



## XX Congreso Latinoamericano y XVI Congreso Peruano de la Ciencia del Suelo

“EDUCAR para PRESERVAR el suelo y conservar la vida en La Tierra”

Cusco – Perú, del 9 al 15 de Noviembre del 2014  
Centro de Convenciones de la Municipalidad del Cusco

### DECOMPOSIÇÃO DE RESÍDUOS VEGETAIS E NITROGÊNIO MINERAL EM SOLO NO CERRADO

Figueiredo, T.de.O.V.<sup>1</sup>; Carvalho, A.M.<sup>2</sup>; Santana, C.L.<sup>1</sup>; Coser, T.R.<sup>2</sup>; Dantas, R.<sup>1</sup>; Padilha, O. F. <sup>1</sup>; Silva, R. R. <sup>1</sup>; Timóteo, L. G.; Côrtes, M. C. <sup>1</sup>; Figueiredo, C.C.de.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade de Brasília (unB); <sup>2</sup> Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa – Cerrados)

\*Autor de contato: Email: figueiredo\_thayane@yahoo.com.br; Universidade de Brasília, Faculdade Gama, Área Especial de Indústria Projeção A Brasília CEP: 72.444-240 Bairro: Gama - Setor Leste, telefone: (61) 3107-3300

#### RESUMO

Uma das vantagens do uso de plantas de cobertura é incrementar a disponibilidade de nutrientes, como o nitrogênio, para plantas subseqüentes por meio da decomposição e mineralização realizada por microrganismos do solo. Alguns fatores como acidez do solo, umidade, temperatura e razão C/N das plantas afetam a decomposição dos resíduos vegetais. O presente estudo foi conduzido na Embrapa Cerrados, em Planaltina-DF, com o objetivo de avaliar efeitos da decomposição de resíduos vegetais de *Pennisetum glaucum*, *Brachiaria ruziziensis* e *Canavalia brasiliensis* nos teores de  $\text{NH}_4^+$  e  $\text{NO}_3^-$  no solo sob o uso de plantas de cobertura (no início e fim da estação chuvosa) em sistema plantio direto com milho. Assim, foram determinados os índices de decomposição dessas plantas de cobertura e os teores de  $\text{N-NH}_4^+$  e  $\text{N-NO}_3^-$  no solo nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-20, 20-40, 40-60 cm. A testemunha do experimento foi vegetação espontânea. Os teores de N-mineral ( $\text{N-NH}_4^+$  e  $\text{N-NO}_3^-$ ), no final do período chuvoso e na camada até 10 cm, foram maiores no solo sob *Canavalia brasiliensis*, espécie vegetal com processo de decomposição mais acelerado. As concentrações de  $\text{N-NH}_4^+$  no solo foram maiores no fim do período chuvoso, enquanto no início desse período os teores de  $\text{N-NO}_3^-$  no solo foram mais elevados. *Canavalia brasiliensis*, *Pennisetum glaucum* e *Brachiaria ruziziensis*, em relação à vegetação espontânea, disponibilizaram  $\text{N-NO}_3^-$  na camada de 0-10 cm do solo no início do período chuvoso.

#### PALAVRAS-CHAVES

Nitrato; amônio; plantio direto

#### INTRODUÇÃO

A quantidade e a qualidade de resíduos vegetais são parâmetros importantes a serem considerados no estabelecimento de cobertura do solo no sistema plantio direto. Além da

formação de palhada, a ciclagem de nutrientes é essencial para se incrementar a produtividade da cultura no sistema de produção com uso de plantas de cobertura em sucessão. A ciclagem de nutrientes, por sua vez, é resultado da dinâmica de decomposição de resíduos vegetais que depende de parâmetros intrínsecos da planta, como: razão C:N, teores de hemiceluloses, celulose e lignina. Por outro lado, as condições edafoclimáticas do Cerrado favorecem a decomposição acelerada dos resíduos vegetais. Portanto, fatores bióticos e abióticos, como microrganismos do solo, época de corte das plantas de cobertura, temperatura do ar e do solo, precipitação pluviométrica, umidade do solo e composição química dos resíduos vegetais influenciam o processo de decomposição, conseqüentemente, a ciclagem de nutrientes, principalmente nitrogênio (Carvalho et al. 2008; Carvalho et al 2009; Carvalho et al. 2011; Carvalho et al. 2012).

