO GROSSO

por

Andréia Maria de Jesus Freitas

Monografia apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso como parte dos requisitos do Curso de Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrícola e Ambiental.

Orientador: Profº. Dr. Leandro Pereira Pacheco

Rondonópolis, Mato Grosso – Brasil

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

F866a Freitas, Andréia Maria de Jesus.
Acúmulo e decomposição de fitomassa por culturas graníferas e de cobertura em Mato Grosso : Acúmulo e decomposição de fitomassa por culturas graníferas e de cobertura em Mato Grosso / Andréia Maria de Jesus Freitas. -- 2019
32 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: Leandro Pereira Pacheco.
TCC (graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Rondonópolis, 2019.
Inclui bibliografia.

1. Ciclagem de nutrientes. 2. Plantio direto. 3. Soja. I. Título.

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

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.

Universidade Federal de Mato Grosso
Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas
Engenharia Agrícola e Ambiental

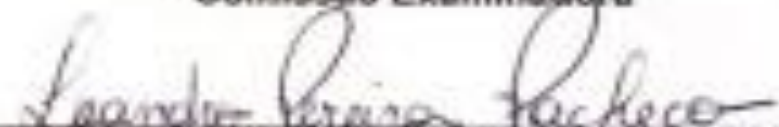
A comissão examinadora abaixo assinada aprova o trabalho de
curso

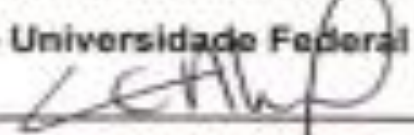
ACÚMULO E DECOMPOSIÇÃO DE FITOMASSA POR
CULTURAS GRANÍFERAS E DE COBERTURA EM MATO
GROSSO

elaborado por
Andréia Maria de Jesus Freitas

como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia
Agrícola e Ambiental

Comissão Examinadora


Prof. Dr. Leandro Pereira Pacheco (Orientador)
UFMT – Universidade Federal de Mato Grosso


Prof. Dr. Carlos Eduardo Avelino Cabral
UFMT – Universidade Federal de Mato Grosso


Doutoranda Andreia Selestina Dalla Cort São Miguel
UFMT – Universidade Federal de Mato Grosso

Rondonópolis, dezesseis de agosto de 2019

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha mãe, Santa Maria de Jesus (in memoriam), que não pode ver este momento. Sua lembrança me ajuda alegrar-me, com tamanha humildade, bondade e honestidade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus, por sempre estar ao meu lado, me protegendo, guiando e abençoando para conseguir conquistar este objetivo.

À minha mãe Miraci Ascensão de Freitas e meu pai Jose de Fátima Pimentel de Souza por estarem ao meu lado e pelo apoio financeiro.

Aos meus irmãos Clever Ascensão Freitas de Souza e Cleber Ascensão Freitas de Souza, minhas cunhadas Maria Jose da Conceição Rocha e Regiane Aparecida Alves de Almeida e meus sobrinhos Artur Ravi Ascensão Freitas Alves e Henzo Ascensão Freitas Rocha por estarem ao meu lado em todas as situações.

À minha vó de consideração Nathalina Assunção Braga pelo apoio financeiro e com ensinamentos valiosos.

Ao meu namorado Pablo Ezequiel da Silva, por estar ao meu lado me ajudando e auxiliando em momentos difíceis, obrigado por tudo.

Ao meu orientador Prof. Dr. Leandro Pereira Pacheco por ter me concedido a oportunidade de fazer parte do projeto de pesquisa, pela orientação, paciência, pelo grande exemplo de profissionalismo e pelos ensinamentos e aconselhamentos extremamente valiosos.

Aos meus colegas Mestres Andressa Dalla Côt, e Ícaro Camargo pela ajuda e orientações durante minha participação no projeto de pesquisa.

Agradeço aos meus amigos Diego Rodrigues Castelhamo, Kelly Cristina da Silva Freitas, Raiane Lira Ferreira Cabral, Ivana de Fátima Carolino Pereira, Pollyana Yoko Takenaka.

Aos meus amigos e colegas de projeto que nunca mediram esforços e que tenho imensa gratidão pelo companheirismo.

A todos meus amigos que estiveram presentes durante o período de graduação, tanto em atividades curriculares quanto extracurriculares, cada um de sua maneira compartilhando de bons momentos de aprendizagem e descontração.

À Universidade Federal de Rondonópolis, todos os professores e funcionários, pelos ensinamentos e proporcionarem as melhores condições possíveis para conclusão dessa etapa.

Por fim, sou grata a todos que direta ou indiretamente participaram e contribuíram com a minha formação.

RESUMO

A produção de fitomassa por culturas de cobertura que permite a liberação de nutrientes, proteção do solo e a diversidade de microrganismos no solo, melhora a produtividade de soja. Por isso, a pesquisa avaliou o acúmulo de fitomassa de culturas graníferas e de cobertura no florescimento e senescência durante a segunda safra e decomposição na safra e seus efeitos na produtividade da soja. O experimento foi conduzido durante o ano de 2017/18, sendo o quarto ano de condução, na Estação Experimental da Universidade Federal de Rondonópolis – MT em Latossolo Vermelho distrófico, implantado em delineamento de blocos casualizados, com nove tratamentos e quatro repetições sendo S₁: *Pousio* Plantio Direto (PD); S₂: *Pousio* Plantio Convencional (PC); S₃: *Crotalaria spectabilis*; S₄: Milho+C. *spectabilis*; S₅: *Pennisetum glaucum*; S₆: *Urochloa ruziziensis*; S₇: Girassol+*U. ruziziensis*; S₈: *Cajanus cajan*; S₉: Milho+*U. ruziziensis*. Os resultados relacionados à parte área das culturas de cobertura foram submetidos a análise de variância e, quando significativo, nos dados qualitativos utilizou-se o teste Scott-Knott a 5% de probabilidade por meio do software SISVAR. Já os dados quantitativos foram ajustados em equações, com o auxílio do software SIGMA PLOT 10.0. Os sistemas *U. ruziziensis*, Milho + *C. spectabilis* e Milho + *U. ruziziensis* apresentam maior tempo de meia-vida, com maior permanência da fitomassa no sistema. Os sistemas de produção *C. spectabilis*, Milho + *C. spectabilis*, *P. glaucum*, *U. ruziziensis*, Girassol + *U. ruziziensis*, e Milho + *U. ruziziensis* indicam acréscimo na produtividade de grãos de soja. *Urochloa ruziziensis* é indicada para maior acúmulo de fitomassa, com taxas de decomposição maior e resultou em maior produtividade a soja, portanto se destacou em todas variáveis avaliadas.

Palavras-chave: Ciclagem de nutrientes; Plantio Direto; Soja.

ABSTRACT

The production of phytomass by cover crops that allows nutrient release, soil protection and diversity of soil microorganisms improves soybean yield. Therefore, the research evaluated the phytomass accumulation of grain and cover crops in flowering and senescence during the second crop and crop decomposition and its effects on soybean yield. The experiment was conducted during 2017/18, being the fourth year of conduction at the Experimental Station of the Federal University of Rondonópolis - MT in Dystrophic Red Latosol, with a randomized block design, with nine treatments and four replications. Fallow No-Tillage (PD); S2: Conventional Planting Fallow (PC); S3: *Crotalaria spectabilis*; S4: corn+C. *spectabilis*; S5: *Pennisetum glaucum*; S6: *Urochloa ruziziensis*; S7: sunflower+U. *ruziziensis*; S8: *Cajanus cajan*; S9: Corn + U. *ruziziensis*. The results related to the area of cover crops and soybean were subjected to analysis of variance and, when significant, in the qualitative data we used the Scott-Knott test at 5% probability using the SISVAR software. Already the quantitative data were adjusted in equations, with the aid of the software SIGMA PLOT 10.0. The systems U. *ruziziensis*, Maize + C. *spectabilis* and Maize + U. *ruziziensis* have a longer half-life, with longer permanence of the phytomass in the system. The production systems C. *spectabilis*, Corn + C. *spectabilis*, P. *glaucum*, U. *ruziziensis*, Sunflower + U. *ruziziensis*, and Corn + U. *ruziziensis* indicate increased soybean yield. *Urochloa ruziziensis* is indicated for higher phytomass accumulation, with higher decomposition rates and resulted in higher soybean yield, so it stood out in all evaluated variables.

