

**DECOMPOSIÇÃO DA PALHADA DE *UROCHLOA RUZIZIENSIS* EM DIFERENTES SISTEMAS DE SEMEADURA E CORREÇÃO DO SOLO**

Jéssica Ferreira Diniz¹, Job Teixeira de Oliveira², Monica Cristina Rezende Zuffo Borges³, Kenio Batista Nogueira⁴ & Cassiano Garcia Roque⁵

1 - Agrônoma formada na UFMS, Campus de Chapadão do Sul, ferreiradinizj@hotmail.com

2 - Doutorando em Engenharia Agrícola na UFV, job.oliveira@hotmail.com

3 - Química, técnica no laboratório de solos, monica.zuffo@univasf.edu.br

4 - Agrônomo formada na UFMS, Campus de Chapadão do Sul, engenheiro_4@hotmail.com

5 - Professor da UFMS, Campus de Chapadão do Sul, cassiano.roque@ufms.br

Palavras-chaves:

Urochloa ruziziensis
decomposição
correção do solo

RESUMO

Na região Centro-Oeste, a *Urochloa ruziziensis* tem sido utilizada como cobertura do solo, devido à facilidade de dessecação. Assim, objetivou-se, com o presente estudo, avaliar a taxa de decomposição da *Urochloa ruziziensis* em sistemas de semeadura direta e convencional, submetidos a diferentes doses de calcário e de gesso agrícola, em um Latossolo Vermelho distroférico, no Cerrado. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, quatro repetições. Nas parcelas, foram avaliados os sistemas de semeadura direta (SSD) e convencional (SSC) e, nas subparcelas, as doses de calcário e de gesso. Foram coletadas sacolas contendo os resíduos vegetais depositados no solo (25, 50, 100 e 150 dias após semeadura da soja). Foi usado o modelo matemático exponencial negativo para descrever a decomposição dos resíduos e a liberação de Ca, Mg, K e P, sendo calculados a constante de decomposição (k) e o tempo de meia-vida ($T^{1/2}$). Em 86 dias a massa seca contida nas sacolas de decomposição foi reduzida à metade, em ambos os sistemas de plantio empregado, sendo eles sistema de semeadura convencional (SSC) e sistema de semeadura direta (SSD). No SSC verificaram-se maiores taxas de decomposição. No SSD foram determinados os menores teores de K nas sacolas de decomposição. Nos sistemas em que houve aplicação de calcário e de gesso, as constantes de decomposição foram maiores para os elementos Ca e Mg.

Keywords:

Urochloa ruziziensis
decomposition
soil correction

DECOMPOSITION OF *UROCHLOA RUZIZIENSIS* STRAW IN DIFFERENT SOWING AND SOIL CORRECTION SYSTEMS**ABSTRACT**

In the Central-West region, *Urochloa ruziziensis* has been used as soil cover due to the ease of desiccation. The objective of this work was to evaluate the decomposition rate of *Urochloa ruziziensis*, soil nutrient behavior, with direct and conventional sowing systems, submitted to different doses of limestone and agricultural gypsum, in a dystroferric Red Latosol, in the Cerrado. The experimental design was a randomized block design, in a subdivided plots scheme, with 4 replicates. In the plots were evaluated: the direct sowing system (SSD) and conventional sowing system (SSC), and in the subplots the doses of limestone and gypsum were evaluated. Bags containing the plant residues deposited in the soil (25, 50, 100 and 150 days after sowing the soybean) were collected. The negative exponential mathematical model was used to describe the decomposition of the residues and the release of Ca, Mg, K and P, and the decomposition constant (k) and the half-life ($T^{1/2}$) were calculated. At 86 days the dry mass contained in the decomposition bags was reduced to half, in both systems of planting employed, being SSC (conventional sowing system) and SSD (direct sowing system). In the SSC (conventional sowing system) there were higher rates of decomposition. In the direct sowing system (SSD) the lowest K contents were found in the decomposition bags. In the systems where limestone and gypsum were applied the decomposition constants were higher for the Ca and Mg elements.

INTRODUÇÃO

Em regiões de clima tropical, as principais limitações na manutenção de palhada na superfície do solo é a dificuldade de formação. As elevadas taxas de decomposição, devido às altas temperaturas e umidade na primavera/verão, diminuem a sua persistência sobre o solo, devendo-se atentar para a quantidade e durabilidade da palhada produzida pela espécie antecedente à cultura principal (ALVES *et al.*, 1995; COSTA *et al.*, 2014).

Na região Centro-Oeste, a *Urochloa ruziziensis* tem sido utilizada como cobertura do solo, devido à facilidade de dessecação (CECCON *et al.*, 2014). Os seus caules que, depois de se elevarem um tanto, tornam-se pendentes sobre o solo e cobrem espaços vazios nas entrelinhas, com menor entouceiramento, o que favorece o desempenho da semeadura mecanizada (MACHADO *et al.*, 2013). Além de ter boa capacidade de se desenvolver em condições de baixa fertilidade do solo e de estresse hídrico (PACHECO *et al.*, 2008), apresenta alta relação C/N (40:1), garantindo a presença da cobertura por um longo período (MENDONÇA, 2015).

