

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
CAMPUS DE CHAPADÃO DO SUL  
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

NATIELLY PEREIRA DA SILVA

**CICLAGEM DE NITROGÊNIO E PRODUTIVIDADE DE SOJA EM SUCESSÃO AO  
CULTIVO DE MILHO COM *Urochloa ruziziensis***

CHAPADÃO DO SUL – MS

2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
CAMPUS DE CHAPADÃO DO SUL  
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

NATIELLY PEREIRA DA SILVA

**CICLAGEM DE NITROGÊNIO E PRODUTIVIDADE DE SOJA EM SUCESSÃO AO  
CULTIVO DE MILHO COM *Urochloa ruziziensis***

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Universidade Federal de Mato  
Grosso do Sul, como requisito parcial para a  
obtenção do título de Bacharel em  
Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke

Co-orientador: Dr. Alan Mario Zuffo



Serviço Público Federal

Ministério da Educação

Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



## CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

AUTOR: NATIELY PEREIRA DA SILVA.

ORIENTADOR: **Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke.**

Aprovada pela Banca Examinadora como parte das exigências do Componente Curricular Não Disciplinar TCC, para obtenção do grau de BACHARELA EM AGRONOMIA, pelo curso de Bacharelado em Agronomia da UFMS/CPCS.

**Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke**

Presidente da Banca Examinadora e Orientador

**Prof. Dr. Alan Mário Zuffo**

Membro da Banca Examinadora e Coorientador

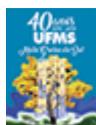
**Prof. Dr. Jorge Gonzáles Aguilera**

Membro da Banca Examinadora

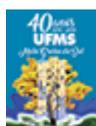
**Profa. Dra. Karina Marie Kamimura**

Membro da Banca Examinadora

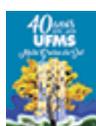
Chapadão do Sul, 19 de novembro de 2021.



Documento assinado eletronicamente por **Rafael Felipe Ratke, Professor do Magisterio Superior**, em 19/11/2021, às 15:26, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Karina Marie Kamimura, Professora do Magistério Superior**, em 19/11/2021, às 15:26, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Alan Mario Zuffo, Professor do Magisterio Superior - Visitante**, em 19/11/2021, às 15:27, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Jorge Gonzalez Aguilera**,  
**Professor do Magisterio Superior - Visitante**, em 19/11/2021, às  
15:29



conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art.  
6º,  
§ 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site  
[https://sei.ufms.br/sei/controlador\\_externo.php?  
acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufms.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o  
códigoverificador **2922232** e o código CRC **FE2CD636**.

### COORDENAÇÃO DE GESTÃO ACADÊMICA DO CÂMPUS DE CHAPADÃO DO SUL

Câmpus de Chapadão do Sul - Rod MS 306, Km 105, Caixa Postal 112

Fone:

CEP 79560-000 - Chapadão do Sul - MS

Referência: Processo nº 23455.000538/2021-12

SEI nº 2922232

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho, ao meu  
querido filho, Nicollas Pereira  
De Souza, meu maior presente  
de Deus e incentivador.  
Luz da minha vida.

## AGRADECIMENTOS

A DEUS, que me deu força, perseverança e coragem para vencer todos os obstáculos e dificuldades enfrentadas durante o curso e pela vitória de me formar.

Ao professor Dr. Rafael Felipe Ratke, meu orientador, aos professores, Alan Mario Zuffo e Jorge González Aguilera pelas contribuições de pesquisa deste trabalho, acadêmica e de vida profissional, ao meu orientador pela dedicação, paciência, apoio e incentivo à minha pesquisa e pela oportunidade de poder usufruir um pouco de seus conhecimentos.

Aos meus pais Valdeci e Lucilene, e minha irmã Nayny pelo apoio e incentivo que serviram de alicerce para as minhas realizações. Esta monografia é a prova de que os esforços deles pela minha educação não foram em vão e valeram a pena. Ao meu filho Nicollas, ao meu esposo Muriel, com eles compartilho a concretização de um sonho que é um dos momentos mais importante da minha vida, que hoje podemos desfrutar juntos.

A todos dessa instituição (UFMS-CPCS), que permitiram que eu chegasse onde estou.

Aos grandes amigos conquistados na faculdade, em especial as minhas amigas Graziely Alves Nogueira, Kaline Gabriela de Almeida Marques, Camila Martins da Silva Rodrigues, Amanda Camila Silva Trento e Mayara de Brito Lucena. Essas têm grande parcela de contribuição na minha graduação e sempre serei muito grata por isso.

O agradecimento ao próprio grupo da pesquisa (Agrosciencie) que, estavam sempre presentes em todo o processo de elaboração deste trabalho, nos bons e maus momentos.

Finalmente, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a conclusão desta pesquisa.

## **EPÍGRAFE**

“A satisfação está no esforço, não na conquista.  
Esforço completo significa vitória completa.”

Mahatma Gandhi

# SUMÁRIO

## Página

LISTA DE TABELAS .....	7
LISTA DE FIGURAS .....	8
ABSTRACT .....	9
RESUMO .....	10
INTRODUÇÃO .....	11
MATERIAL E MÉTODOS .....	13
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	19
CONCLUSÃO .....	24
AGRADECIMENTOS .....	25
REFERÊNCIAS .....	25

## LISTA DE TABELAS

	<b>Página</b>
1. Resultados da análise de solo das áreas experimentais em função de palhada e ambiente	<b>13</b>
2. Análise de variância dos resultados de massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PROD) em função do uso de diferentes cultivares, palhada e ambiente.	<b>17</b>
3. Constante de decomposição (k) e tempo de meia-vida (t) em função das palhadas de Milho, Milho+ <i>Urochloa</i> e <i>Urochloa</i> .	<b>21</b>
4. Constante de decomposição (k) e tempo de meia-vida (t) de N em função das palhadas de Milho, Milho+ <i>Urochloa</i> e <i>Urochloa</i> .	<b>21</b>

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Página</b>
1. Médias mensais do acúmulo da precipitação pluvial, ocorridas em Chapadão do Sul-MS nos anos 2019/2020. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)	<b>12</b>
2. Área (1): Floresta de Eucalipto ao norte e a oeste; e Área (2): Floresta de Eucalipto a oeste.	
3. Massa de mil grãos em função dos fatores ambiente (A) e cultivar (B)	<b>19</b>
4. Produtividade de grãos em função dos fatores ambiente (A) e cultivar (B)	<b>19</b>
5. Nitrogênio e massa seca da palhada de Milho e <i>Urochloa</i> em litterbags até 90 dias após a implantação.	<b>20</b>