Keywords: Nutrient cycling; no-tillage system; soybean.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização dos sistemas de produção a serem utilizados no ano agrícola de 2017/18. 20

Tabela 2. Produção de fitomassa e taxa de cobertura do solo aos 0 dias após a dessecação de manejo (DAD) e produtividade de grãos de soja na safra 2017/18. 26

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Precipitação mensal acumulada e temperaturas médias mínima e máxima do ar durante a condução do experimento, em Rondonópolis, MT. 22

Figura 2. Produção de fitomassa no florescimento (A), respectivamente na safrinha 2017. Sistemas: S1: Pousio PD; S2: Pousio PC; S3: *C. spectabilis*; S4: Milho+*C. spectabilis*; S5: *P. glaucum*; S6: *U. ruziziensis*; S7: Girassol+*U. ruziziensis*; S8: *C. cajan*; S₉: Milho+*U. ruziziensis*; CA: Cultura anuais; CC: Cultura de coberturas..... 24

Figura 3. Produção de fitomassa na senescência (B), respectivamente na safrinha 2017. Sistemas: S1: Pousio PD; S2: Pousio PC; S3: *C. spectabilis*; S4: Milho+*C. spectabilis*; S5: *P. glaucum*; S6: *U. ruziziensis*; S7: Girassol+*U. ruziziensis*; S8: *C. cajan*; S₉: Milho+*U. ruziziensis*; CA: Cultura anuais; CC: Cultura de cobertura..... 25

Figura 4. Acúmulo de fitomassa, decomposição e tempo de meia-vida de culturas anuais e de cobertura nas safras 2017/18 em Rondonópolis – MT..... 27

Sumário

1.	INTRODUÇÃO	11
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1.	A cultura da soja.....	13
2.2.	Sistema Plantio Direto (SPD).....	14
2.3.	Plantas de cobertura	15
2.4.	Diversificação e consórcio de culturas	16
3.	MATERIAL E MÉTODOS	20
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5.	CONCLUSÃO	29
6.	REFERÊNCIAS	30

1. INTRODUÇÃO

Para a safra 2017/18, a produção brasileira de grãos foi de 227,6 milhões de toneladas. Isso equivale a uma redução de 3,9% em relação à safra anterior. As reduções nas precipitações pluviométricas impactaram o potencial produtivo do milho segunda safra e novamente é responsável pela queda de 1,5% em relação ao levantamento anterior, cerca de 813,5 mil toneladas. A produção de soja alcança recorde de 119,3 milhões de toneladas, 4,6% superior à safra passada. A produção de fitomassa sobre a superfície do solo, através das plantas de cobertura permite reduzir a perda de água via evaporação (CONAB, 2018).

Para se apresentar uma alta capacidade de produção de fitomassa é necessárias culturas de cobertura com manejos adequados, para elevar a produtividade e a resistência de decomposição. A fitomassa tem como princípios a formação de palhada e ciclagem de nutrientes no sistema, com composição química, física e biológica. E para auxiliar o aumento de fitomassa sobre a superfície do solo, é necessário o aprimoramento de novas culturas ao sistema plantio direto (SPD) implantado de forma adequada.

Para o sucesso SPD, é necessário definir espécies com elevada produção de fitomassa para cobertura do solo. É necessário levar em consideração umidade e temperatura elevadas em boa parte do ano, para manter a decomposição da fitomassa no período correto, para o plantio. O consórcio de culturas anuais graníferas com as culturas de cobertura, tem por finalidade aliar a produção de grãos e fitomassa além de promover a diversificação do sistema.

Para que a decomposição seja aproveitada por outras culturas, com a visão na produtividade da soja na safra, tem relação com os nutrientes carbono/nitrogênio (C/N), que são provenientes de culturas de cobertura utilizadas em plantio direto, pois quanto maior esta relação, mais lenta é a decomposição dos resíduos. Algumas leguminosas possuem uma relação C/N maior que as gramíneas e por isso, são incluídas no plano de rotação de culturas, por possuir vantagens a períodos curtos de liberação de nutrientes durante a decomposição e proporcionar maior ciclagem do N.

A manutenção e reciclagem de nutriente no solo, auxilia no aumento na produtividade de grãos da soja. A rotação de culturas diferenciadas, auxilia na conservação do solo e da água, fornecendo a melhora da estrutura do solo que

aumenta a aeração e infiltração da água no solo, permite assim que as raízes das leguminosas como a soja consigam penetrar com mais facilidade, em busca dos nutrientes na solução do solo.

É necessário buscar a manutenção da fitomassa sobre solo, por meio de uma taxa de cobertura e produção de fitomassa adequada no florescimento e senescência, em que favorece o aumento de produtividade de grãos do cultivar inserida na safra, tendo em consideração os fatores edafoclimáticos. Por isso, objetivo com este trabalho foi avaliar o acúmulo de fitomassa de culturas graníferas e de cobertura no florescimento e senescência durante a segunda safra e decomposição na safra e os efeitos na produtividade da soja.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. A cultura da soja

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill), é uma planta de origem asiática. As regiões central e ocidental da China, tem como as principais prováveis origens. A soja era como base de alimentação para população chinesa, com mais de 5000 anos, utilizadas (BLACK, 2000). A soja é umas culturas principais na agricultura do brasil e do mundo, em relação ao seu valor nutricional, composição química e elevada taxa de produção de grãos, sendo utilizadas como alimento humano e animal, onde sua matéria-prima é visada para diversas áreas de agroindústrias (MAUSD, 2010).

A soja ao longo do tempo aumentou a sua produtividade, em pequenas áreas de plantio direto que auxiliam ainda mais na conservação do solo, contribuindo para o aumento da produtividade de grãos, diminui a oscilação de temperatura dentro do solo e mantém-se a umidade equilibrada, auxiliando no desenvolvimento da planta.

Os fatores que contribuíram para maior produção de grãos em SPD estão relacionados com a qualidade fisiológica da semente (vigor e viabilidade) e melhoria da parte física, química e biológica do solo (PADUA, 2010). Nesse sistema, a maior disponibilidade de água, nutrientes, temperaturas de solo com menor intensidade, teor de matéria orgânica maior, condições de estruturas melhores para solo (maior infiltração hídrica, aeração, atender à maior demanda respiratória de plantas com desenvolvimento elevado) e biológicas, que são alguns aspectos que influenciam o crescimento e a produtividade da cultivar (CALEGARI et al., 1998). O melhoramento genético e o manejo sendo realizados de forma adequada nos sistemas, contribui para o aumento da produtividade da soja.

2.2. Sistema Plantio Direto (SPD)

As pesquisas referentes às práticas de plantio direto foram iniciadas na Estação Experimental de Rothamsted (Inglaterra), em 1940, em Michigan (USA), em 1946, sendo, no entanto, testadas em lavouras comerciais de milho somente no ano de 1965 (FIDELIS, 2003). O SPD é para regiões de clima tropical e subtropical, não degrada o solo, diminuindo o uso de corretivos e fertilizantes, com baixo custo em uso de maquinário, pois há um mínimo ou nenhum revolvimento do solo (ANDRADE, 2018).