De acordo com Boer *et al.* (2007), as plantas de cobertura proporcionam liberação precoce da maioria dos nutrientes, não permitindo o aproveitamento na safra seguinte, em razão

da acelerada decomposição dos resíduos vegetais. Dessa forma, é necessário sincronizar a decomposição com a taxa de liberação dos nutrientes e a demanda das culturas anuais semeadas em sucessão (GAMA-RODRIGUES *et al.*, 2007), empregando técnicas que aumentem o acúmulo de palhada pelas plantas de cobertura (KLIEMANN *et al.*, 2006).

Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar a taxa de decomposição da *Urochloa ruziziensis*, o comportamento dos nutrientes no solo, com cultivos em sistemas de semeadura direta e convencional, submetida a diferentes doses de calcário e de gesso agrícola, em um Latossolo Vermelho distroférico, no Cerrado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo (18°46'24" S, 52°37'26" W e 820 m de altitude) no ano agrícola de 2015, em Chapadão do Sul, Mato Grosso do Sul. O tipo climático é Aw, segundo a classificação de Koeppen, caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. Temperatura média de 22,7°C, pluviosidade média anual de 1598 mm. A Figura 1 apresenta os dados de precipitação, na área do experimento, no decorrer do estudo.

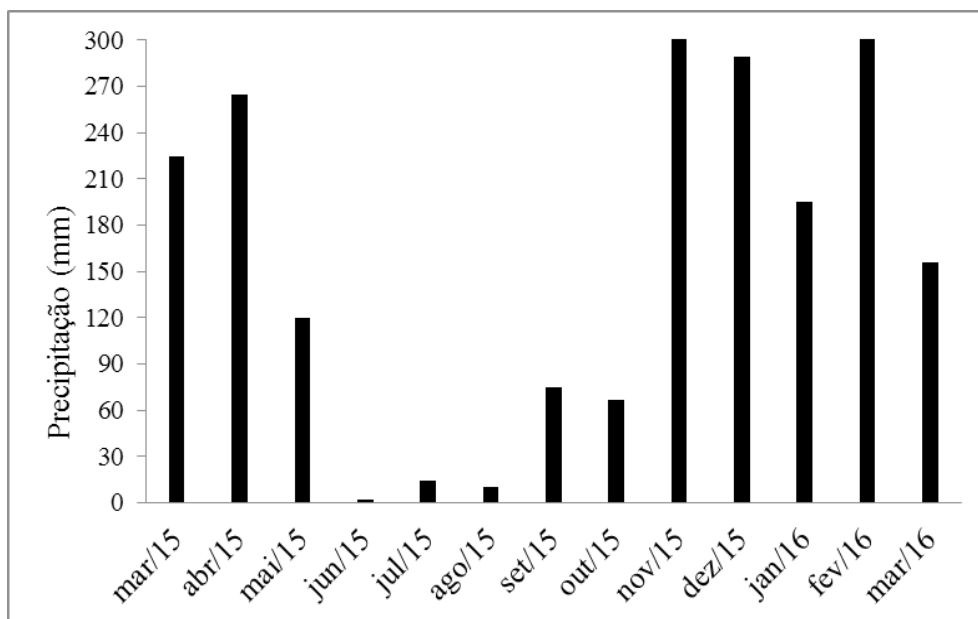


Figura 1. Valores acumulados de precipitação pluvial entre os meses de março de 2015 a março de 2016.

O solo da área é classificado em Latossolo Vermelho distrófico, textura argilosa (EMBRAPA, 2018), cujas características químicas e físicas, antes da instalação do experimento, encontram-se na Tabela 1.

No ano de 2010 foi realizada uma escarificação da área experimental, com escarificador de 0,25 m. No ano de 2011 foi feita a aplicação e a incorporação de calcário e a aplicação superficial de gesso agrícola (Tabela 2), em área total, seguida de gradagem nos dois sistemas de cultivo. A metodologia utilizada para determinar as doses recomendadas de calcário e de gesso seguiram as determinações de Raij *et al.* (2001), e a dose recomendada está de acordo com o tratamento 3, e o tratamento 6 considerou o solo com suas características naturais sem adição de calcário e de gesso.

É importante destacar que, nos anos de 2010 a 2014, a área experimental foi ocupada com a cultura da soja no verão e o milho na segunda safra. No final do mês de março de 2015 a *Urochloa ruziziensis* foi semeada a lanço manualmente (7,5 kg ha⁻¹).

O experimento foi instalado no delineamento de blocos casualizados, em esquema de parcela subdividida, com quatro repetições. Nas parcelas foram estabelecidos os sistemas de preparo do solo (sistema de semeadura convencional – SSC e sistema de semeadura direta – SSD) e, nas subparcelas, a

combinação das doses de calcário e de gesso (Tabela 2). A área da subparcela foi de 25 m².

Em 15 de setembro de 2015, seis meses após o plantio da *Urochloa ruziziensis*, antes da dessecação da área, foram coletadas amostras em três pontos de cada parcela, utilizando-se uma área quadrada de 0,5 x 0,5 m, cortando-se as plantas junto à superfície do solo. No Laboratório de Solos da UFMS, as amostras tiveram a sua massa avaliada, em seguida foram secadas em estufa a 65°C, até atingirem peso constante e avaliação da massa seca. Esse material foi reservado para estudo de decomposição.