## Nitrogen Cycling and soybean yield in succession to corn intercropping with *Urochloa ruziziensis*

### ABSTRACT

The preservation of soil cover with straw in the no-tillage system brings several benefits to the successor crop, such as nitrogen cycling. The objective of this research is to evaluate nitrogen cycling and soybean yield in succession to corn intercropped with *Urochloa* compared to corn monoculture in different production environments. The experiment was carried out in the experimental area of the UFMS Campus, in Chapadão do Sul, MS, in soil classified as Oxisol. The experiment was carried out in a randomized block design with 4 replications following a factorial design. Factor 1: soybean cultivars, Brasmax Bônus 8579 IPRO and TMG 7076 IPRO. Factor 2: previous maize cultivation in monoculture (MI), maize intercropped with *Urochloa ruziziensis* (UM) and *Urochloa ruziziensis* (UR). Factor 3: environments, presence of *Eucalyptus* sp. forest on the north and west face of area 1, presence of *Eucalyptus* sp. forest only on the west face of area 2. Degradability of straw in off-season crops, nitrogen (N) cycling, thousand grain mass and soybean grain yield were evaluated. The Eucalyptus forest environment promoted shorter straw and N cycling time, and higher soybean grain yield. TMG 7076 IPRO presented higher values of mass of one thousand grains and productivity in relation to Brasmax Bonus 8579 IPRO.

**Index terms:** *Glycine max.* *Eucalyptus* ssp., Environment. Cultivar.

## **Ciclagem de Nitrogênio e Produtividade de soja em sucessão ao cultivo de milho com**

### ***Urochloa ruziziensis***

#### **RESUMO**

A preservação de cobertura do solo com palhada no sistema de plantio direto traz diversos benefícios para a cultura sucessora, como a ciclagem de nitrogênio. O objetivo desta pesquisa foi avaliar a ciclagem de nitrogênio e a produtividade de soja em sucessão ao cultivo de milho consorciado com *Urochloa ruziziensis* em comparação ao monocultivo de milho em distintos ambientes de produção. O experimento foi conduzido sob delineamento de blocos casualizados com 4 repetições seguindo esquema fatorial 2 x 2 x 3, sendo o Fator 1: cultivares de soja, Brasmax Bônus 8579 IPRO e TMG 7076 IPRO, o Fator 2: monocultivo de milho (MI), milho consorciado com *U. ruziziensis* (MU) e *U. ruziziensis* (UR). Fator 3: ambientes, área 1: presença de floresta de *Eucalyptus* spp. ao norte e oeste do cultivo da soja; área 2: presença de floresta *Eucalyptus* spp. à oeste do cultivo da soja. Foram avaliados a degradabilidade da palhada dos cultivos de safrinha, a ciclagem de nitrogênio (N), a massa de mil grãos e produtividade de grãos de soja. O ambiente com floresta de eucalipto promoveu menor tempo de ciclagem de palhada e de N, e maior produtividade de grãos de soja. A TMG 7067 IPRO apresentou maiores valores de massa de mil grãos e de produtividade em relação à Brasmax Bonus 8579 IPRO.

**Termos de indexação:** *Glycine max.* *Eucalyptus* spp. Ambiente. Cultivar.

## INTRODUÇÃO

A cultura da soja (*Glycine max*) é uma das culturas mais importantes no Brasil em volume de produção. A produção global de soja da safra 2020/21 foi de 385,5 milhões de toneladas (USDA, 2021). O Brasil é o maior produtor mundial de soja com produção de 135,86 milhões de toneladas na safra 2020/21, um incremento de 11 milhões de toneladas em relação à safra anterior (CONAB, 2021).

Por definição da Embrapa, o milho (*Zea mays*) de segunda safra é aquele cultivado sempre depois da safra de soja, com início do plantio entre janeiro e abril. As culturas de oleaginosas de outono/inverno são importantes alternativas fitotécnicas para a ocupação dessas áreas. Ressalta-se que esse processo de sucessão agrícola é fundamental para que haja a quebra no processo de multiplicação de pragas, doenças e plantas daninhas (WEST et al., 2014).

A sojicultura moderna exige a utilização de tecnologias adequadas para seu crescimento, desenvolvimento e produção. O uso inadequado do solo e a exploração excessiva das áreas agrícolas acelera o processo de degradação, bem como a exaustão dos nutrientes presentes no solo (PACHECO et al., 2013a).

A produtividade da soja é definida pela interação da planta com o ambiente e o manejo. Altos rendimentos somente serão obtidos quando as condições supracitadas forem favoráveis, em todos os estádios de crescimento da cultura. Os fatores ambientais englobam os fatores climáticos e os edáficos, estão associados ao ambiente de cultivo, como incidência de luz, temperatura e as condições do solo. A obtenção de altas produtividades com as respectivas qualidades que o mercado consumidor exige é essencial a interação entre os componentes morfológicos e bromatológico da planta, os quais são resultados da interação genótipo x ambiente (CARVALHO et al., 2015).

A incorporação de resíduos vegetais ao solo influencia a atividade microbiana, a mineralização, imobilização e formas químicas de nitrogênio no solo (BITTAR et al., 2013). Diversos são os fatores relacionados a decomposição e liberação de resíduos como a palhada no solo, incluindo a atuação de macro e microrganismos decompositores, características químicas do material depositado sobre o solo, manejo, pH, nutrientes do solo e condições climáticas como temperatura e umidade (TEIXEIRA et al., 2012).

Chioderoli et al. (2012) afirmam que o consórcio pode proporcionar o aumento da quantidade de palha, visando a melhor cobertura do solo para a realização da semeadura direta e muitas vezes o aumento de produtividade na cultura sequente, permitindo ainda a antecipação da formação de pastagem. Pires et al. (2008) descrevem que o estabelecimento da população adequada de plantas de cobertura deve ser adequado, objetivando proporcionar o desenvolvimento ideal a fim de alcançar a máxima produtividade da palhada.

Souza et al. (2014) destacam que o Sistema de Plantio Direto (SPD), ao produzir e manter acima de cinco toneladas de palha na superfície do solo, proporciona diminuição da densidade da camada superficial, contribuindo para a infiltração de água e aeração, favorecendo o desenvolvimento do sistema radicular e a manutenção de maior umidade do solo, entre outros benefícios. A manutenção deste aporte de palha na superfície resulta na dissipação de energia da compactação, resultando em menor densidade dos solos (Silva et al., 2011).