O uso de plantas de cobertura tem como um dos principais objetivos a manutenção e/ou melhoria da qualidade do solo (Carvalho e Amabile 2006) visando incrementar a disponibilidade de nutrientes como N, P, K, Ca, Mg e S. As leguminosas possuem características que permitem utilização mais eficiente de nutrientes do solo e decomposição rápida, incrementando a oferta de nutrientes às culturas. Porém, as quantidades de nutrientes liberados pelas gramíneas podem ser iguais ou superiores às quantidades liberadas pelas leguminosas, dependendo da produção de biomassa e das concentrações de nitrogênio, lignina, celulose e hemiceluloses na parte aérea (Alvarenga et al. 2001; Carvalho et al 2011, Carvalho et al. 2012).

No solo, a matéria orgânica é decomposta por microrganismos. Neste processo, os microrganismos suprem suas demandas por energia e nitrogênio e com a mineralização dos compostos orgânicos, disponibilizam N às plantas. Materiais com razão C/N baixa (menor que 20:1) proporcionam maior rapidez da mineralização e com razão C/N alta (maior que 30:1) favorecem a imobilização pelos microrganismos. Para valores intermediários, a imobilização e mineralização se equilibram. Fatores edafoclimáticos, como acidez (pH), textura, mineralogia, umidade e temperatura também afetam a mineralização do nitrogênio da matéria orgânica do solo e resíduos vegetais (Sousa e Lobato, 2004).

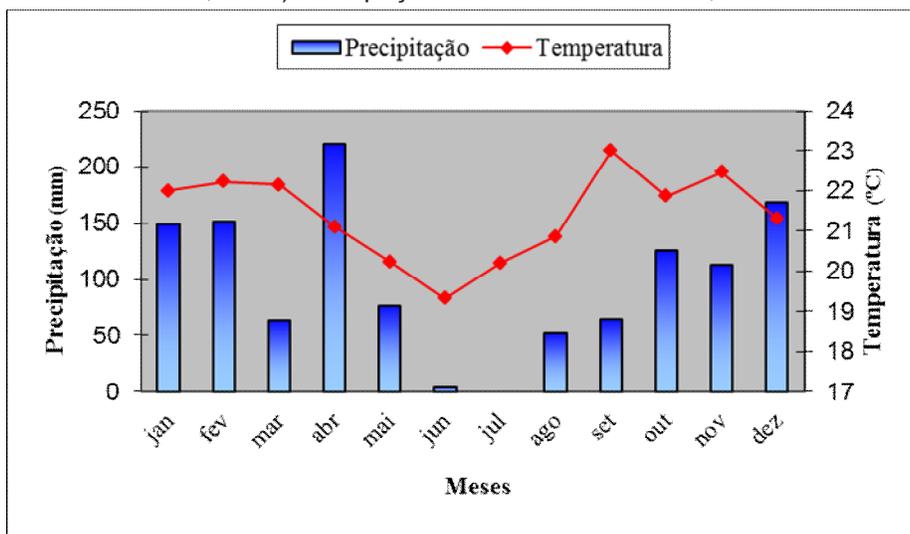
Costa et al. (1990) avaliando os efeitos de mucuna-preta, tanto com incorporação quanto mantida na superfície durante 178 dias, constataram que a mineralização de nitrogênio foi mais rápida nos primeiros 25 dias e mais lenta nos últimos 50 dias. Essa diferença foi atribuída à redução da quantidade de material com o tempo e também à maior resistência à decomposição dos resíduos vegetais de mucuna-preta.

As formas de nitrogênio absorvidas pelas plantas são amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) e nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ). No solo os microrganismos transformam o nitrogênio orgânico liberando amônia ( $\text{NH}_3$ ), que pode ser transformada em amônio ( $\text{NH}_4^+$ ). Assim, bactérias do gênero nitrosomonas quando em condições favoráveis, de solos bem drenados, transformam esse amônio em nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ), que por sua vez é oxidado a nitrato pelas bactérias do gênero nitrobacter. O cátion amônio permanece no solo em forma trocável, adsorvido pelas cargas negativas do solo. Já o nitrato, por ter carga negativa, é afastado da superfície das partículas, permanecendo na solução com alta mobilidade e suscetível à lixiviação (Sousa e Lobato, 2004).