Para avaliar a taxa de decomposição e liberação de nutrientes, foi empregado o método das sacolas de decomposição (TORRES *et al.*, 2014). Foram distribuídas 20 sacolas de decomposição (*litter bags*) por parcela, confeccionadas a partir de material plástico (náilon com malha de 2 mm de abertura), apresentando dimensões de 0,25 m² (0,5 × 0,5 m). Essa distribuição foi adotada para coletar quatro bolsas, para garantir material suficiente para análise nas amostragens finais, por bloco e em cada época de amostragem (25, 50, 100 e 150 dias após semeadura da soja). Após a coleta das bolsas de decomposição, o material foi secado em estufa de circulação forçada (65°C até massa constante) e avaliada a sua massa para determinar a massa de matéria seca remanescente. Após a aferição da massa, o material foi triturado, utilizando moinho tipo Willey, sendo posteriormente determinados os

Tabela 1. Análise química e física do solo, na camada de 0-0,20 m, amostrado antes da instalação do experimento

pH	P	K	Ca+Mg	Ca	Mg	H+Al	MO	SB	T	V	Argila	Silte	Areia
CaCl ₂	mg dm ⁻³		-----cmolc dm ⁻³ -----				g dm ⁻³	cmolc dm ⁻³	%		-----g dm ⁻³ -----		
5,20	6,3	0,2	3,1	2,4	0,7	4,2	2,4	3,3	7,6	44	54,9	10,6	34,5

Tabela 2. Sistemas de condicionamento do solo utilizados no experimento

Tratamento	Dose (T ha ⁻¹)	
	Calcário	Gesso
1	3.563	0.000
2	0.000	5.652
3	3.563	5.652
4	1.782	5.652
5	7.126	5.652
6	0.000	0.000

teores de macronutrientes, segundo Tedesco *et al.* (1995). Ressalta-se que as avaliações foram feitas em cada sacola individualmente.

Na análise de variância das taxas de decomposição e de liberação de nutrientes, aplicou-se o teste F com 5% de probabilidade com a utilização do *software* Assistat.

Para descrever a decomposição dos resíduos vegetais e a liberação dos nutrientes, utilizou-se o modelo matemático exponencial descrito por Stanford e Smith (1972), do tipo $y = y_0 e^{-kt}$, em que y é a quantidade de matéria seca ou nutriente remanescente após um período de tempo t , em dias; y_0 , a quantidade inicial de matéria seca ou de nutriente; e k , a constante de decomposição do resíduo. Com o valor de k , foi calculado o tempo de meia-vida ($t_{1/2} = 0,693/k$) (PAUL; CLARK, 1989), que representa o período de tempo necessário para que metade dos resíduos se decomponha ou para que metade dos nutrientes contidos nos resíduos seja liberada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que a matéria seca (MS) foi influenciada pelos diferentes períodos de coleta das sacolas. A presença do elemento K foi estatisticamente significativa nos resíduos presentes nos diferentes sistemas de preparo do solo (SSC; SSD). Essa diferença se deu, possivelmente, pelo fato do revolvimento do solo na semeadura convencional ter tornando o solo mais exposto, enquanto na semeadura direta há formação e manutenção da cobertura morta. O sistema de condicionamento do solo também influenciou na determinação do elemento magnésio nas plantas contidas nas sacolas (Tabela 3).

A cinética de decomposição de *Urochloa ruzizensis*, avaliada por meio das quantidades remanescentes de MS ao longo do tempo, encontra-se descrita na Tabela 4.

Tabela 3. Análise de variância do teor de nutrientes presentes na matéria seca em função do sistema de preparo do solo, sistema de condicionamento do solo e tempo de decomposição

FV	MS	P mg kg ⁻¹	K mg kg ⁻¹	Ca mg kg ⁻¹	Mg mg kg ⁻¹
SP	0,4443 ^{NS}	0,3409 ^{ns}	0,0009*	2,6471 ^{ns}	0,2646 ^{ns}
SC	1,0235 ^{NS}	0,2374 ^{ns}	0,6430 ^{ns}	0,5690 ^{ns}	3,0424*
T	155,5036**	1,2713 ^{ns}	2,5356 ^{ns}	0,2337 ^{ns}	0,9426 ^{ns}
SP x SC	1,7530 ^{NS}	0,7087 ^{ns}	0,6316 ^{ns}	0,5690 ^{ns}	0,3178 ^{ns}
SP x T	0,3691 ^{NS}	1,0974 ^{ns}	0,7227 ^{ns}	1,8137 ^{ns}	1,2058 ^{ns}
SC x T	0,7158 ^{NS}	0,6385 ^{ns}	0,7819 ^{ns}	1,3530 ^{ns}	1,2682 ^{ns}
SP x SC x T	0,8736 ^{NS}	0,8367 ^{ns}	0,7433 ^{ns}	0,7887 ^{ns}	1,0475 ^{ns}
CV _{SP} %	16,24	18,31	9,58	22,67	8,16
CV _{SC} %	8,64	21,83	19,46	17,97	16,15
CV _T %	5,25	21,19	17,40	21,31	21,68

FV: fonte de variação; SP: sistema de preparo do solo; SC: sistema de condicionamento; T: tempo em que foram coletadas as amostras; MS: matéria seca contida nas sacolas; ns: não significativo; * significativo a 5% pelo teste de Tukey.