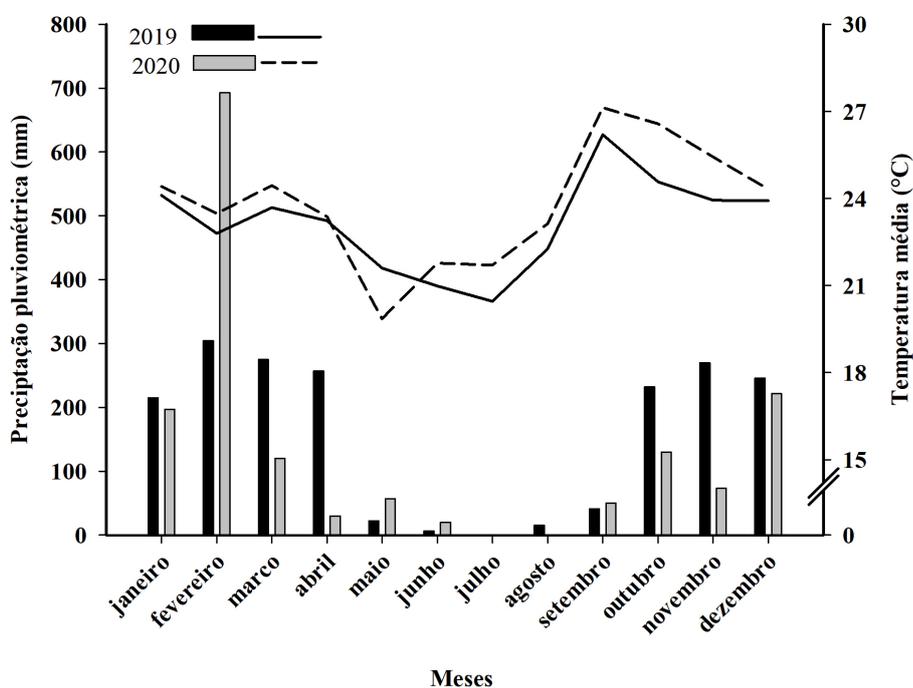
Com o aumento da adoção do SPD, algumas gramíneas com potencial de formar biomassa, como a *Urochloa ruziziensis*, começaram a ser cultivadas no outono-inverno (CHIODEROLI et al., 2010). A produção de biomassa é essencial para o SPD, pois protege o solo da erosão, contribui para a melhoria da fertilidade e aumenta a infiltração e a disponibilidade de água para as plantas (PACHECO et al., 2018). Para a cobertura, são utilizadas espécies como leguminosas, gramíneas, crucíferas, além de outras, usadas ainda na

pré-safra, com o objetivo de produção de biomassa para viabilizar SPD (NUNES et al., 2011). A manutenção dos resíduos da safrinha, principalmente milho ou *U. ruziziensis* na superfície do solo favorece a cobertura morta (PACHECO et al., 2017).

Diante deste cenário, este trabalho teve como objetivo avaliar a ciclagem de nitrogênio (N) e a produtividade de soja em sucessão ao cultivo de milho consorciado com *Urochloa ruziziensis* em comparação ao monocultivo de milho em distintos ambientes de produção.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido área da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus Chapadão do Sul, município de Chapadão do Sul - MS, sob as coordenadas geográficas, 18°46'17,9 de latitude Sul; 52°37'25,0" de longitude Oeste e altitude média de 810 m. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é definido como tropical com estação seca (Aw), com temperatura média anual de 25 °C e precipitação média anual entre 1600 a 1800 mm (PEEL; FINLAYSON; MCMAHON, 2007). Os dados de precipitação, temperatura e umidade relativa observados durante o cultivo da soja estão descritos na Figura 1.



**Figura 1.** Médias mensais do acúmulo da precipitação pluvial, ocorridas em Chapadão do Sul-MS nos anos 2019 e 2020. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Os solos de ambas as áreas experimentais foram caracterizados como “Latossolo Vermelho distrófico típico” conforme metodologia do sistema brasileiro de classificação de solo - SIBCs (SANTOS et al., 2018). Antes de iniciar o experimento, o solo foi amostrado na camada de 0-0,20 m, com 20 amostras simples retiradas em cada área, e posteriormente homogeneizado, formando-se assim uma amostra composta por área de cultivo. As amostras foram coletadas para análise no laboratório de solos da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, e as propriedades químicas e físicas foram analisadas conforme metodologia proposta por Teixeira et al. (2017) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Resultados da análise de solo das áreas experimentais em função de palhada e ambiente.

Cultivo	Ambiente	pH	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC	K	P	MO	Argila	Silte	Areia
		CaCl	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>				mg dm <sup>-3</sup>		g dm <sup>-3</sup>				
UM	1	5,40	3.00	1.80	0.08	3.20	8.37	145.00	14.60	33.50	540.00	50.00	410.00
UM	2	5,30	4.00	0.50	0.07	3.90	8.85	177.00	50.00	32.30	490.00	50.00	460.00
MILHO	1	5.30	2.60	1.40	0.07	3.80	8.26	180.00	14.10	27.30	540.00	50.00	410.00
MILHO	2	5.40	4.20	0.80	0.05	3.90	9.20	118.00	41.60	35.30	490.00	50.00	460.00
UR	1	5.50	2.60	1.50	0.08	4.00	8.59	193.00	23.50	26.20	540.00	50.00	410.00
UR	2	5.20	3.60	0.70	0.10	4.60	9.31	159.00	46.10	27.30	490.00	50.00	460.00

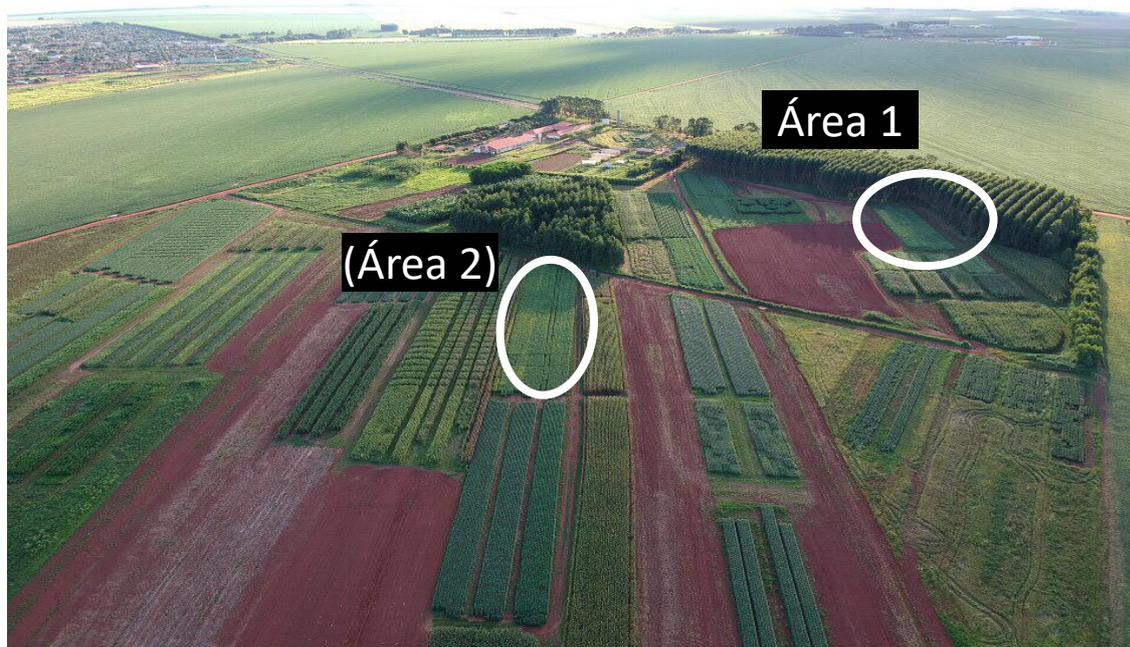
OBS: Ca, Mg, Al, utilizou extrato KCl 1 mol L<sup>-1</sup>; K e P utilizou-se extrator Mellich 1; MO: Matéria orgânica. CTC: Capacidade de troca de cátions à pH 7,0. V: Saturação de bases.