Assim, o presente estudo foi conduzido na Embrapa Cerrados, em Planaltina-DF, Brasil, com o objetivo de avaliar os efeitos da decomposição de resíduos vegetais nos teores de  $\text{NH}_4^+$  e  $\text{NO}_3^-$  no solo sob cultivo de plantas de cobertura (*Pennisetum glaucum*, *Brachiaria ruziziensis* e *Canavalia brasiliensis*) e milho (*Zea mays*) em sucessão, no início e fim da estação chuvosa em sistema plantio direto.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido em Latossolo Vermelho argiloso, na Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, Brasil, com precipitação acumulada e temperatura média em 2010 mostradas na Figura 1. Foram semeadas as seguintes plantas de cobertura: feijão-bravo-do-ceará (*Canavalia brasiliensis*), milheto (*Pennisetum glaucum*) e braquiária (*Brachiaria ruziziensis*). A testemunha foi ausência de plantas de cobertura em sucessão ao milho (vegetação espontânea). Para o feijão-bravo-do-ceará foram mantidas 10 plantas m<sup>-1</sup>, para milheto 40 plantas m<sup>-1</sup> e braquiária ruziziensis 20 plantas m<sup>-1</sup>. O espaçamento entre linhas de semeadura foi de 0,5 m para todas as espécies vegetais (Carvalho e Amabile, 2006). O espaçamento do milho foi de 0,75 m.



**Figura 1.** Precipitação pluviométrica e temperatura média no ano agrícola 2010, de acordo com a estação meteorológica da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, Brasil.

As plantas de cobertura foram semeadas diretamente sobre os restos culturais de milho em março de 2010 e o milho em sucessão foi semeado em novembro de 2010. Para o milho, em novembro de 2010, aplicaram-se 20 kg ha<sup>-1</sup> de N, 150 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 80 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O no sulco de semeadura, além de 50 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura quando as plantas de milho emitiram a sexta folha. Essa dose de N foi repetida quando a planta apresentou o oitavo par de folhas, totalizando 120 kg de ha<sup>-1</sup> N.

O delineamento experimental aplicado foi de blocos ao acaso com parcelas subdivididas e três repetições. As espécies vegetais representaram as parcelas (8 x 12 m) e os períodos de corte (floração e maturação) constituíram as subparcelas (4 x 12 m).

As amostragens do solo para análises das concentrações de amônio (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) e nitrato (N-NO<sub>3</sub>) foram realizadas em duas épocas: em março de 2010 (final do período chuvoso) e outubro de 2010 (início do período chuvoso). Foram retiradas amostras compostas de cinco sub-amostras por subparcelas, nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm.

Os teores de amônio e nitrato foram determinados segundo metodologia de Silva et al. (2010). A amostragem para determinar matéria seca e fornecer material vegetal ao experimento de decomposição foi realizada com o corte das plantas rentes ao solo (duas repetições de 1 m<sup>2</sup> por subparcela) nos períodos de floração e na maturação.

Na determinação do processo de decomposição das plantas de cobertura para cálculo de meia vida utilizou-se *litter bags* (sacolas de tela de nylon de malha de 2 mm) de 20 x 20 cm, contendo 20 gramas do material cortado e seco na estufa a 65°C durante 72 horas. Os *litter bags* foram retirados com 30, 90, 150, 180 e 210 dias após a colocação no campo. Em cada avaliação, foram retiradas três unidades por subparcela. Após a retirada das sacolas do campo, o material foi pesado e em seguida colocado em estufa a 65 °C por 72 horas (matéria seca final). O material

seco depois de pesado foi queimado em mufla a 600 °C por um período mínimo de oito horas para se obter o conteúdo inorgânico final das espécies vegetais e do solo (Carvalho et al., 2008). Obteve-se a taxa de resíduos vegetais remanescentes no solo pela diferença entre a quantidade total inicial dos resíduos (100%) e cada um dos índices de decomposição em percentagem. Esses dados foram ajustados ao modelo exponencial, com a taxa de resíduos remanescentes em função do tempo ( $TR = 100 * e^{k*(t)}$ ). Com base na constante (k) da equação exponencial ( $TR = 100 * e^{k*(t)}$ )\* calcularam-se a meia-vida do ( $h = \ln 2/k$ ). Estimou-se a taxa de decréscimo ( $\beta_1$ ) dos resíduos vegetais equivalente ao índice de decomposição, aplicando o modelo  $Y = \beta_0 + \beta_1 \log T$  (SAS, 2000; PROC MIXED). Análise de variância para N mineral no solo foi aplicada ao experimento com dados repetidos ao longo do tempo (início e fim da estação chuvosa) e espaço (0-5; 5-10; 10-20; 20-40; 40-60 cm) pelo PROC MIXED (SAS, 2000). O teste de comparação de médias foi o Tukey-Kramer a 5% de significância.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As taxas de decréscimo ( $\beta_1$ ) significativamente mais elevadas foram determinadas para resíduos vegetais de *Brachiaria ruziziensis*, *Canavalia brasiliensis* e vegetação espontânea nos cortes realizados na floração ( $P < 0,005$ ) (Tabela 1). As menores taxas ( $\beta_1$ ) na floração foram calculadas para os resíduos de *Pennisetum glaucum*. Os valores mais elevados de  $\beta_1$  foram determinados para os resíduos vegetais sob corte na floração ( $P < 0,005$ ) em relação à maturação.