O SPD é realizado sem as etapas do preparo convencional que incluem aração e gradagem do solo, sendo necessário manter sobre a superfície cobertura vegetal de resíduos culturais. O impacto direto das gotas de chuva, escoamento superficial e erosões hídricas e eólicas, não ocorre diretamente pela proteção da cobertura. O SPD pode ser considerado como uma modalidade do cultivo mínimo, visto que o preparo do solo se limita ao sulco de semeadura, à adubação e até aplicação de herbicidas em uma única operação (EMBRAPA, 2014). O tipo de cultura sobre o solo, vai identificar a quantidade de produção de fitomassa espalhada sobre a superfície.

A camada de fitomassa sobre o solo é essencial para o sucesso do SPD por aumentar a quantidade de matéria orgânica através de sua incorporação lenta no solo, sendo fonte de energia para os microrganismos no solo. Para criação de um ambiente favorável no solo, com condições químicas, físicas, biológicas e colaborar para o controle de plantas daninhas é a utilização de produção de fitomassa, que estabiliza a produção, recupera e a mantém da qualidade do solo (ALVARENGA et al. 2001). Contribui também, no aumento de resíduos, pelo fato de não haver revolvimento do solo, por isso ocorre o aumento da decomposição da fitomassa pela biota do solo, por conta período seco da região do Cerrado, onde a matéria orgânica, ajuda manter a umidade, temperatura e microrganismos, com condições adequadas proporcionar o crescimento e desenvolvimento das plantas (SOUZA, 2016). E a permanência de cobertura através da rotação e sucessão de culturas, aumenta assim o teor de matéria orgânica, melhora qualidade do solo, visa a conservação de água no solo e na planta durante o período do ciclo, e eleva a disponibilidade de nutrientes (LEITE et al., 2005). A rotação de culturas, tem a necessidade de ajudar ao solo e planta, fazer a reciclagem de nutrientes.

2.3. Plantas de cobertura

As culturas de cobertura precisam apresentar alta capacidade de produção de fitomassa e com uma resistência relacionada a decomposição na liberação de nutrientes, associados a relação entre C e N (CRUSCIOL et al., 2005). A dispersão de resíduos vegetais da fitomassa sobre o solo com uniformidade deve ser levada em consideração, pois não é indicada a exposição do mesmo para não causar danos que são difíceis de serem reparados. A quantidade de fitomassa influencia diretamente no solo, pode prejudicar a plantabilidade, através do embuchamentos das linhas de semeadura na semeadora e dificultar o corte da palhada quando em excesso (TATTO, 2017).

Em clima tropical e subtropical, como é o caso da região sul de Mato Grosso, o manejo conservacionista recomenda uma quantidade maior resíduos vegetais sobre a superfície do solo, que compensam pela agilidade de decomposição, dessa forma, protegem por um período maior (DERPSCH et al., 2010). Essa camada funciona como redução ou dissipação de energia, protege o solo contra o impacto direto das gotas de chuva, atua como obstáculo ao movimento do excesso de água que não infiltrou no solo e impede o transporte e o arrastamento de partículas pela enxurrada, assim sendo, reduz ou elimina a erosão.

A quantidade de fitomassa sobre a superfície do solo e a distribuição podem servir de referência para uma avaliação preliminar sobre as condições nas quais o SPD está se desenvolvendo. A sucessão de cultivos variados contribui para conservar a ciclagem de nutrientes e aumentar a sua fertilidade no solo, além de permitir melhor utilização dos insumos agrícolas.

2.4. Diversificação e consórcio de culturas

A monocultura ou sistemas de sucessão de culturas, com a soja na safra ou milho safrinha, promovem, ao longo do tempo, alterações negativas para o sistema produtivo, que contribuem para a diminuição da produtividade, além de incrementar as condições favoráveis para o aumento de pragas, doenças e ervas daninhas, desequilíbrios ambientais e provocar perdas por erosão. A soja quando utilizada em excesso, sem uma rotação diminui a produtividade de grãos a longo prazo sistema agrícola, adicionar rotação com a soja, traz maior benefícios para produtividade (GONÇALVES et al., 2007). É necessário realizar a diversificação de culturas, juntamente com manejo adequado ajuda o aumento da produtividade.

As cultivares mantêm-se em um círculo constante, para utilização dos mesmos recursos do ambiente, procurando sempre fazer a renovação dos sistemas consorciados. Para ter máxima eficiência na melhoria da capacidade produção do solo, o planejamento da rotação de culturas deve-se preferir, plantas comerciais e, sempre que possível, associar espécies que produzam grandes quantidades de fitomassa, que apresentam rápido desenvolvimento, sejam cultivadas isoladamente ou em consórcio com culturas comerciais. Plantas forrageiras, graníferas e leguminosas, anuais ou semiperenes são apropriadas para essa finalidade. É necessário, oferecer plantas que fixam nitrogênio em maior quantidade, por meio do sistema radicular profundo e abundante, para proporcionar aos nutrientes a reciclagem (GONÇALVES, 2007). No geral, algumas culturas que têm menor produção de fitomassa, muitas vezes é insuficiente para a manutenção da cobertura do solo e para planta, na absorção de C e N (Especial Embrapa, 2009).

A rotação de culturas é realizada para que todas as espécies inseridas no sistema, compartilhem dos mesmos recursos ambientais, o que leva a forte interação entre as espécies consorciadas e o ambiente. A competição ocorre pelos fatores de crescimento, que são luz, nutrientes e água. À medida em que se aumenta a densidade de plantas, ocorre uma redução de disponibilidade desses fatores para cada indivíduo. Se houver a redução da disponibilidade de energia fotossinteticamente ativa (RAF), ocorre a limitação da energia evapotranspiração e fotossíntese (TEIXEIRA et al., 2005). A rotação de culturas

ajuda na ciclagem de nutriente no solo, visando a capacidade das plantas de coberturas, direcionando para produção de fitomassa.

O cultivo em conjunto de duas ou mais espécies em consórcio na safra na mesma área, tem como objetivo aumentar a renda por intermédio do crescimento da produtividade, visa melhorar a proteção do solo e distribuição estacional de forragem melhor (SANTOS, 2007).

Para diversificação das atividades na propriedade, é necessário fazer uma rotação de culturas no período da entressafra, no inverno, o que gera uma agricultura economicamente sustentável (AMBROSANO et al., 1997; CHAVES & CALEGARI, 2001). Para diminuição de problemas no monocultivo e obtenção de maior produtividade, as culturas destinadas para cobertura do solo são uma estratégia viável para melhorar a qualidade ambiental.

Segundo Argenta et al. (2001), as leguminosas são pouco utilizadas como cobertura durante o inverno, por limitações, como crescimento inicial lento, maior custo de aquisição de sementes em relação a outras espécies e pela alta taxa de decomposição de seus resíduos, porém estas fixam biologicamente o N atmosférico e libera para as culturas sucessoras. As gramíneas apresentam maior relação C/N, reduz a velocidade de decomposição, possui também ação agregante mais prolongada do que as leguminosas, graças à presença de um sistema radicular fasciculado com maior contato com as partículas do solo (SILVA et al., 1998).

Nesta pesquisa foram implantadas as seguintes cultivares, crotalária (*Crotalaria spectabilis*), milho (*Zea mays*), milheto (*Pennisetum glaucum*), braquiária (*Urochloa ruziziensis*), feijão guandu (*Cajanus cajan*), girassol (*Helianthus annuus*), são espécies adaptadas a este bioma. Para inserção de cultivo solteiro ou consórcio, é necessário identificar a característica sobre a fenologia de cada planta.