Tabela 4. Quadro de médias referentes à porcentagem de matéria seca nos diferentes períodos de coleta das sacolas

T (dias após a semeadura da soja)	% MS (remanescente)
25	58,96 a
50	41,67 b
100	33,15 c
150	27,24 d

T: tempo em dias após a semeadura da soja; MS: matéria seca remanescente. Médias seguidas de letras iguais minúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na tabela acima observamos que houve diferenças estatísticas em todas as matérias secas remanescentes em função dos dias avaliados. A Figura 2 apresenta a porcentagem de MS remanescente. Ao analisar a Figura 2 e a Tabela 4, e considerando os primeiros 25 dias de avaliação, período de menor tempo exposto do material para decomposição, observa-se que a quantidade remanescente de MS no interior das sacolas de decomposição era de, aproximadamente, 59%. A decomposição ocorreu de forma mais acentuada até os primeiros 40 dias de decomposição. Moraes (2001) verificou que, nos primeiros 42 dias após a dessecação, a taxa média de decomposição é maior. Segundo o mesmo autor, a mineralização dos nutrientes é mais acentuada nos primeiros 63 dias. Esses resultados coincidem com este estudo e também com o Doneda (2012) e o de Santos (2014), em que se observa uma fase inicial com rápida redução nas quantidades remanescentes de MS, seguida de outras mais lentas.

Nos sistemas utilizados nos preparos do solo avaliados, houve diferença estatística da análise dos macronutrientes K e Mg determinados no material vegetal residual (Tabela 5 e 6). O teor

de K no resíduo das sacolas utilizando o SSD teve menor média, porém Rossi *et al.* (2013) descreve o contrário: devido à intensa atividade microbiológica no SSD, tende a favorecer a decomposição do material, aumentando assim a incidência do nutriente no solo.

Analisando o elemento magnésio, foram os sistemas de correção que influenciaram no seu teor (Tabela 6), em que o tratamento 3 apresentou maior teor de Mg no resíduo vegetal (1,141 mg Kg⁻¹). Já o tratamento 4 apresentou o menor teor de Mg no resíduo vegetal (0,993 mg Kg⁻¹). A utilização de calcário e de gesso melhorou a qualidade química do solo devido à maior disponibilização de Ca, Mg e K em profundidade (ZINI *et al.*, 2013).

Para a massa da MS o tempo de meia-vida de *Urochloa ruziziensis* variou de 86 a 98 dias no SSC e de 98 a 172 dias no SSD (Tabela 7). Em estudos de decomposição e liberação de nutrientes de resíduos culturais em áreas de cultivo de soja no SSC, Torres e Pereira (2014) encontraram valores de T^{1/2} para *Urochloa ruziziensis* de 60 dias, inferiores aos verificados neste estudo, enquanto Rossi *et al.* (2013) encontraram T^{1/2} de 99 dias no SSD, dentro da faixa verificada neste

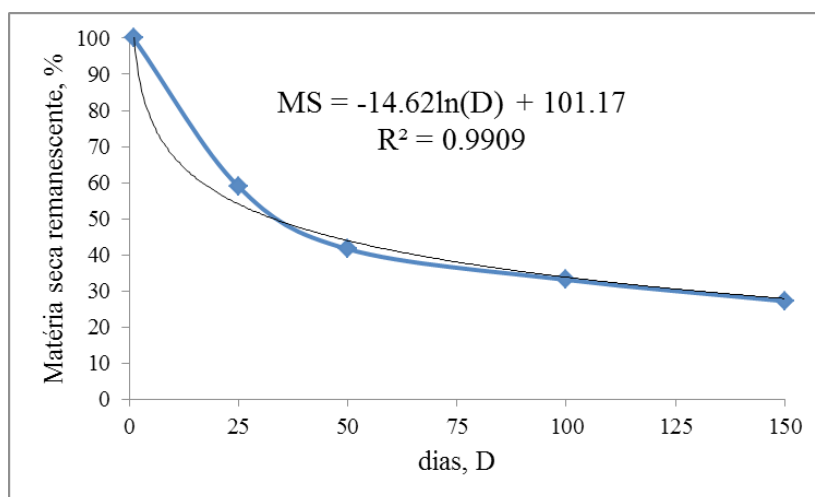


Figura 2. Matéria seca (MS) remanescente

Tabela 5. Média do elemento potássio determinada no resíduo vegetal

SP	K mg kg ⁻¹
SSC	1,36 a
SSD	1,20 b

SP: sistema de preparo do solo; SSC: sistema de semeadura convencional; SSD: sistema de semeadura direta. Médias seguidas de letras iguais minúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

estudo. Como a *Urochloa ruzizensis* foi cultivada no inverno, devido às restrições hídricas nesse período, atinge menor porte, apresenta caule mais fibroso e emite menor número de folhas e flores. Dessa forma, o manejo das plantas de cobertura no período seco afeta significativamente as taxas de decomposição, elevando o $T^{1/2}$, devido à maior relação C/N (PACHECO *et al.*, 2011; TORRES; PEREIRA, 2014).