Os períodos necessários para decomposição de 50% ( $\frac{1}{2}$  vida) e a ciclagem dos resíduos vegetais de *Canavalia brasiliensis*, *Brachiaria ruziziensis* e *Pennisetum glaucum* foram muito similares na floração, enquanto que na maturação, o *Pennisetum glaucum* apresentou o maior tempo de meia vida (110 dias) (Tabela 1). Os resíduos vegetais de *Canavalia brasiliensis* apresentaram  $\frac{1}{2}$  vida de 83 e 82 dias na floração e maturação respectivamente. A  $\frac{1}{2}$  vida do material vegetal de *Brachiaria ruziziensis* foi 86 e 70 dias na floração e maturação, respectivamente.

A quantidade de matéria seca na floração foi significativamente ( $P < 0,005$ ) maior para o milheto em relação às outras plantas de cobertura e a vegetação espontânea (Tabela 1). Entretanto, no corte efetuado na maturação, o *Canavalia brasiliensis* e *Brachiaria ruziziensis* apresentaram rendimentos de matéria seca significativamente ( $P < 0,005$ ) mais elevados em relação ao *Pennisetum glaucum* e a vegetação espontânea.

Tabela 1. Taxa de decréscimo ( $\beta_1$ ) dos resíduos vegetais,  $\frac{1}{2}$  vida e reciclagem de resíduos vegetais de plantas de cobertura sob corte na floração e maturação, Planaltina, DF, Brasil.

Espécie	$\beta_1$		$\frac{1}{2}$ vida (dias)		Matéria Seca ( $Mg\ ha^{-1}$ )	
	Floração	Maturação	Floração	Maturação	Floração	Maturação
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	29,24 bA	22,14 bcB	86	70	2,82 bB	4,81 aA
<i>Canavalia brasiliensis</i>	30,02 bA	18,48 cB	83	82	3,69 bB	5,06 aA
<i>Pennisetum glaucum</i>	22,35 cA	26,78 abA	86	110	6,56 aA	2,80 bB
Vegetação espontânea	35,22 aA	32,00 aA	91	99	2,24 bA	2,28 bA
CV %	8,6				14,8	

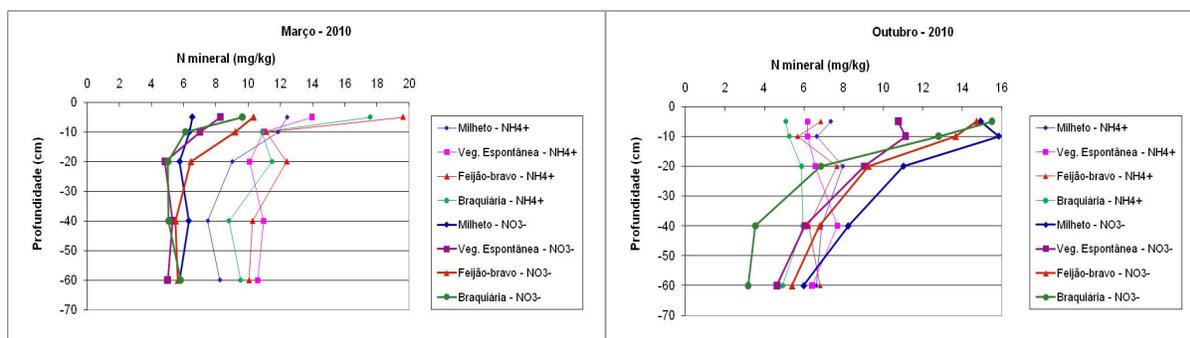
Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey-Kramer ( $P < 0,05$ ).