A leguminosa *Crotalaria spectabilis* é uma planta que tem estabelecimento rápido, sendo utilizada como planta de cobertura. Suas raízes são profundas e ramificadas que provoca o rompimento e descompactação de camadas do solo. É adaptada aos climas tropical e subtropical e apresenta bom comportamento nos diferentes tipos de textura de solo, inclusive nos solos relativamente pobres em fósforo. São essenciais na coibição de multiplicação de nematoides (BARRETO & FERNANDES, 2001). A espécie demonstra maior

atividade microbiana, promove a fixação biológica de nitrogênio em simbiose com bactérias presentes no solo em relação aos pousis.

A produção de milho na entressafra em sistemas de cultivo especialmente consorciado com diferentes cultivares, proporciona o aumento da disponibilidade de forragem no período de seca, com qualidade suficiente para manutenção nutricional dos rebanhos e, até mesmo, para promoção de ganho de peso animal (BATISTA, et., 2011). Há uma melhoria do sistema sobre o solo, com interação do consórcio milho safrinha, identifica que aumenta a produção de fitomassa para o SPD.

O milheto (*Pennisetum glaucum*) é uma espécie originária de regiões semidesérticas da África e da Índia, caracterizadas por baixa disponibilidade hídrica, elevadas temperaturas e baixa fertilidade do solo. É uma gramínea anual de verão, cespitosa, de crescimento ereto e que apresenta excelente produção de perfilhos e vigorosa rebrota, após corte ou pastejo. O cultivo solteiro do milheto possui um crescimento inicial rápido e, com sua utilização na safrinha, por ser planta de dias curtos, pode sofrer o estímulo do fotoperíodo de outono-inverno, ou seja, do aumento das horas de escuro e via de regra floresce precocemente, antecedendo o fechamento do ciclo, fazendo com que perca parte da fitomassa até a semeadura da soja. Assim, é recomendado que ele seja introduzido no sistema em consórcios com espécies de ciclos mais longos (EMBRAPA, 2016).

A quantidade de palhada na superfície do solo é importante para garantir maior produção de fitomassa. Assim, utiliza-se gramíneas que ao longo do tempo vem conquistando seu espaço, em especial a braquiária. A *U. ruziziensis* se destaca pela excelente adaptação a solos de baixa fertilidade, fácil estabelecimento e considerável produção de fitomassa durante o ano, proporcionando excelente cobertura vegetal do solo. Já utilizada pelos produtores rurais, a forrageira aumenta e facilita a produção de massa seca para cobertura sobre a superfície do solo (BERNARDES, 2003).

O feijão guandu, possui um elevado potencial para exercer múltiplas funções nos sistemas de produção agrícola, além de gerar produtos de elevado valor biológico para melhoria do meio ambiente em geral. Tem um valor nutritivo, podendo ser utilizados na alimentação humana e animal, mas ainda se tem a necessidade de ampliação em locais que uso limitado por agricultores (AZEVEDO, 2007).

O girassol (*Helianthus annuus L.*) é uma planta pertencente à família Asteraceae. Para uma diversificação no sistema de rotação de culturas na região de Mato Grosso, utiliza-se o girassol por ser uma espécie que tolera a seca, em relação as culturas milho e soja (TARSITANO, 2016). A produção de fitomassa dessa espécie girassol é importante para proteção da superfície do solo.

Para os produtores rurais, a diversificação de culturas, tem a intenção de diminuir custos e riscos de pragas e doenças na área, proteção e fertilidade do solo, reciclagem de nutrientes para o aumento da produtividade de grãos de soja.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado durante o ano agrícola de 2017/18, sendo o quarto ano de condução, na Estação Experimental da Universidade Federal de Rondonópolis – UFR (16°27'41.75"S 54°34'52.55"O, altitude de 292 m). O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 2014), com relevo plano. O clima da localidade é tropical de savana com estação seca no outono/inverno e a estação chuvosa, na primavera/verão conforme a classificação de Köppen é Aw (SOUZA et al., 2013).

Foi conduzido em um delineamento de blocos casualizados com nove sistemas de produção (Tabela 1) e quatro repetições em unidades experimentais de 7m x 9m. No período de safrinha, foram utilizadas culturas graníferas e de cobertura e na safra será implantada a soja como cultura comercial.

Tabela 1. Caracterização dos sistemas de produção que foram utilizados no ano agrícola de 2017/18.

Sistema	Segunda safra 2017	Safra 2017/18
S1:	Pousio em PD	Soja TMG 7062 IPRO
S2:	Pousio em PC	Soja TMG 7062 IPRO
S3:	<i>Crotalaria spectabilis</i> (15 kg ha ⁻¹)	Soja TMG 7062 IPRO
S4:	Milho (60.000 ptas ha ⁻¹)+ <i>C. spectabilis</i> (15 kg ha ⁻¹)	Soja TMG 7062 IPRO
S5:	<i>Pennisetum glaucum</i> ADR 300 (30 kg ha ⁻¹)	Soja TMG 7062 IPRO
S6:	<i>Urochloa ruziziensis</i> (15 kg ha ⁻¹ - VC - 60%)	Soja TMG 7062 IPRO
S7:	Girassol (55.000 ptas ha ⁻¹)+ <i>U. ruziziensis</i> (15 kg ha ⁻¹ – VC 60%)	Soja TMG 7062 IPRO
S8:	<i>C. cajan</i> (60 kg ha ⁻¹)	Soja TMG 7062 IPRO
S9:	Milho (60.000 ptas ha ⁻¹)+ <i>U. ruziziensis</i> (15 kg ha ⁻¹ - VC - 60%)	Soja TMG 7062 IPRO

Pousio PD: pousio plantio direto com plantas espontâneas; Pousio PC: pousio preparo convencional com uso de grade aradora + grade niveladora.

Todos os sistemas da segunda safra foram implantados em fevereiro, com espaçamento de 0,45m, sendo que nos consórcios com culturas anuais, as culturas de cobertura serão implantadas na entrelinha. A semeadura da soja, na safra, foi realizada entre os meses de outubro e novembro, após dessecação de manejo das culturas de cobertura, com espaçamento entrelinhas de 0,45m e a colheita realizada no mês de fevereiro do ano seguinte. A soja foi semeada em plantio direto (sob a fitomassa remanescente) em todos os sistemas de

produção, exceto no sistema com pousio em plantio convencional (PC), em que as parcelas serão submetidas a duas gradagens (grade aradora + niveladora) 30 dias antes da semeadura.

Para culturas graníferas semeadas na segunda safra (milho e girassol) as adubações seguiram as recomendações de Souza e Lobato (2004), enquanto que, nas parcelas com culturas de cobertura solteiras não foram utilizados fertilizantes. A adubação da soja na safra foi de 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ no sulco de semeadura e 100 kg ha⁻¹ de K₂O via cloreto de potássio, aplicados metade à lanço em pré semeadura e com a soja no estágio fenológico V4. Para a semeadura da soja, foi realizada a inoculação das sementes na dosagem de 150 ml de inoculante para cada 50 kg de sementes, apresentando a concentração bacteriana de 3x10⁹ unidades formadoras de colônias por ml, com *Bradyrhizobium japonicum* (SEMIA 5079 e 5080).