Os dois ambientes de produção têm características próximas quanto à fertilidade do solo e textura, tendo diferenças no ambiente 1 o Mg com teor maior, e no ambiente 2 se tem teores de Ca e P maiores do que ambiente 1, as correções necessárias vêm sendo realizadas à medida que são averiguadas tornando as duas áreas propícias ao cultivo conforme demonstrado nas análises de solos que se encontram na tabela 1.

A soja foi instalada na safra de verão de 2019/2020 em área que foi de cultivo de milho consorciado com *Urochloa ruziziensis* na safra anterior (2018/2019), e em uma área

sem consórcio. Os tratamentos foram dispostos no delineamento experimental de blocos ao acaso com 4 repetições em esquema fatorial 2 x 2 x 3. Constituindo o fator 1: o uso de duas cultivares de soja, Brasmax Bônus 8579 IPRO e a TMG 7067 IPRO, o fator 2: as palhadas dos cultivos anteriores, sendo a palhada de milho em monocultivo (MI), milho consorciado com *U. ruziziensis* (UM) e *U. ruziziensis* (UR), e o fator 3 constando de dois ambientes, sendo um com presença de floresta de *Eucalyptus* ssp. ao norte e oeste do cultivo da soja e o outro com presença de floresta *Eucalyptus* ssp. à oeste do cultivo da soja.

As áreas cultivadas são caracterizadas pela proximidade a floresta plantada de eucaliptos. Na área 1 (A1), a floresta por eucaliptos do tipo clone AEC 1444 (*Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*), com quatro anos de idade, altura média de 17,4m, sendo 5 fileiras de eucalipto na face oeste e 11 fileiras de eucalipto na face norte da área cultivada com soja. As parcelas estão dispostas em relação da distância da horizontal (oeste) e vertical (norte) a floresta periférica de eucaliptos. A primeira parcela está distante a 8 m verticalmente e 36 m horizontalmente aos eucaliptos. As outras parcelas estão distantes 4 m da primeira (horizontalmente e verticalmente), considerando o centro da parcela até atingirem 28 m de largura (vertical) e 66 m de comprimento (horizontal). Na área 2 (A2) os eucaliptos (*Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*) constituindo 13 fileiras na face oeste da área do experimento com altura média de 17,50 m, plantados em janeiro 2014. A primeira parcela está distante 12 m horizontalmente aos eucaliptos. As outras parcelas estão distantes 4 m da primeira (horizontalmente), considerando o centro da parcela até atingirem 46 m de comprimento (horizontal), (Imagem 1).



**Figura 2.** Área (1): Floresta de Eucalipto ao norte e a oeste; e Área (2): Floresta de Eucalipto a oeste..

A cultura do milho foi semeada no dia 8 de fevereiro de 2019 mecanicamente por meio de semeadora adubadora, com mecanismo sulcador tipo haste (facão), para SPD, a uma profundidade de aproximadamente 3 cm, com espaçamento de 0,45 cm e 3,4 sementes por metro, para atingir estande final de 70.000 a 75.000 plantas por hectare. A adubação de base foi constituída de 200 kg ha<sup>-1</sup> de MAP (11% de N-amoniaco e 52% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). As sementes de milho foram tratadas com 150 g L i.a. de imidacloprido + 450 g L i.a. de tiodicarbe.

Para a semeadura da *Urochloa ruziziensis* foi realizada simultaneamente à do milho, tendo-se utilizado outra semeadora-adubadora, com mecanismo sulcador do tipo disco duplo desencontrado, para SPD. As sementes foram acondicionadas no compartimento do fertilizante da semeadora e depositadas na profundidade de 5 cm, tendo sido espaçadas em 22 cm, utilizando 5 kg ha<sup>-1</sup> de sementes puras viáveis com valor cultural de 64%. Aos 30 dias após emergência (DAE) realizou-se a aplicação da adubação nitrogenada, dose de 120 kg de N em cobertura. Aos 40 DAE realizou-se a aplicação de adubação foliar (Zn 50,22 g L<sup>-1</sup>; S 41,65 g L<sup>-1</sup>; Mn 30,01 g L<sup>-1</sup>) na dose de 1 L ha<sup>-1</sup>.

O controle de plantas daninhas em pós-emergência (a exemplo a soja tiguera) foi realizado com o milho aos 20 dias após a emergência, utilizando-se o herbicida Atrazina, na dose de 2 L ha<sup>-1</sup> (1.500 g ha<sup>-1</sup> i.a). Para a redução do crescimento da forrageira utilizou o nicosulfuron tem ação na dose de 10 g ha<sup>-1</sup> (8 g ha<sup>-1</sup> i.a.), conforme recomendações de Ceccon et al. (2018). Ambos os herbicidas, foram aplicados juntos com 0,5% de óleo mineral ao volume de calda. No período anterior ao florescimento, procedeu-se à aplicação do fungicida Epoxiconazole + Pyraclostrobin na dose de 99,7 + 87,5 g de i.a. ha<sup>-1</sup> associado aos inseticidas Metomil e Imidacloprido + Thiodicarb, na dose de 12,9 e 45 + 135 g de i.a. ha<sup>-1</sup> respectivamente.

A avaliação da massa seca (MS) da palhada de milho e *U. ruziziensis* foi realizado 30 dias antes da semeadura da soja e a cada 30 dias após a germinação da soja até os 90 dias. A MS da palhada de milho foi avaliadas seguindo a metodologia proposta por Crusciol et al. (2005), que consiste no uso de um quadrado metálico com 0,50 × 0,50 m (0,25 m<sup>2</sup>). O quadrado foi utilizado no centro da parcela em 4 pontos diferentes para cada repetição. A parte aérea das mesmas foram cortadas rente ao solo em quatro pontos de amostragem por parcela. Após a coleta, as amostras foram pesadas, lavadas em água destilada e levadas a estufa a 65 °C, até atingir massa constante, para se obter a MS.