Houve efeito significativo ( $P < 0,005$ ) das épocas de amostragem e da interação destas com espécies vegetais sobre o teor de N-mineral ( $N-NH_4^+$  e  $N-NO_3^-$ ) (Tabela 2). Observaram-se teores significativamente mais elevados de  $N-NO_3^-$  no solo (Tabela 2, Figura 2) no início do período de chuvas (outubro) e logo antes da semeadura do milho, para todas as espécies avaliadas. Em relação ao  $N-NH_4^+$  foram constatados teores significativamente mais elevados no solo sob uso de plantas de cobertura no fim da estação chuvosa (Tabela 2, Figura 2). Nessa amostragem, realizada em março de 2010, os teores de  $N-NH_4^+$  foram significativamente mais elevados no solo sob *Canavalia brasiliensis* em relação ao solo sob uso de *Pennisetum glaucum*.

Tabela 2. Teores médios de nitrogênio mineral ( $\text{N-NH}_4^+$  e  $\text{N-NO}_3^-$ ) até 60 cm de profundidade no solo sob uso de diferentes plantas de cobertura, no início e fim do período de chuva.

Espécie	$\text{N-NH}_4^+$		$\text{N-NO}_3^-$	
	Outubro	Março	Outubro	Março
	$\text{mg kg}^{-1}$			
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	5,41a B	11,65ab A	8,37a A	6,32a A
<i>Canavalia brasiliensis</i>	6,64a B	12,69a A	9,95a A	7,41a B
<i>Pennisetum glaucum</i>	7,09a B	9,80 b A	11,21a A	6,13a B
Vegetação espontânea	6,60a B	11,32ab A	8,32a A	6,08a B
Média	6,43 B	11,37 A	9,46a A	6,49a B
CV%	36,8		48,9	

Média seguidas de letras diferentes, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.



**Figura 2.** Teores de  $\text{N-NH}_4^+$  e  $\text{N-NO}_3^-$  em diferentes profundidades do solo sob plantas de cobertura no início e no final do período chuvoso, Planaltina, DF, Brasil.

A maior concentração de  $\text{N-NH}_4^+$  no fim período de chuvas pode estar associada com aplicação de uréia, sendo que os 100 kg de N foram aplicados nessa forma e parcelados em duas vezes no mês de dezembro. A quantidade elevada de precipitação pluviométrica que ocorreu no período de janeiro a março de 2010 (Figura 1), possivelmente, inibiu a atividade dos microrganismos específicos para transformação de  $\text{N-NH}_4^+$  para  $\text{N-NO}_3^-$ . Em outubro, devido ao longo período de seca, a ocorrência de precipitação pluviométrica nos meses de setembro e outubro reativaram os microrganismos nitrificadores que se encontravam inertes, promovendo a rápida transformação de  $\text{N-NH}_4^+$  para  $\text{N-NO}_3^-$  (Sousa e Lobato, 2004; Carvalho, 2005).

As maiores concentrações de  $\text{N-NH}_4^+$  em março no solo sob *Canavalia brasiliensis* em relação ao *Pennisetum glaucum*, disponibilizando mais nitrogênio mineral, provavelmente, são devido à maior produção de biomassa e decomposição mais rápida dos resíduos vegetais (Tabela 1) em função dos menores teores de lignina no tecido vegetal dessa espécie (Costa et al., 1990; Carvalho et al., 2011, 2012). A concentração de N na parte aérea também é um parâmetro que favorece o enriquecimento de nitrogênio no solo sob uso dessas plantas de cobertura, incrementando também o rendimento da cultura em sucessão (Carvalho et al., 2009, 2012).

Observa-se tendência de maiores teores de  $\text{N-NH}_4^+$  na camada de 0-10 cm do solo em março sob uso de *Canavalia brasiliensis* e *Brachiaria ruziziensis* (Figura 2). Em relação ao  $\text{N-NO}_3^-$ , essa maior concentração ocorreu também na camada de 0-10 cm no solo sob *Brachiaria ruziziensis* e na camada de 0-20 cm sob uso de *Canavalia brasiliensis* (Figura 2). Essas espécies também apresentaram maiores taxas de decomposição na floração e menor tempo de meia vida na maturação em relação ao *Pennisetum glaucum*, o que pode ter influenciado na disponibilidade de nitrogênio no solo. No início do período chuvoso, os teores de  $\text{N-NO}_3^-$  foram maiores na camada de 0 até 20 cm (Figura 2).