No SSD houve maior tempo de meia-vida do resíduo de *Urochloa ruzizensis* em relação ao SSC. No SSC a decomposição é acelerada

devido à incorporação do resíduo vegetal no solo, proporcionando maior contato desses com a microbiota do solo e, conseqüentemente, maiores constantes de decomposição (K) e menores $T^{1/2}$. Comparativamente ao SSC, no SSD são menores as constantes de decomposição da cobertura vegetal e, conseqüentemente, maior $T^{1/2}$.

Os resultados do presente trabalho permitem inferir que a utilização de *Urochloa ruzizensis* na entressafra é tecnologia viável para a formação de palhada na região Centro-Oeste, proporcionando resultados interessantes ao produtor rural, pois,

Tabela 6. Quadro de médias do elemento magnésio determinado no resíduo vegetal

Tratamento	Dose (T ha ⁻¹)		Teor de Mg no resíduo vegetal (mg Kg ⁻¹)
	Calcário	Gesso	
1	3.563	0.000	1,026 ab
2	0.000	5.652	1,017 ab
3	3.563	5.652	1,141 a
4	1.782	5.652	0,993 b
5	7.126	5.652	1,038 ab
6	0.000	0.000	1,02 ab

Médias seguidas de letras iguais minúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 7. Parâmetros dos modelos ajustados aos valores massa seca remanescente, tempo de meia-vida ($T^{1/2}$), k , r^2 , análise realizada na palhada remanescente de cada tratamento: sistema de condicionamento nos diferentes sistemas de semeadura no solo

SP	Tratamento	Massa de matéria seca			
		k	$T^{1/2}$	r^2	E
SSD	1	0,007	98,57	0,755*	78,602e ^{-0,007x}
SSD	2	0,006	115,00	0,790*	73,125e ^{-0,006x}
SSD	3	0,007	98,57	0,873*	70,219e ^{-0,007x}
SSD	4	0,004	172,50	0,837*	55,069e ^{-0,004x}
SSD	5	0,005	138,00	0,776*	73,476e ^{-0,005x}
SSD	6	0,007	98,57	0,900*	50,877e ^{-0,007x}
SSC	1	0,007	98,57	0,864*	71,188e ^{-0,007x}
SSC	2	0,007	98,57	0,841*	67,99e ^{-0,007x}
SSC	3	0,007	98,57	0,809*	63,534e ^{-0,007x}
SSC	4	0,008	86,25	0,834*	67,059e ^{-0,008x}
SSC	5	0,007	98,57	0,836*	67,468e ^{-0,007x}
SSC	6	0,008	86,25	0,875*	71,193e ^{-0,008x}

E equação que descreve a equação e decomposição; k : constante de decomposição; $T^{1/2}$: tempo de meia-vida. * e ** significativos a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente; SSD: sistema de semeadura direta; SSC: sistema de semeadura convencional.

mesmo em condições de altas temperaturas e umidade, o material apresenta baixa constante de decomposição e, conseqüentemente, elevado tempo de meia-vida no sistema de semeadura direta. Dessa forma, segundo Rossi *et al.* (2013), a palhada permanece na superfície do solo após a dessecação, protegendo-o contra a erosão, conservando mais a umidade do solo, absorvendo nutrientes que estariam sujeitos a diversos processos de perdas e contribuindo para o aumento dos teores de carbono orgânico no solo.

De acordo com Calonego *et al.* (2012), o tempo de meia-vida dos nutrientes presentes nas palhadas são importantes para verificar se essa fonte de nutriente, no caso a palha, será suficiente para atender totalmente ou parcialmente a cultura subsequente.

Analisando a Tabela 8, verifica-se que o elemento cálcio teve maior tempo de meia-vida no resíduo vegetal depositado no SSC (média de 345 dias) do que no SSD (média de 201 dias). De acordo com Brito Ferreira *et al.* (2017), a atividade microbológica no SSD é muito mais intensa que no SSC, justificando, dessa forma, o menor tempo de meia-vida do elemento no resíduo vegetal.

Nos tratamentos em que houve aplicação de calcário e de gesso, os tempos de meia-vida do elemento Ca nas palhadas foram menores em relação à testemunha, tanto no SSD como SSC, ambos variando de 138 a 345 dias, no SSC as taxas de decomposição menores foram mais frequentes (Tabela 8). Nos dois sistemas, as áreas que não continham nenhum sistema de correção apresentaram maiores tempo de meia-vida, sugerindo que o sistema de correção influencia acelerando o processo de liberação do elemento.

A aplicação de calcário com gesso aumentou a taxa de liberação de magnésio, para a *Urochloa*, enquanto, para o cálcio, verificaram-se maiores valores nos tratamentos em que se aplicou calcário, tanto no SSD quanto no SSC. Onde se aplicou calcário mais gesso, foram observados os maiores valores de Mg, devido ao aumento da disponibilidade desse nutriente, pela aplicação do calcário dolomítico que continha 17,5% de MgO. Além disso, de acordo Amaral *et al.* (2017), a presença de gesso com calcário aumenta a disponibilidade de Mg no solo. A explicação para

o aumento da taxa de liberação de cálcio pela calagem se deve ao fato de que o calcário usado no experimento continha 23,3% de CaO, o que, provavelmente, aumentou a disponibilidade de Ca no solo, e as plantas de *Urochloa ruziziensis* o absorveram em maior quantidade.