Na área experimental com palhada de milho e *U. ruziziensis* foi realizado a aplicação de herbicida, na dose de 3 L ha<sup>-1</sup> do produto glifosato (1440g i.a ha<sup>-1</sup>), utilizando volume de calda de 200 L ha<sup>-1</sup> para controle de plantas daninhas e dessecação da *Urochloa*. A aplicação foi realizada com um pulverizador de arrasto acoplado a um trator. Após 30 dias foi realizado a semeadura da soja, a instalação dos ensaios seguiu o sistema de plantio direto.

As sementes de soja foram tratadas com piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil (Standak Top<sup>®</sup>) na dose de 2 mL p.c. kg<sup>-1</sup> de semente, foram inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum*, utilizou-se o inoculante comercial líquido (concentração mínima de 7,2 x 10<sup>9</sup>

células viáveis por mL), na dose de 150 mL para 50 kg de sementes. Para potencializar a nodulação da soja, as sementes também receberam a aplicação de micronutrientes, especialmente, de molibdênio. Dose de 100 ml para 50 kg de semente, a fonte utilizada foi o fertilizante comercial para sementes contendo: Mo, 10%; Co, 1%; S, 1%; Ca, 1%; Fe, 0,2%.

A semeadura da soja ocorreu no dia 17/10/2019, em sistema de semeadura direta com espaçamento entre linhas de 0,45 m. As parcelas foram constituídas de 14 linhas de semeadura, onde as duas linhas externas foram descartadas como bordadura, utilizando-se as três linhas internas como parcela útil, totalizando 3,6 m<sup>2</sup>. A adubação foi realizada com 150 kg ha<sup>-1</sup> de MAP (11-52-00) na linha de semeadura e 80 kg ha<sup>-1</sup> de KCl em cobertura 30 dias após a semeadura.

Durante o desenvolvimento das plantas, para o manejo de plantas daninhas, pragas e doenças foram utilizados os produtos: glifosato, haloxifope-p-metilico, piraclostrobina + epoxiconazol, picoxistrobina + benzovindiflupir, mancozeb, azoxistrobina + ciproconazole, teflubenzurom, clorpirifós, cipermetrina e imidacloprido + beta-ciflutrina nas doses recomendadas pelo fabricante.

A avaliação da decomposição e liberação de nutrientes, utilizou-se o método das bolsas de decomposição (*litter bags*), confeccionadas com nylon com malha 0,2 mm de abertura, com dimensões de 0,2 x 0,2 m e área interna de 0,06 m<sup>2</sup>. Em cada *litter bag* foram acondicionados 100 g das plantas de cobertura (material fresco). Os 100 g de material colocados nos *litter bags* foram previamente testados de acordo com sua capacidade, sendo essa massa acomodada uniformemente. Foram distribuídos uniformemente na superfície do solo de cada parcela, sendo dispostos 4 *litter bags* em cada parcela. A avaliação da decomposição e liberação de nutrientes foi monitorada por meio de uma sequência de 3 amostragens aos 30; 60; e 90 dias após a instalação do *litter bags*, que ocorreu no mesmo dia da semeadura da soja em 17/10/2019.

Em cada amostragem foi retirado um *litter bag* por parcela. O material que foi retirado do *litter bag*, foi limpo (retirando-se areia e outros materiais minerais) e seco em estufa de circulação forçada (65 °C até peso constante), para obtenção da matéria seca remanescente. O material coletado dos *litter bags* aos 30; 60 e 90, foram triturados em moinho tipo willey, sendo posteriormente realizada a análise química de conteúdo de N. O N foi determinado seguindo metodologia proposta por Detmann et al. (2012). As quantidades de N acumuladas foram obtidas pelo produto da quantidade da biomassa seca nas diferentes plantas de cobertura com a concentração de N na parte aérea, sendo os valores transformados em kg ha<sup>-1</sup>. A massa de 1000 grãos: foi determinada em balança de precisão (0,01g) para a estimativa da produtividade; Produtividade: foi determinada após a maturação fisiológica das plantas, amostrando-se uma área de 4,5 m<sup>2</sup>, dentro de cada parcela e repetição. Após a trilha das plantas em trilhadora estacionária e limpeza dos grãos, eles foram pesados em balança digital, corrigindo-se o grau de umidade para 13%, com os valores expressos em kg ha<sup>-1</sup>, em quatro repetições. Os dados experimentais foram submetidos aos testes de verificação dos pressupostos de normalidade e homogeneidade. Posteriormente, os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA), utilizando-se o programa estatístico RBio (BHERING, 2017). Os fatores qualitativos (cultivar e ambiente) e suas interações foram analisados por teste de médias de Tukey (P < 0,05). Para o fator quantitativo (tempo de decomposição), foi utilizada a análise de regressão e as equações significativas pelo teste t de Student com os maiores coeficientes de determinação (teste F, p < 0,05) foram ajustadas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A massa de mil grãos e a produtividade de grãos de soja foram influenciados pelos fatores Cultivar e Ambiente (Tabela 2). Os fatores cultivar, palhada e ambiente não apresentaram interação significativa para os parâmetros produtivos da soja avaliados.

**Tabela 2.** Análise de variância dos resultados de massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PROD) em função do uso de diferentes cultivares, palhada e ambiente.

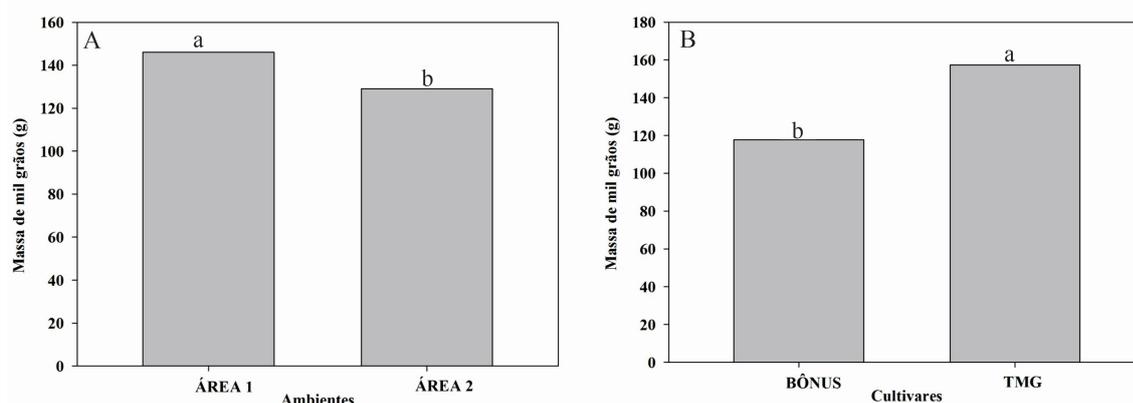
Causas de variação	MMG	PROD
	-----valor de <i>F</i> calculado-----	
Bloco	1,37 <sup>ns</sup>	0,31 <sup>ns</sup>
Ambiente (A)	11,67*	5,47*
Palhada (B)	2,35 <sup>ns</sup>	2,78 <sup>ns</sup>
Cultivar (C)	62,71*	42,64*
A:B	0,17 <sup>ns</sup>	1,01 <sup>ns</sup>
A:C	0,00 <sup>ns</sup>	1,80 <sup>ns</sup>
B:C	1,87 <sup>ns</sup>	1,73 <sup>ns</sup>
A:B:C	1,11 <sup>ns</sup>	1,91 <sup>ns</sup>
Coef. Variação (%)	10,88	13,99