Quanto às variáveis relacionadas à parte aérea das culturas na segunda safra, foi determinada a produção de fitomassa no momento do florescimento e senescência. Será contabilizado o estande de plantas por metro, em três pontos por parcela, sendo coletadas duas plantas por estande. Estas avaliações também foram realizadas no florescimento da soja na safra. As folhas foram separadas dos caules para posterior determinação de fitomassa. Após às medições, as folhas e caules foram levadas para estufa de circulação de ar forçada a 60°C até massa constante para determinação da massa seca. Posteriormente as amostras foram moídas em moinho tipo Willey (malha de 2 mm) para determinação da concentração dos componentes das fitomassas (das culturas de cobertura e da soja) e em todas as épocas de avaliação seguindo as metodologias propostas por Malavolta et al. (1997).

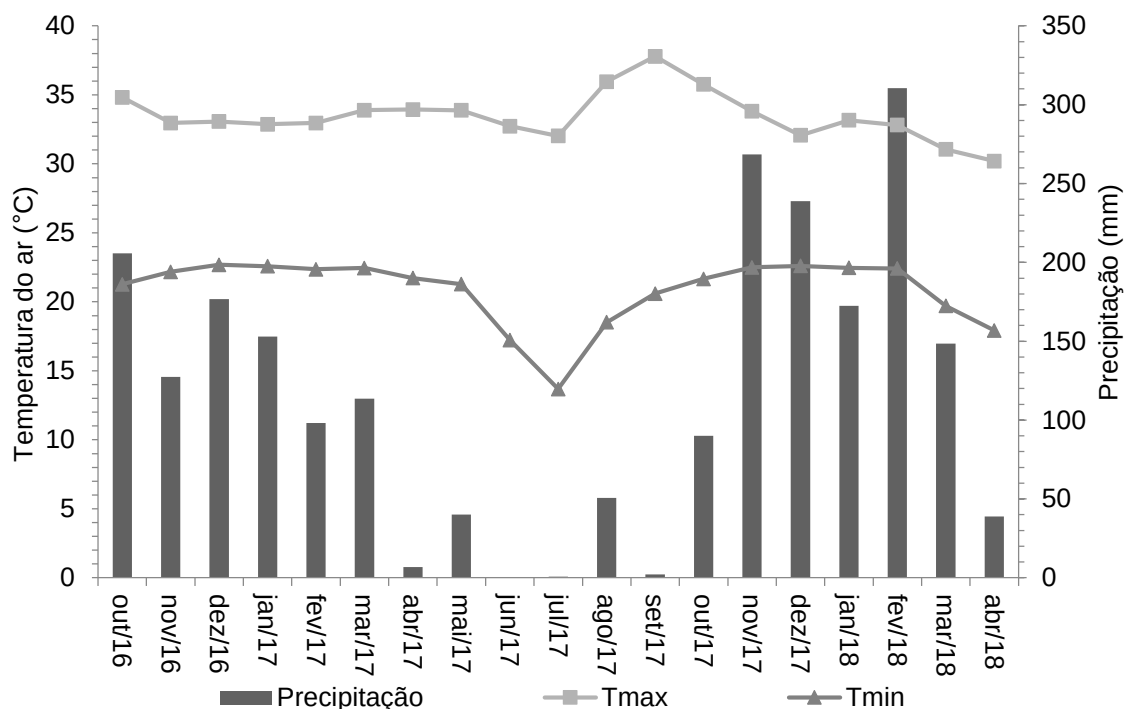


Figura 1. Precipitação mensal acumulada e temperaturas médias mínima e máxima do ar durante a condução do experimento, em Rondonópolis, MT.

As avaliações de fitomassa das culturas de cobertura durante a safra foram realizadas imediatamente antes da dessecação em outubro de 2017, e repetidas aos 15, 30, 60, 90 e 120 dias após a dessecação de manejo (DAD) para a avaliação da taxa de cobertura do solo, decomposição e liberação da fitomassa para o solo. A taxa de cobertura do solo foi obtida com uso de um quadrado de ferro com dimensões de 0,5 x 0,5m (0,25m²), com uma rede de barbantes espaçados a cada 5 cm que formam um grid com 100 pontos, nos quais, na intersecção dos pontos se observa a presença ou ausência de cobertura proporcionada pelos resíduos vegetais em cada um dos dois pontos de amostragens de fitomassa seca (SODRÉ FILHO et al., 2004).

Após a determinação da taxa de cobertura do solo, nos mesmos dois pontos de amostragem, coletou-se a fitomassa seca segundo metodologia adaptada de Crusciol et al. (2005), que consiste no uso de quadrado de ferro com dimensões 50 x 50 cm, no qual, a parte aérea e resíduos das culturas de cobertura serão coletados. Em seguida, serão submetidos à secagem em estufa com temperatura de 60°C, até massa constante, e posteriormente, foi realizada a limpeza manual dos resíduos sem uso de água, para obtenção da fitomassa seca.

Para descrever a decomposição da fitomassa ocorrida nas culturas de cobertura, após sua dessecação, os dados coletados aos 0, 15, 30, 60, 90 e 120 DAD foram ajustados a um modelo matemático exponencial decrescente, descrito por Wieder & Lang (1982): $Q = Q_0 \exp(-kt)$, em que: Q = quantidade de fitomassa existente no tempo t , em dias (kg ha^{-1}); Q_0 = fração de fitomassa potencialmente liberado (kg ha^{-1}), e k = constante de liberação de fitomassa (g g^{-1}). Com o valor de k , calcula-se o tempo de meia-vida ($T_{1/2}$ vida) da fitomassa remanescente, que expressa o tempo que levará para metade do N ser liberado pela fitomassa em decomposição, com uso da fórmula $T_{1/2} \text{ vida} = 0,693/k$, proposta por Paul & Clark (1989).

A produtividade da soja na safra foi avaliada por meio de coletas em duas linhas de dois metros, expressos em kg ha^{-1} (padronizadas em 13% umidade).

Os resultados relacionados à parte aérea das culturas de cobertura e da soja foram submetidos à análise de variância e, quando significativos, nos dados qualitativos realizou-se o teste Scott-Knott a 5% de probabilidade por meio do software SISVAR (FERREIRA, 2008). Os dados quantitativos foram ajustados em equações, com auxílio do software SIGMA PLOT 10.0.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A *U. ruziziensis* obteve maior acúmulo na produção de fitomassa no florescimento e na senescência (Figuras 2 e 3), nas partes iguais das folhas, quanto do caule. Segundo Pacheco et al. (2008), a *U. ruziziensis* é uma espécie com teor de nutrientes que resultam em maior produção de fitomassa, quando utilizadas em sistemas de manejo adequado, em sucessão no verão. O solo fica coberto por um período maior, dificulta assim a entrada dos raios solares, prolonga a umidade do solo por mais tempo.

Comparada à *U. ruziziensis* solteira, o consórcio de milho + *U. ruziziensis* apresentou maior produção de fitomassa no florescimento, porém na senescência, onde tem-se menor acúmulo, por ser um período de precipitação menor e temperatura elevada, ocorreu uma diminuição da fitomassa acumulada. Neste consórcio ocorre que o milho está translocando os nutrientes para enchimento dos grãos. Observou-se que o a produção de fitomassa ocorreu no caule, em maior quantidade em relação a região das folhas. De acordo com Gomes (1997) e Carpim (2008) a melhor performance apresentada pelas gramíneas, em relação às leguminosas, é o seu crescimento inicial rápido, com adaptações á condições edafoclimáticas, onde se destacam no florescimento sendo um momento ideal para um manejo como plantas de cobertura, em razão do acúmulo de fitomassa e nutrientes.