Observou-se que a gessagem proporcionou redução na taxa de liberação de magnésio da biomassa seca das plantas de *Urochloa ruziziensis* no SSD (Tabela 8). Tal fato pode ser explicado pela lixiviação de Mg pela aplicação de gesso (PAULETTI *et al.*, 2014) atribuída à competição do Mg^{++} com o Ca^{++} pelas cargas negativas do solo, de maneira que o Ca^{++} tem preferência nos sítios de troca (LOYOLA JR.; PAVAN, 1989). A alta concentração de Ca^{++} no solo ocasionada pela aplicação de gesso favorece o deslocamento do Mg^{++} dos sítios de troca, podendo formar par iônico com o SO_4^{-2} ou ser lixiviado na forma de íons Mg^{++} , sendo essa a forma preferencial de deslocamento no perfil (ZAMBROSI *et al.*, 2007).

A Tabela 9 apresenta parâmetros dos modelos ajustados aos teores de fósforo e potássio remanescentes, tempo de meia-vida ($T_{1/2}$), k , r^2 , análise realizada na palhada remanescente de cada tratamento: sistema de condicionamento nos diferentes sistemas de semeadura no solo.

O tratamento calcário mais gesso apresentou menor taxa de liberação de P, tanto no SSD quanto no SSC (Tabela 9). O P apresenta um tempo de meia-vida entre 230 e 138 dias tanto no SSD como SSC. Esse resultado pode ser atribuído à formação do composto fosfato de cálcio que ocorre devido à dissociação do cálcio (proveniente do calcário e do gesso).

O K se encontra nos componentes estruturais e na forma iônica nas plantas e tende a ser lixiviado mais rapidamente (CRUSCIOL *et al.*, 2008), dependendo pouco do processo microbiano.

Calonego *et al.* (2005) observaram maiores quantidades de K lixiviado à medida que o estado de senescência da planta evoluiu após o manejo químico. Sorato e Crusciol (2008) observaram que a calagem causou aumento dos teores de K na parte aérea das plantas e que, entre os cátions disponibilizados ao solo após a aplicação, o K é o mais solúvel nos extratos dos resíduos vegetais.

O tratamento calcário mais gesso apresentou

Tabela 8. Parâmetros dos modelos ajustados teores de cálcio, magnésio, tempo de meia-vida ($T^{1/2}$), k , r^2 , análise realizada na palhada remanescente de cada tratamento: sistema de condicionamento nos diferentes sistemas de semeadura no solo

SP	Trat.	k	Cálcio			Magnésio			
			$T^{1/2}$	r^2	E	k	$T^{1/2}$	r^2	E
SSD	1	0,005	138	0,94*	$94,20e^{-0,005x}$	0,003	230	0,80*	$107,13e^{-0,003x}$
SSD	2	0,002	345	0,89*	$98,07e^{-0,002x}$	0,003	230	0,94*	$104,11e^{-0,003x}$
SSD	3	0,004	172	0,77*	$86,37e^{-0,004x}$	0,003	230	0,87*	$103,14e^{-0,003x}$
SSD	4	0,004	172	0,98*	$101,93e^{-0,004x}$	0,004	173	0,94*	$105,77e^{-0,004x}$
SSD	5	0,003	230	0,87	$100,47e^{-0,003x}$	0,004	173	0,75*	$90,52e^{-0,0041x}$
SSD	6	0,002	345	0,85*	$94,81e^{-0,002x}$	0,004	173	0,93*	$90,52e^{0,0041x}$
SSC	1	0,005	138	0,94*	$94,05e^{-0,005x}$	0,003	230	0,72*	$105,62e^{-0,003x}$
SSC	2	0,002	345	0,89*	$94,98e^{-0,002x}$	0,002	345	0,87*	$94,84e^{-0,002x}$
SSC	3	0,002	345	0,70*	$93,48e^{-0,002x}$	0,003	230	0,86*	$103,14e^{-0,003x}$
SSC	4	0,002	345	0,84*	$95,72e^{-0,002x}$	0,002	345	0,91*	$101,75e^{-0,002x}$
SSC	5	0,003	230	0,83*	$105,33e^{-0,003x}$	0,002	345	0,76*	$100,31e^{-0,002x}$
SSC	6	0,002	345	0,80*	$101,87e^{-0,002x}$	0,003	230	0,93*	$107,13e^{-0,003x}$

E: equação que descreve a equação e decomposição; k : constante de decomposição; $T^{1/2}$: tempo de meia-vida. * e ** significativos a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente; SSD: sistema de semeadura direta; SSC: sistema de semeadura convencional.