Valores significativos: \* = 0,01; <sup>ns</sup> = não significativo

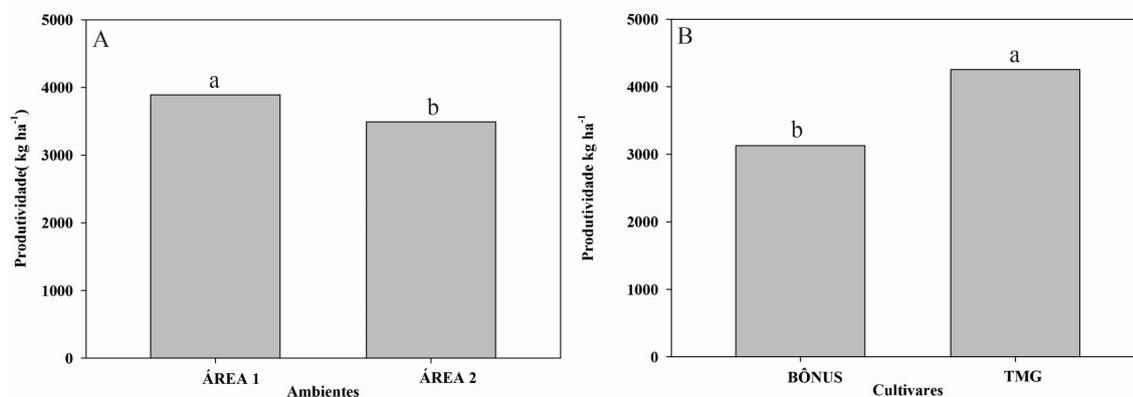
Os resultados demonstraram que a palhada não provocou efeitos significativos nos valores de massa de mil grãos (Tabela 2). A diferença observada foi dada pelo efeito da cultivar e do ambiente, as plantas da Área 1 apresentaram maior massa de mil grãos (Figura 2A) e produtividade dos grãos que as plantas da Área 2 (Figura 3A), enquanto a TMG 7067 IPRO apresentou maiores valores médios que a Brasmax Bônus 8579 IPRO em ambas as variáveis (Figuras 2B e 3B). A cultivar de soja TMG 7067 IPRO no cerrado tem-se seus pontos fortes sendo uma cultivar superprecoce, excelente potencial produtivo e alto peso de grãos, e a cultivar Brasmax Bônus 8579 IPRO excelente desenvolvimento inicial, uma elevada resposta à época de plantio e produção tanto alto potencial produtivo.

A diversidade genética entre as cultivares e as diferentes pressões advindas dos diferentes ambientes podem ser os causadores de tal variação. Os parâmetros de produtividade da soja podem ser influenciados pela fertilidade do solo, manejo da área ou a diversidade genética entre as cultivares (PACHECO et al., 2013b; PELUZIO et al., 2009; ZUFFO et al., 2020). Fageria et al. (2013) evidenciam a importância da escolha de genótipos eficientes na

utilização de nutrientes, assim, quando em condições agroecológicas semelhantes, genótipos que produzem mais, são reconhecidos como mais eficientes na utilização dos nutrientes. Desse modo, a TMG 7067 IPRO se mostrou mais eficiente que a Brasmax Bônus 8579 IPRO dado as mesmas condições.



**Figura 3.** Massa de mil grãos em função dos fatores ambiente (A) e cultivar (B). \*Letras diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). Área 1: Floresta de Eucalipto ao norte e a oeste; Área 2: Floresta de Eucalipto a oeste.