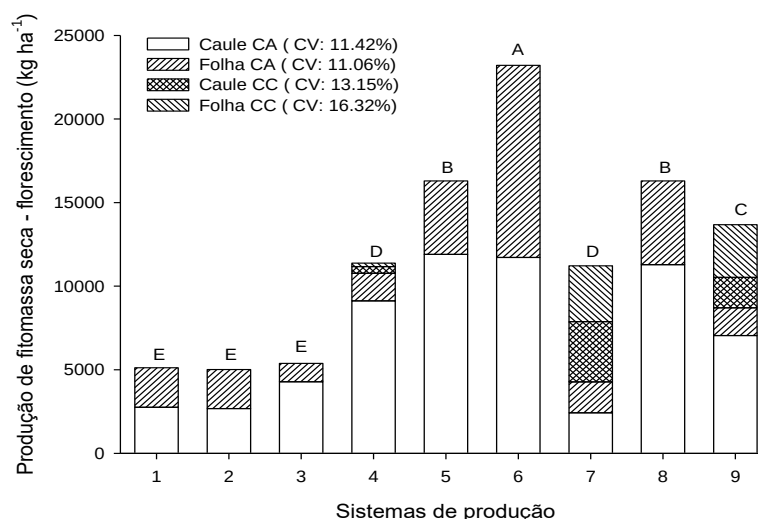


Figura 2. Produção de fitomassa no florescimento, respectivamente na safrinha 2017. Sistemas: S1: Pousio PD; S2: Pousio PC; S3: *C. spectabilis*; S4: Milho+*C. spectabilis*; S5: *P. glaucum*; S6: *U. ruziziensis*; S7: Girassol+*U. ruziziensis*; S8: *C. cajan*; S9: Milho+*U. ruziziensis*; CA: Cultura anuais; CC: Cultura de cobertura.

O *P. glaucum* e *C. cajan* apresentaram desempenho intermediário em relação a produção de fitomassa no florescimento (Figura 2). As duas culturas possuem o sistema radicular agressivo, pois além de promover a reciclagem de nutrientes, mediante sua absorção das camadas mais profundas do solo, podem também ser utilizados em áreas com problemas de compactação no sistema plantio direto. De acordo com Amabile et al. (2000) e Henriksen et al. (2002), os sistemas de *P. glaucum* e *C. cajan* podem incrementar a fitomassa e nitrogênio do solo via fixação biológica. Como observado na Figura 2 quanto a produção de fitomassa, houve maior acúmulo na região do caule, em relação as folhas.

A *C. spectabilis* e *P. glaucum* apresentaram desempenho intermediário em relação a produção de fitomassa, na região do caule foi maior em relação as folhas da planta, na senescência (Figura 3). De acordo com Silveira et al., (2005) as leguminosas desempenham um papel fundamental como fornecedoras de nutrientes, quando o sistema plantio direto está estabilizado, uma vez que as plantas dessa família têm a vantagem de disponibilizar nutrientes para culturas sucessoras, em virtude da rápida decomposição dos seus resíduos.

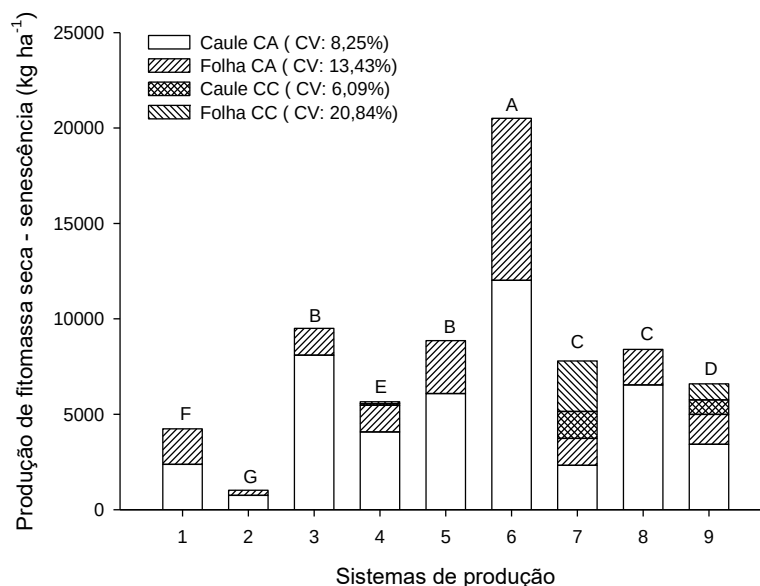


Figura 3. Produção de fitomassa na senescência, respectivamente na safrinha 2017. Sistemas: S1: Pousio PD; S2: Pousio PC; S3: *C. spectabilis*; S4: Milho+*C. spectabilis*; S5: *P. glaucum*; S6: *U. ruziziensis*; S7: Girassol+*U. ruziziensis*; S8: *C. cajan*; S9: Milho+*U. ruziziensis*; CA: Cultura anual; CC: Cultura de cobertura.

Os pousios PD e PC obtiveram as menores produções de fitomassa no florescimento e na senescência e não são satisfatórios para instalação do

sistema (Figuras 2 e 3). Os sistemas pousios PD e PC, possuem maior população de plantas espontâneas no sistema, porém são de rápida decomposição e não são capazes de manter uma taxa de cobertura satisfatória por maior período (Tabela 2).

A *U. ruziziensis* manteve o maior acúmulo de fitomassa até o momento da dessecação (0 DAD) em relação aos demais tratamentos (Tabela 2). Apresentou ainda, maior taxa de cobertura do solo que refletiu em elevada produtividade da soja por promover maior proteção e manutenção da umidade do solo neste tratamento. A velocidade de decomposição da fitomassa na safra também foi favorável ao desenvolvimento da soja, uma vez que apresentou tempo de meia-vida de 83 dias que culminou com o final do enchimento de grãos permite maior cobertura do solo e eficiência na absorção de água e nutrientes. Esta menor amplitude térmica fornecida pelo maior acúmulo de fitomassa permitiu o desenvolvimento da soja com o mínimo estresse causado por possíveis veranicos, que influencia diretamente na produtividade de grãos.

Tabela 2. Produção de fitomassa e taxa de cobertura do solo no momento da dessecação de manejo (DAD) e produtividade de grãos de soja na safra 2017/18.

Sistemas de produção	Fitomassa (kg ha ⁻¹)	Taxa de cobertura do solo (%)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
S ₁ : Soja - Pousio PD	2.828,5 C	95,31 a	3.817 b
S ₂ : Soja - Pousio PC	0,00	0,00	3.415 b
S ₃ : Soja - <i>Crotalaria spectabilis</i>	4.459,2 B	76,40 c	4.277 a
S ₄ : Soja - Milho + <i>C. spectabilis</i>	5.640,6 B	88,12 b	4.140 a
S ₅ : Soja - <i>Pennisetum glaucum</i>	5.440,6 B	89,06 b	4.433 a
S ₆ : Soja - <i>Urochloa ruziziensis</i>	7.858,1 A	100,00 a	4.359 a
S ₇ : Soja - Girassol + <i>U. ruziziensis</i>	3.080,7 C	67,81 d	3.690 b
S ₈ : Soja - <i>Cajanus cajan</i>	5.729,8 B	89,53 b	3.633 b
S ₉ : Soja - Milho+ <i>U. ruziziensis</i>	5.353,2 B	87,81 b	4.390 a
CV (%)	16,99	5,35	5.12

Resultados significativos foram verificados no acúmulo de fitomassa no momento da dessecação (0 DAD) com destaque para a *C. spectabilis*, Milho + *C. spectabilis*, *P. glaucum*, *U. ruziziensis*, e Milho + *U. ruziziensis* (Tabela 2). Neste caso observou-se que o uso de culturas de cobertura, influencia

diretamente na produtividade das culturas semeadas em sequência. Pacheco et al. (2011) afirmam que o potencial do consórcio entre espécies do gênero *Urochloa* e leguminosas perenes, para a produção de fitomassa e para o acúmulo de nutrientes, que são aproveitados pelas culturas anuais, devem ser semeadas em sucessão no Cerrado.