Tabela 9. Parâmetros dos modelos ajustados

SP	Trat.	% fósforo remanescente				% potássio remanescente			
		k	$T^{1/2}$	r^2	E	k	$T^{1/2}$	r^2	E
SSD	1	0,004	173	0,71*	$93,90e^{-0,004x}$	0,007	98	0,95	$99,48e^{-0,007x}$
SSD	2	0,005	138	0,76*	$115,70e^{-0,005x}$	0,007	98	0,87	$93,89e^{-0,007}$
SSD	3	0,003	230	0,72*	$94,13e^{-0,003x}$	0,005	138	0,94	$97,47e^{-0,005x}$
SSD	4	0,003	230	0,88*	$89,21e^{-0,003x}$	0,006	115	0,95	$93,19e^{-0,006x}$
SSD	5	0,003	230	0,88*	$80,61e^{-0,003x}$	0,009	76	0,88	$81,26e^{-0,009x}$
SSD	6	0,003	230	0,57*	$92,13e^{-0,003x}$	0,007	98	0,95	$90,85e^{-0,007x}$
SSC	1	0,003	230	0,58	$92,13e^{-0,003x}$	0,006	115	0,97	$105,23e^{-0,006x}$
SSC	2	0,005	138	0,76	$115,77e^{-0,005x}$	0,007	99	0,69	$74,76e^{-0,007x}$
SSC	3	0,003	230	0,91	$100,39e^{-0,003x}$	0,005	138	0,91	$91,48e^{-0,005x}$
SSC	4	0,003	230	0,72	$89,88e^{-0,003x}$	0,007	99	0,96	$100,58e^{-0,007x}$
SSC	5	0,004	173	0,93	$98,02e^{-0,004x}$	0,005	138	0,93	$94,96e^{-0,005x}$
SSC	6	0,003	230	0,577	$92,13e^{-0,003x}$	0,006	115	0,90	$82,81e^{-0,006x}$

E: equação que descreve a equação e decomposição; k : constante de decomposição; $T^{1/2}$: tempo de meia-vida. * e ** significativos a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente; SSD: sistema de semeadura direta; SSC: sistema de semeadura convencional.

menor taxa de liberação de K no SSC (Tabela 8). De acordo com Malavolta (2006), a absorção de K está sempre na dependência da relação Ca/K, e o fornecimento de Ca pela aplicação dos condicionadores químicos de solo acarretou o aumento dessa relação, proporcionando redução na absorção do K e, conseqüentemente, baixa taxa de

liberação de K por *Urochloa ruziziensis*.

Todos os dados gerados no experimento ajustaram o modelo matemático exponencial descrito por Stanford e Smith (1972), de forma significativa, à equação exponencial (Tabelas 7, 8 e 9).

CONCLUSÕES

- Em 86 dias a massa seca contida nas sacolas de decomposição foi reduzida à metade, em ambos os sistemas de plantio empregado, sendo eles sistema de semeadura convencional (SSC) e sistema de semeadura direta (SSD). No SSC verificaram-se maiores taxas de decomposição.
- No SSD foram determinados os menores teores de K nas sacolas de decomposição. As constantes de decomposição do elemento foram maiores em relação aos outros elementos avaliados.
- Nos sistemas em que houve aplicação de calcário e de gesso, as constantes de decomposição foram maiores para os elementos Ca e Mg.
- Para o elemento P, o resíduo analisado não apresentou diferenças entre os sistemas de preparo. O mesmo se verificou para aplicações de calagem e gessagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, A.G.C.; COGO, N.P.; LEVIEN, R. Relações da erosão do solo com a persistência da cobertura vegetal morta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.19, n.1, p.127-32, 1995.

AMARAL, L.A.; ASCARI, J.P.; DUARTE, W.M.; ROEDER, I.N.M.; SANTOS, E.S.; JULIO, O.L.L. Efeito de doses de gesso agrícola na cultura do milho e alterações químicas no solo. **Agrarian**, v.10, n.35, p.31-41, 2017.

BOER, C.A.; ASSIS, R.L.; SILVA, G.P.; BRAZ, A.J.B.P.; BARROSO, A.L.L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; PIRES, F.R. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.1269-1276, 2007.

BRITO FERREIRA, Enderson Petrônio; STONE, Luis Fernando; MARTIN-DIDONET, Claudia Cristina Garcia. População e atividade microbiana do solo em sistema agroecológico de produção. **Revista Ciência Agronômica**, v.48, n.1, p.22-31, 2017.

CALONEGO, J.C.; FOLONI, J.S.; ROSOLEM, A. LIXIVIAÇÃO DE POTÁSSIO DA PALHA DE PLANTAS DE COBERTURA EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE SENESCÊNCIA APÓS A DESSECAÇÃO QUÍMICA. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. V.29, p. 99-108. 2005.

CANOLEGO, J.C.; GIL, F.C.; ROCCO, V.F.; SANTOS, E.A. PERSISTÊNCIA E LIBERAÇÃO DE NUTRIENTES DA PALHA DE MILHO, BRAQUIÁRIA E LABE-LABE. **Bioscience journal**, v.28, p.770-781, 2012.

CECCON, G.; CONCENÇO, G. PRODUTIVIDADE DE MASSA E DESSECAÇÃO DE FORRAGEIRAS PERENES PARA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA. **Planta Daninha**, v.32, p.319-326, 2014.

COSTA, N.R.; ANDREOTTI, M.; BUZZETTI, S.; LOPES, K.S.M.; SANTOS, F.G.; PARIZ, C.M. Acúmulo de macronutrientes e decomposição da palhada de braquiárias em razão da adubação nitrogenada durante e após o consórcio com a cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.38, p.1223-1233, 2014.