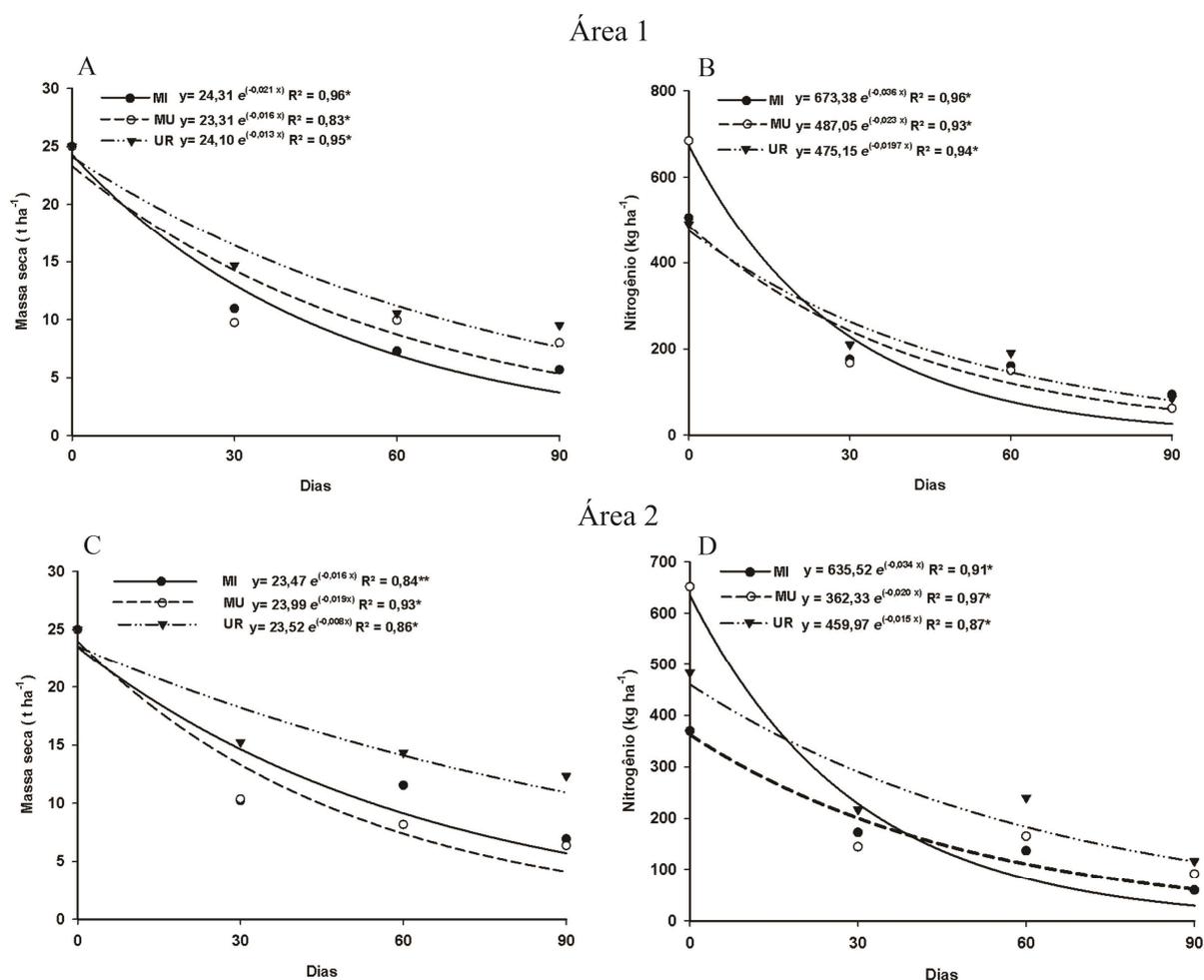


**Figura 4.** Produtividade de grãos em função dos fatores ambiente (A) e cultivar (B). \*Letras diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). Área 1: Floresta de Eucalipto ao norte e a oeste; Área 2: Floresta de Eucalipto a oeste.

Apesar do efeito da utilização de palhada não ter se apresentado significativo para tal variável, reconhece-se os efeitos benéficos que a técnica pode trazer, como a diminuição da temperatura no solo, assim como observado por Hirata et al., (2018), potencialização da ciclagem de nutrientes a partir do aumento da matéria orgânica no local (GUO et al., 2018) e a

manutenção da microbiota no solo, responsável pela decomposição do material orgânico (HEIJBOER et al., 2018; DE CORATO, 2020).

A decomposição de palhada diferenciou-se pelo tipo de material cultivado na safrinha, tendo a *Urochloa* se mostrado a mais resistente na superfície do solo (Figura 5A e C). A permanência da palhada na superfície proporcionou maior tempo de liberação de N ao solo e para a cultura da soja (Figura 5B e D).



**Figura 5.** Nitrogênio e massa seca da palhada de Milho e *Urochloa* em *litter bags* até 90 dias após a implantação. MU – milho consorciado com *Urochloa*, MI – milho solteiro, UR – *Urochloa ruziziensis*. Área 1: presença de floresta de eucaliptos na face norte e oeste, Área 2: Floresta de Eucalipto a oeste; Equações exponenciais decrescentes significativas a \*( $P < 0,01$ ) e \*\*( $P < 0,05$ ) pelo teste F.

Em um sistema de plantio direto, o N é o nutriente que apresenta a dinâmica mais acentuada e a partir do momento que a palhada se decompõe, teoricamente as taxas de nutrientes no solo também devem aumentar (NASCENTE et al., 2014). *Urochloa*, por acumular uma quantidade grande de N durante seu desenvolvimento (BOER et al., 2007) tende a ter sua decomposição lenta. Essa decomposição lenta se dá por ela ser uma gramínea do grupo C3 tropicais, tendo-se grande capacidade de produção de matéria seca tanto da parte aérea quanto de raízes, e se tem mais lignina em sua composição sendo mais recalcitrante ou seja um material mais difícil de decomposição, por sua vez, também tem o acúmulo de fitomassa decorrente da maior relação C/N. Assim, além do fato de haver a liberação de N por maior tempo, a *Urochloa* mantém o solo protegido por mais tempo.

A partir das equações obtidas dos dados apresentados na Figura 5, foi possível calcular o tempo de meia vida (T) para a massa seca da palhada e teor de nitrogênio na palhada, que podem ser observadas nas Tabelas 3 e 4, respectivamente, que é o tempo em que 50% destes componentes são degradados no solo (NASCENTE et al., 2014). Na Área 2, a *Urochloa* apresentou T de 82 dias, o que representa 28 dias a mais que na Área 1. Provavelmente, a presença de sombra promoveu a microbiota do solo, tendo em vista que comunidade microbológica é afetada pela umidade, temperatura, pH (BHATTARAI, 2015), acelerando a decomposição da palhada na Área 1. Entretanto, nem todas as palhadas apresentaram este efeito, o consórcio entre milho e *Urochloa* apresentou comportamento oposto ao citado anteriormente. Para a palhada do consórcio, a Área 1 apresentou valor de T maior que a Área 2.

Nascente et al. (2014) encontraram valores parecidos de tempo de meia vida quando utilizaram a *Urochloa ruziziensis* como palhada, apresentando um T de 75 dias para a palhada e de 53 dias para a degradação de N. Interessante ressaltar que os valores apresentados pelos autores se assemelham aos valores encontrados na Área 2, ambiente com o plantio de

eucaliptos somente na face oeste. Os resultados inferem que ao se conhecer a cultura utilizada como palhada e as condições agroecológicas do local, conseguiu-se acelerar ou diminuir o tempo de degradação e liberação de nutrientes.

**Tabela 3.** Constante de decomposição (k) e tempo de meia-vida (t) da palhada de Milho (M), Milho+*Urochloa* (MB) e *Urochloa* (UM).

Ambiente	Palhada	k	t <sup>1/2</sup> (Dias)
1	M	0,0209	33
1	MB	0,0164	42
1	UR	0,0128	54
2	M	0,0157	44
2	MB	0,0197	35
2	UR	0,0085	82

**Tabela 4.** Constante de decomposição (k) e tempo de meia-vida (t) do teor de nitrogênio na palhada de Milho (M), Milho+*Urochloa* (MB) e *Urochloa* (UM).

Ambiente	Palhada	k	t <sup>1/2</sup> (Dias)
1	M	0,036	19
1	MB	0,0234	30
1	UR	0,0197	35
2	M	0,0341	20
2	MB	0,0198	35
2	UR	0,0154	45

### CONCLUSÃO

A palhada de *Urochloa ruzizensis* apresenta-se persistente, tendo degradação mais lenta e liberando N por um período maior em um ambiente com floresta de Eucaliptos na face oeste da área de cultivo.

O ambiente com floresta de eucalipto na face norte e oeste da área de cultivo promove menor tempo de ciclagem de palhada e de N, e maior produtividade de grãos de soja. A cultivar TMG 7067 IPRO apresenta maior massa de mil grãos e maior produtividade independente do arranjo espacial de floresta de eucalipto na área de cultivo.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela concessão de bolsa de iniciação a pesquisa, a UFMS e a Fundação Chapadão.