Assim, os resultados obtidos nesse estudo indicam que *Canavalia brasiliensis* destaca-se na ciclagem de N mineral no solo no final do período chuvoso, possivelmente, em função dos seus menores teores de lignina e de razão lignina:N, consequentemente, das suas maiores taxas de decomposição (Carvalho et al. 2011; 2012). Além disso, considerando o início do período

chuvoso, as plantas de cobertura (*Canavalia brasiliensis*, *Pennisetum glaucum*, e *Brachiaria ruziziensis*) propiciaram aumentos nos teores de  $\text{N-NO}_3^-$  na camada de 0-10 cm em relação a vegetação espontânea, mostrando a importância de uso das mesmas para disponibilidade de N à cultura do milho em sistema plantio direto no Cerrado .

## CONCLUSÕES

Os teores de  $\text{N-NH}_4^+$  no final do período chuvoso são maiores no solo sob uso de *Canavalia brasiliensis* em comparação ao com *Pennisetum glaucum*, contribuindo para ciclagem de nitrogênio no solo sob plantio direto.

Os teores de  $\text{N-NO}_3^-$  no final do período chuvoso são mais altos na camada de 0-10 cm no solo sob *Brachiaria ruziziensis* e na camada de 0-20 cm sob uso de *Canavalia brasiliensis*.

Os teores de  $\text{N-NH}_4^+$  são maiores após no final do período chuvoso, enquanto os teores de  $\text{N-NO}_3^-$  são maiores no início do período de chuva.

As plantas de cobertura disponibilizam  $\text{N-NO}_3^-$  para o milho no início do período chuvoso na camada de 0-10 cm em relação à vegetação espontânea.

## BIBLIOGRAFIA

ALVARENGA, R.C.; LARA C., W.A.; CRUZ, J.C.; SANTANA, D.P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.22: 25-36, 2001.

CARVALHO, A. M. de; AMABILE, R. F. Plantas condicionadora de solo: interações edafoclimáticas, uso e manejo. In: CARVALHO, A. M. de; AMABILE, R. F. (Ed.). **Cerrado: adubação verde**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. p. 143-170.

CARVALHO, A.M. de. Uso de plantas condicionadoras com incorporação e sem incorporação no solo: composição química e decomposição dos resíduos vegetais; disponibilidade de fósforo e emissão de gases. 2005. 199 p. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília, DF.

CARVALHO, A. M.de; BUSTAMANTE, M.M.C. ; GERALDO JUNIOR, J. ; VIVALDI, L. J. Decomposição de resíduos vegetais em Latossolo sob cultivo de milho e plantas de cobertura. Revista Brasileira de Ciência do Solo., 32: 2831-2838, 2008.

CARVALHO, A.M.de; BUSTAMANTE, M.M.C.; ALCÂNTARA, F.A DE. ; RESCK, I. S. ; LEMOS, S. S. Characterization by solid-state CPMAS  $^{13}\text{C}$  NMR spectroscopy of decomposing plant residues in conventional and no-tillage systems in Central Brazil. Soil & Tillage Research, 101.: 100-107, 2009.

CARVALHO, A. M.de; SOUZA, L. L. P.de; JÚNIOR, R.G.; ALVES, P.C.A.C.; VIVALDI, L. J. Cover plants that present potential use in integrated systems in the Cerrado region. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v., p., 2011.

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

OSTA, F.J.S.A., BOULDIN, D.R., SUHET, A.R. Evaluation of N recovery from mucuna placed on the surface or incorporated in a Brazilian Oxisol. Plant and Soil, v. 124: 91-96, 1990.

SILVA, D.F.; ANDRADE, C.L.T.; SIMEONE, M.L.F.; AMARAL, T.A.; CASTRO, L.A.; MOURA, B. F. Análise de nitrato e amônio em solo e água -- Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo., 55 p. (Documentos / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1518-4277; 114). 2010.

SAS Institute. SAS/STAT: User's guide, version 8.1, Cary, 1999-2000. v1. 943p.

SOUSA, D.M.G. de; LOBATO, G. Cerrado: correção do solo e adubação. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p.283-315.