CRUSCIOL, C.A.C.; MORO, E.; LIMA, E.V.; ANDREOTTI, M. Taxas de decomposição e de liberação de macronutrientes da palhada de aveia preta em plantio direto. **Bragantia**, v.67, p.481-489, 2008.

DONEDA, Alexandre et al. Fitomassa e decomposição de resíduos de plantas de cobertura puras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.36, n.6, 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA E AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. 5ª edição revisada e ampliada do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), ed. Brasília. 353 p. 2018. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/solos/sibcs> > acessado em 07/01/2019.

GAMA-RODRIGUES, A.C.; GAMA-RODRIGUES, E.F.; BRITO, E.C. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos culturais de plantas de cobertura em Argissolo Vermelho-

- Amarelo na região Noroeste Fluminense (RJ). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.1421-1428, 2007.
- KLIEMANN, H.J.; BRAZ, A.J.B.P.; SILVEIRA, P.M. Taxa de composição de resíduos de espécies de cobertura em Latossolo Vermelho Distroférico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. v.36, p.21-28, 2006.
- LOYOLA JR, E.; PAVAN, M.A. Seletividade de troca de cátions em solos ácidos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.13, p.131-138, 1989.
- MACHADO, L.A.Z.; CECATO, U.; JANK, E.; VERZIGNASSI, J.R.; VALLE, C.B. **Consórcio Milho-Braquiária**. In: CECCON, G. Identificação e Características de Forrageiras Perenes para Consórcio com Milho. Distrito Federal, Brasil. , p.70. 2013.
- MALAVOLTA, E. Manual de nutrição mineral de plantas. **Editora Agronômica Ceres**, São Paulo, p.638. 2006.
- MENDONÇA, V.Z.; MELLO, L.M.M.; ANDREOTTI, M.; PARIZ, C.M.; YANO, É.H.; PEREIRA, F.C.B.L. Liberação de nutrientes da palhada de forrageiras consorciadas com milho e sucessão com soja. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.39, p.183-193. 2015.
- MORAES, RN de S. **Decomposição das palhadas de sorgo e milheto, mineralização de nutrientes e seus efeitos no solo e na cultura do milho em plantio direto**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2001.
- PACHECO L.P.; LEANDRO, W.M.; MACHADO, P.L.O.A.; ASSIS, R.L.; COBUCCI, T.; MADARI, B.E.M.; PETTER, F.A. Produção de fitomassa e acúmulo e liberação de nutrientes por plantas de cobertura na safrinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.17-25, 2011.
- PACHECO, L.P.; PIRES, F.R.; MONTEIRO, F.P.; PROCÓPIO, S.O.; ASSIS, R.L.; CARMO, M.L.; PETTER, F.A. Desempenho de plantas de cobertura em sobressemeadura na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.17-25, 2008.
- PAUL, E.A.; CLARK, F.E. Soil microbiology and biochemistry. **Academic Press San**, Diego, USA. 275p. 1989.
- PAULETTI, V.; PIERRI, L., RANZAN, T., BARTH, G., MOTTA, A.C.V. Efeitos em longo prazo da aplicação de gesso e calcário no sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.38, p.495-505, 2014.
- RAIJ, B. V., ANDRADE, J. C., CANTARELLA, H., QUAGGIO, J. A., **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas, Instituto Agrônomo. 285p. 2001
- ROSSI, C.Q.; PEREIRA, M.G.; GIÁCOMO, S.G.; BETTA, M.; POLIDORO, J.C. Decomposição e liberação de nutrientes da palhada de braquiária, sorgo e soja em áreas de plantio direto no cerrado goiano. **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, p.1523-1534, 2013.
- DOS SANTOS, Flávia Cristina et al. Decomposição e liberação de macronutrientes da palhada de milho e braquiária, sob integração lavoura-pecuária no cerrado baiano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.38, n.6, 2014.
- SORATTO, R.P.; CRUSCIOL, C.A.C. ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO DECORRENTES DA APLICAÇÃO EM SUPERFÍCIE DE CALCÁRIO E GESSO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO RECÉM-IMPLANTADO. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.675-688, 2008.
- STANFORD, G., SMITH, S.J. 1972. Nitrogen mineralization potential of soils. **Soil Sci. Soc.** v.36, p.465-472, 1972.
- TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHEN, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre, Departamento de Solos da Universidade

Federal do Rio Grande do Sul, 174p. 1995.

TORRES, J.L.R.; PEREIRA, M.G. 2014. Produção e decomposição de resíduos culturais antecedendo milho e soja num Latossolo no cerrado mineiro. **Comunicata Scientiae**, v.5, p. 419-426, 2014.

ZAMBROSI, F.C.B.; ALLEONI, L.R.F.; CAIRES, E.F. Aplicação de gesso agrícola e especiação

iônica da solução de um Latossolo sob sistema plantio direto. **Ciência Rural**. v.37, p.110-117, 2007.

ZINI RAMOS, Bárbara et al. Doses de gesso em cafeeiro: influência nos teores de cálcio, magnésio, potássio e pH na solução de um Latossolo Vermelho distrófico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.37, n.4, 2013.