Resultados significativos no acúmulo de fitomassa no momento da dessecação (0 DAD), repercutiram na produtividade da soja pelos os tratamentos, que houve destaque intermediário *Cajanus cajan* e Girassol + *U. ruziziensis* (Figura 4). A velocidade de decomposição foi menor em relação aos sistemas em pousio. Na safrinha anterior, o feijão caupi foi utilizado nas parcelas com *C. cajan* e apresentou sinais de compactação do solo, o que pode ter caracterizado a diminuição da produtividade do sistema solteiro *Cajanus cajan*. No entanto, esta espécie possui elevada capacidade de descompactação do solo. O sistema Girassol + *U. ruziziensis* teve menor produtividade, pois no seu plantio de sementes ficou com baixa germinação, prejudicou-se a fitomassa e em consequência, a produtividade de grãos da soja em sucessão.

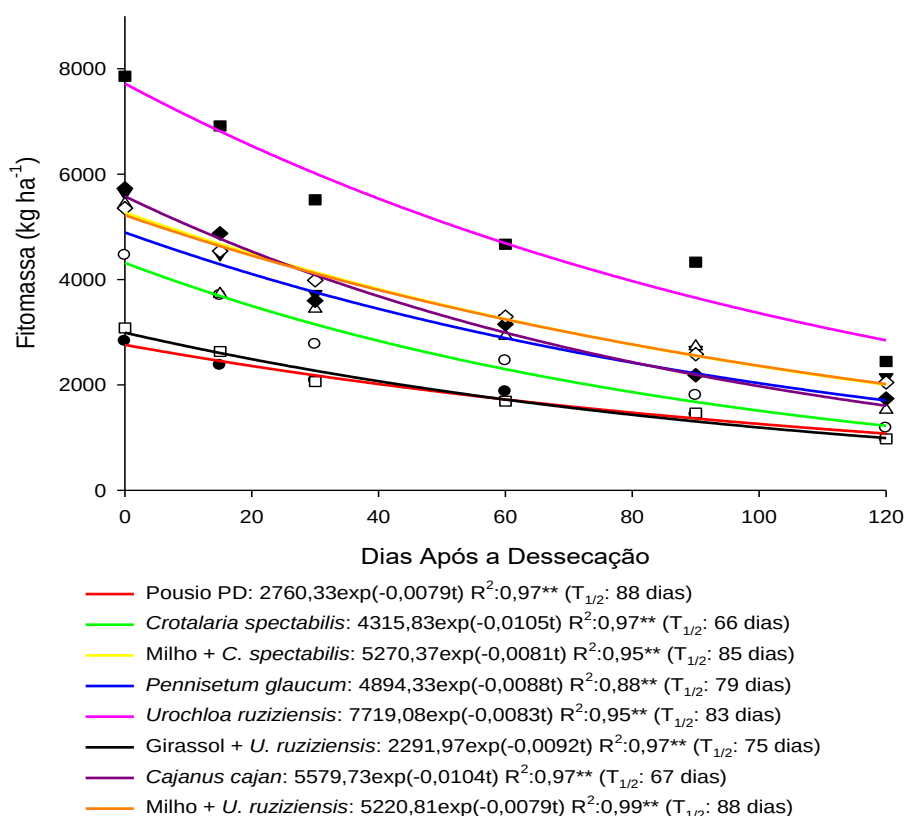


Figura 4. Acúmulo de fitomassa, decomposição e tempo de meia-vida de culturas anuais e de cobertura nas safras 2017/18 em Rondonópolis – MT.

Com menores destaques para acúmulo e decomposição de fitomassa e tempo de meia-vida de 66 a 88 dias, foram os sistemas de pousio PD, e *Crotalaria spectabilis*, respectivamente os tratamentos com baixa produção de fitomassa, a decomposição não foi acelerada. A leguminosa teve uma queda das folhas, ocorre assim, a utilização dos nutrientes para rebrota. A produtividade da soja, no sistema *Crotalaria spectabilis* foi significativo.

Vale ressaltar que o sistema que também se destacou, na produtividade da soja em relação as demais foi o *Pennisetum glaucum*, sendo um dos sistemas com a velocidade intermediária na decomposição, com tempo de meia-vida de 79 dias. A planta tem características favoráveis à reciclagem de nutrientes, por possuir raízes com vigor e robustas que permitem esta recuperação dos nutrientes na subcamada do solo.

Os sistemas Pousio PC e PD e *Cajanus cajan* foram os que menos se destacam na produção de fitomassa aos 0 DAD, em que se observou que interferem nas menores produtividades da soja. A velocidade de decomposição dos sistemas, estão entre 65 a 88 dias de tempo de meia vida. Mesmo apresentando elevados tempos de meia-vida, sua produção de fitomassa não é suficiente para uma boa cobertura do solo durante todo o período da safra. Isto pode ter contribuído para as menores produtividades, uma vez que além de o solo ter ficado exposto, não houve ciclagem dos nutrientes em grande quantidade e nem disponibilização dos mesmos no início do estágio reprodutivo.

5. CONCLUSÃO

1. Os sistemas *U. ruziziensis*, Milho + *C. spectabilis* e Milho + *U. ruziziensis* apresentam maior tempo de meia-vida, com maior permanência da fitomassa no sistema.
2. Os sistemas de produção *C. spectabilis*, Milho + *C. spectabilis*, *P. glaucum*, *U. ruziziensis*, Girassol + *U. ruziziensis*, e Milho + *U. ruziziensis* indicam acréscimo na produtividade de grãos de soja.
3. *Urochloa ruziziensis* é indicada para maior acúmulo de fitomassa, com taxas de decomposição maior e resultou em maior produtividade a soja, portanto se destacou em todas variáveis avaliadas.

6. REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, R. C.; W. A. CABEZAS, J. C. Cruz & D. P. SANTANA. **Plantas de coberturas de solo para sistema plantio direto**. Informe agropecuário, 22 (208): 25-36. 2001.
- AMBROSANO, E.J.; WUTKE, E.B.; TANAKA, R.T.; MASCARENHAS, H.A.A.; BRAGA, N.R.; MURAOKA, T. **Leguminosas para adubação verde: uso apropriado em rotação de culturas**. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1997. 24p. Apostila.
- ANDREOLA, F.; COSTA, L.M.; OLSZEWSKI, N.; JUCKSCH, I. **A cobertura vegetal de inverno e a adubação orgânica e, ou, mineral influenciando a sucessão feijão/milho**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.24, n.4, p.867-874, 2000.
- AMABILE, R.F.; FANCELLI, A.L.; CARVALHO, A.M. **Comportamento de espécies de adubos verdes em diferentes épocas de semeadura e espaçamentos na região dos cerrados**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.35, p.47-54, 2000.
- ANDRADE, Alex Teixeira et al. **Desafios do Sistema Plantio Direto no Cerrado**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 39, n. 302, p. 18-26, 2018.
- ARGENTA, G. et al. **Efeitos do manejo mecânico e químico da aveia-preta no milho em sucessão e no controle do capim-Papuã**. Pesq. Agropecu. Bras., Brasília, v. 36, n. 6, p. 851-860, 2001.
- AZEVEDO, Ruberval Leone; RIBEIRO, Genésio Tâmara; AZEVEDO, Cláudio Luiz Leone. **Feijão guandu: uma planta multiuso**. Revista da FAPES, v. 3, n. 2, p. 81-86, 2007.
- BARRETO, A. C.; FERNANDES, M. F. **Recomendações técnicas para o uso da adubação verde em solos de tabuleiros Costeiros**. Embrapa Tabuleiros Costeiros-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2001.
- BATISTA K. et al. **Acúmulo de matéria seca e de nutrientes em forrageiras consorciadas com milho safrinha em função da adubação nitrogenada** [Periódico] // Pesquisa Agropecuária Brasileira. - Brasília : [s.n.], Out. de 2011. - 10 : Vol. 46. - pp. 1154-1160.
- BERNARDES, L.F. **Semeadura de capim-braquiária em pós-emergência da cultura do milho para obtenção de cobertura morta em sistema de plantio direto**. 2003. 42f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, 2003.
- BLACK, R.J. **Complexo Soja Fundamentos, situação atual e perspectivas**. In: CÂMARA, G.M.S. Soja: Tecnologia da Produção II ESALQ Piracicaba – SP. 20001-17p.
- CALEGARI, A.; HECHLER, J. C.; SANTOS, H. P.; PITOL, C.; FERNANDES, F. M.; HERNANI, L. C.; GALDÊNCIO, F. M.. **Culturas sucessões e rotações**. In:

SALTON, J. C.; HENANI, L. C.; FONTES, C. Z. Sistemas de plantio direto. Brasília; Embrapa – SPI; Dourados: Embrapa-CPAO, 1998.p. 59-80

CARVALHO, A. M. de; BUSTAMENTE, M. M. C.; GERALDOJUNIOR, J.; VIVALDI, L. J. **Decomposição de resíduos vegetais em latossolo sob cultivo de milho e plantas de cobertura**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.32, 2831-2938, 2008.

CARVALHO, A. M. de; BUSTAMENTE, M. M. C.; ALCÂNTRA, F. A de ;RESCK, I.S.; LEMOS, S. S. **Characterization by solid-state CPMAS ¹³C NMR spectroscopy of decomposing plant residues in conventional and no-tillage sytems in Central Brazil**. Spil e Tillage Research. V 101, p. 100-107, 2009.

CARPIM, L.; ASSIS, R.L.; BRAZ, A.J.B.P.; SILVA, G.P.; PIRES, F.R.; PEREIRA, V.C.; GOMES, G.V.; SILVA, A.G. **Liberação de nutrientes pela palhada de milho em diferentes estádios fenológicos**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.32, p.2813- 2819, 2008.

CONAB. Acomp. safra bras. grãos, v. 5 - Safra 2018/19 – **Decimo segunda levantamento**, Brasília, p. 1-148, maio 2018.

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

DERPSCH, R. et al. **Current status of adoption of no-till farming in the world and some of its main benefi ts**. Journal Agriculture & Biology, v.3, p.1-25, 2010. Disponível em: Acesso em: 3 jun. 2013. doi: 10.3965/j.issn.1934-6344.2010.01.0-0.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 4. ed. – Brasília, 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Manejo do solo**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 4. ed. – Brasília, 2016.

ESPECIAL Embrapa: **integração lavoura, pecuária e floresta**. 2009. Disponível em: Acesso em: 23 jun. 2019.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Plantio direto. In: **PRODUÇÃO de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000 b. p. 108-116.

FERREIRA, D. F. Sisvar: **um programa para análises e ensino de estatística**. Revista Científica Symposium, v. 6, n. 1, p. 36-41, 2008.

FIDELIS, Rodrigo Ribeiro et al. **Alguns aspectos do plantio direto para a cultura da soja**. Bioscience Journal, v. 19, n. 1, 2003.

GONÇALVES, S. L. et al. **Rotação de culturas**. Londrina: EMBRAPA Circular técnica 45, 2007.

GOMES, A.S.; VERNETTI IÚNIOR, F.; SILVEIRA, L.D.N. **O que rende a cobertura morta**. A Granja, Porto Alegre, ano 53, n.588, p.47-49, dez.1997.

HENRIKSEN, I.; MICHELSEN, A.; SCHLONVOIGT, A. Tree species selection and soil tillage in alley cropping systems with *Phaseolus vulgaris* L. in a humid premontane climate: **biomass production, nutrient cycling and crop responses**. *Plant and Soil*, v.240, p.145-159, 2002.

LEITE, R.M.V.B.C.; BRIGHENTI, A.M.; CASTRO, C. de. (Ed.). **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 613p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C. & OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: Princípios e aplicações**. Piracicaba, Potafos, 1997. 308 p.

MAUAD, Munir et al. **Influência da densidade de semeadura sobre características agronômicas na cultura da soja**. *Agrarian*, v. 3, n. 9, p. 175-181, 2010.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: Editora UFLA, 2002. 626p.

PADUA, GILDA PIZZOLANTE et al. **Influência do tamanho da semente na qualidade fisiológica e na produtividade da cultura da soja**. Embrapa Soja- Artigo em periódico indexado (ALICE), 2010.

PAUL, E. A. & CLARK, F. E. **Soil microbiology and chemistry**. San Diego, 1989. 275p.

PACHECO, Leandro Pereira et al. **Produção de fitomassa e acúmulo e liberação de nutrientes por plantas de cobertura na safrinha**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 46, n. 1, p. 17-25, 2011.

PACHECO, L. P. et al. **Desempenho de plantas de cobertura em sobressemeadura na cultura da soja**. *Pesq. Agropec. Bras.*, v. 43, n. 7, p. 815-823, 2008.

PEREIRA, M. H. **O sistema de plantio na palha 25 anos de sua adoção no Brasil**. In: SEMINÁRIO SOBRE O SISTEMA PLANTIO DIRETO, 1., 1998, Viçosa: UFV, 1998. P. 1-7.

Portes, T. A.; Carvalho, S. I. C.; Oliveira, I. P.; Kluthcouski, J. **Análise do crescimento de uma cultivar de braquiária em cultivo solteiro e consorciado com cereais**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.35, p.1349-1358, 2000.

SANTOS, Henrique Pereira et al. **Princípios básicos da consorciação de culturas**. Embrapa Trigo, 2007.

SILVEIRA, Pedro Marques et al. **Adubação nitrogenada no feijoeiro cultivado sob plantio direto em sucessão de culturas**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 40, n. 4, p. 377-381, 2005.

SODRÉ FILHO, J.; CARDOSO, A. N.; CARMONA, R.; CARVALHO, A. M. **Fitomassa e cobertura do solo de culturas de sucessão ao milho na região do cerrado**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.39, p.327-334. 2004.

SOUSA, D. M. G. de & LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. 416p.

SOUZA, A. P.; MOTA, L. L.; ZAMADEI, T.; MARTIM, C. C.; ALMEIDA, F. T.; PAULINO, J. **Classificação climática e balanço hídrico climatológico no estado de Mato Grosso**. Nativa, 01(1):34-43, 2013.

SOUZA, Edicarlos Damacena et al. **Matéria orgânica e agregação do solo após conversão de “campos de murundus” em sistema plantio direto**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 51, n. 9, p. 1194-1202, 2016.

TATTO, Wilson Henrique et al. **Altura de pasto e adubação nitrogenada afetam os atributos físicos do solo, plantabilidade e produtividade da soja no sistema de integração lavoura-pecuária?** Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2017.

TARSITANO, Rodrigo Anselmo et al. **Custos e rentabilidade da produção de girassol no estado do Mato Grosso, Brasil**. Revista ESPACIOS| Vol. 37 (Nº 12) Año 2016, 2016.

TEIXEIRA, R. I. et al. **Consórcio de hortaliças**. Londrina: Semina Ciências Agrárias, v. 26, n. 4, p. 507-514, 2005.