## REFERÊNCIAS

- BHATTARAI, B. Variation of Soil Microbial Population in Different Soil Horizons. **Journal of Microbiology & Experimentation**, v. 2, n. 2, 2015.
- BHERING, L. L. Rbio: A tool for biometric and statistical analysis using the R platform. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 17, n. 2, p. 187–190, 2017.
- BITTAR, I. M. B.; FERREIRA, A. S. de; CORRÊA, G. F. Influência da textura do solo na atividade microbiana, decomposição e mineralização do carbono de serapilheira de sítios do bioma cerrado sob condições de incubação. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 6, p. 1952- 1960, 2013.
- BOER, C. A. et al. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 42, n. 9, p. 1269-1276, 2007.
- CAIRES, E. F. et al. Soybean Yield And Quality As A Fuction of Lime and Gypsum Applications. **Scientia Agricola**, v. 63, n. 4, p. 370–379, 2006.
- CARVALHO, I.R.; SOUZA, V.Q.; NARDINO, M.; FOLLMANN, D.N.; DEMARI, G; SCHMIDT, D.; SZARESKI, V.J.; PELEGRIN, A.J.; FERRARI, M.;PAVAN, M.; OLIVOTO, T. Efeitos de fungicidas na soja com hábito de crescimento determinado. **Revista SODEBRAS**, v.10, p.30-34, 2015.
- CECCON, G. et al. Consórcio milho-braquiária com densidades populacionais da forrageira no centro-sul do Brasil. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 17, n. 1, p. 157, 2018.
- CHIODEROLI, C. A. et al. Consorciação de braquiária com milho outonal em plantio direto sob pivo central. **Engenharia agrícola**, v. 30, n. 6, p. 1101–1109, 2010.
- CHIODEROLI, C. A. et al. Consórcio de Urochloas com milho em sistema plantio direto. **Ciência Rural**, v. 42, n. 10, p. 1804–1810, 2012.
- CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento safra brasileira: grãos, safra 2020/2021, nono levantamento**, 2021. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. Acesso em: 20 out. 2021.
- CRUSCIOL, C. A. C. et al. Persistência de palhada e liberação de nutrientes do nabo forrageiro no plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 2, p. 161–168, 2005.
- DE CORATO, U. Soil microbiota manipulation and its role in suppressing soil-borne plant pathogens in organic farming systems under the light of microbiome-assisted strategies. **Chemical and Biological Technologies in Agriculture**, v. 7, n. 1, p. 17, 2020.

- DETMANN, K. C. et al. Silicon nutrition increases grain yield, which, in turn, exerts a feed-forward stimulation of photosynthetic rates via enhanced mesophyll conductance and alters primary metabolism in rice. **New Phytologist**, v. 196, n. 3, p. 752–762, 2012.
- FAGERIA, N. K. et al. Potassium-Use Efficiency in Upland Rice Genotypes. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 44, n. 18, p. 2656–2665, 2013.
- GUO, T.; ZHANG, Q.; AI, C.; LIANG, G.; HE, P.; ZHOU, W. Nitrogen enrichment regulates straw decomposition and its associated microbial community in a double-rice cropping system. **Scientific Reports**, v. 8, n. 1, p. 1847, 2018.
- HEIJBOER, A. et al. Modulation of Litter Decomposition by the Soil Microbial Food Web Under Influence of Land Use Change. **Frontiers in Microbiology** 2018.
- HIRATA, A. C. S. et al. Adaptability of lettuce cultivars to planting in no-tillage on straw of *Urochloa ruziziensis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 53, n. 7, p. 824–832, 2018.
- NASCENTE, A. et al. Straw degradation and nitrogen release from cover crops under no-tillage. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 2, p. 166–175, 2014.
- NUNES, R. DE S. et al. Sistemas de manejo e os estoques de carbono e nitrogênio em latossolo de cerrado com a sucessão soja-milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 4, p. 1407–1419, 2011.
- PACHECO, L. P. et al. Produção de fitomassa e acúmulo de nutrientes por plantas de cobertura no cerrado piauiense. **Bragantia**, v. 72, n. 3, p. 237–246, 2013a.
- PACHECO, L. P. et al. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura e produtividade de soja e arroz em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 9, p. 1228–1236, 2013b.
- PACHECO, L. P. et al. Biomass and nutrient cycling by cover crops in Brazilian Cerrado in the state of Piauí. **Revista Caatinga**, v. 30, n. 1, p. 13–23, mar. 2017.
- PACHECO, L. P. et al. Phytomass production and micronutrient cycling by cover crops in the Brazilian cerrado of Goiás. **Comunicata Scientiae**, v. 9, n. 1, p. 12–18, 2018.
- PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 11, n. 5, p. 1633–1644, 11 out. 2007.
- PELUZIO, J. M. et al. Variabilidade genética entre cultivares de soja, sob diferentes condições edafoclimáticas. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v. 2, n. 3, p. 21–30, 2009.
- PIRES, R. et al. Manejo de plantas de cobertura antecessoras à cultura da soja em plantio direto. **Revista Ceres**, v. 55, n. 2, p. 94–101, 2008.

- SANTOS, H. G. et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2018.
- SILVA, D. A.; SOUZA, L. C. F. de; VITORINO, A. C. T.; e GONÇALVES, M. C. Aporte de fitomassa pelas sucessões de culturas e sua influência em atributos físicos do solo no sistema plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 1, p. 147-156, 2011.
- SOUZA, L. G. M. DE et al. Fitomassa e cobertura do solo de cultura de sucessão a soja e dose de calcário dolomítico na implantação do sistema plantio direto. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 19, p. 1108–1116, 2014.
- TEIXEIRA, C.M., LOSS, A., PEREIRA, M.G., PIMENTEL, C. Decomposição e ciclagem de nutrientes dos resíduos de quatro plantas de cobertura do solo. **Idesia**, v.30, p.55-64, 2012.
- TEIXEIRA, P. C. et al. **Manual de métodos de análises de solos**. 3a ed. Brasília: Embrapa, 2017.
- USDA. United States Department of Agriculture. **World Agricultural Production 2021**. Available in: <<https://usda.library.cornell.edu/concern/publications/5q47rn72z?locale=en>>. Accessed in: 20 out. 2021.
- WEST, P. C. et al. Leverage points for improving global food security and the environment. **Science**, v. 345, n. 6194, p. 325–328, 18 jul. 2014.
- ZUFFO, A. M. et al. Análise de trilha em soja submetida a fontes e doses de nitrogênio inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* em solos com diferentes níveis de fertilidade. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, p. e203973813, 2020.