

LIBERAÇÃO DE NUTRIENTES DURANTE A DECOMPOSIÇÃO DE RESÍDUOS VEGETAIS DE MACAÚBA EM ÁREAS COM VARIAÇÕES DE LENÇOL FREÁTICO

Luciane Gomes Quintana¹, Arminda Moreira de Carvalho², Thais Rodrigues Coser³, Anderson Marcos de Souza⁴, Juaci Vitória Malaquias⁵, Eloisa Aparecida Belleza Ferreira⁶

¹Engenheira Florestal, luciane_gds@hotmail.com, ²Engenheira Agrônoma, arminda.carvalho@embrapa.br, ³Engenheira Agrônoma, thais.coser@colaborador.embrapa.br, ⁴Engenheiro Florestal, andersonmarcos@unb.br, ⁵Engenheira Agrônoma, eloisa.belleza@embrapa.br, ⁶Estatístico, juaci.malaquias@embrapa.br

Embrapa Cerrados, BR 020, Km 18, Planaltina, DF, <https://www.embrapa.br/cerrados>, 55(61)33889932

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi determinar a liberação de macronutrientes durante o processo de decomposição de resíduos vegetais de macaúba (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart.) em duas áreas sob condições de lençol freático alto e baixo. Para determinar a decomposição e liberação de nutrientes foram coletadas folhas secas de uma população natural de macaúba. O material vegetal foi colocado em *litter bags* e avaliado por um período de 420 dias (de dezembro de 2010 a janeiro de 2012). A taxa de decomposição do material vegetal de macaúba foi maior até os 180 dias após a colocação dos *litter bags* no campo, variando entre 49 e 59%. A liberação de K foi mais rápida sob condição de lençol freático alto. A liberação de nutrientes dos resíduos vegetais de macaúba acompanha o comportamento da dinâmica de decomposição, mostrando-se maior no início do processo de decomposição e estabilizada na época da seca.

Palavras Chave: *Acrocomia aculeata*, ciclagem de nutrientes, matéria orgânica do solo.

ABSTRACT

RELEASE OF NUTRIENTS FROM MACAUBA IN AREAS WITH VARYING DEPTH OF GROUNDWATER TABLES

The objective of this study was to evaluate the decomposition process of Acrocomia aculeata residues and the concentrations of N, P, K, Ca, Mg and S during the decomposition process in areas with low and high water tables. In order to evaluate the decomposition process and the release of nutrients, senesced leaves were collected from natural populations of Acrocomia aculeata in the Cerrado. The leaves were placed inside litter bags and their decomposition was evaluated for a period of 420 days between December 2010 and January 2012. The decomposition rate of Acrocomia aculeata residues was higher during the first 180 days of evaluation period and varied between 49 and 59% during this phase. The release of K was faster under the area with higher water table. The release of nutrients from Acrocomia aculeata residues accompanies the decomposition behavior, being higher at the beginning of the decomposition process, and stabilized in the dry season.

Keywords: Acrocomia aculeata, nutrient cycling; soil organic matter.

INTRODUÇÃO

A macaúba (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart.), palmeira tipicamente brasileira e nativa de florestas tropicais, é uma espécie que ocorre tanto em regiões com restrições hídricas quanto em áreas próximas aos cursos d'água. Frente à necessidade atual de fontes alternativas de energia, a macaúba é considerada uma das espécies nativas com alta potencialidade de fornecimento de óleo para a produção de biodiesel (TELES, 2009, DINIZ, 2012). Além disso, devido a sua classificação no grupo sucessional a macaúba pode se tornar uma alternativa para a recuperação de áreas degradadas através do reflorestamento seja para fins produtivos visando à produção de óleo ou para obter maior eficiência na ciclagem de nutrientes, com potencial de recuperação de áreas degradadas.

A dinâmica de decomposição de resíduos vegetais depende da composição química e de fatores bióticos e abióticos que influenciam a atividade microbiana do solo, responsável por grande parte do processo de ciclagem de nutrientes (ESPINDOLA et al., 2006; CARVALHO et al., 2008; 2012). A manutenção dos resíduos vegetais na superfície do solo contribui também para a maior retenção de água e sua proteção contra erosão, que são impactos positivos relevantes do uso dessas espécies como cobertura vegetal. No entanto, existem poucas informações a respeito do comportamento da decomposição de plantas perenes e sobre a consequente liberação de nutrientes em regiões de clima tropical úmido.

A sazonalidade do regime de chuvas proporciona mudanças na altura do lençol freático e essa variação afeta os processos bióticos do solo, influenciando a taxa de decomposição dos materiais vegetais depositados na superfície, a ciclagem de nutrientes e o acúmulo de carbono no solo (MEIRELLES et al., 2007).

Assim, deve-se ressaltar a importância de considerar algumas características da planta como espécie vegetal (p. ex. leguminosa ou gramínea), ciclo (p. ex. anual ou perene), concentração de nutrientes e idade ou estágio vegetativo no processo de decomposição e liberação de nutrientes. Em espécies perenes, o processo de decomposição inicia na própria árvore e prossegue com sua senescência e morte, quando se desprende, cai, formando a serapilheira, a qual resultará na matéria orgânica do solo (SANCHES et al., 2009; MACHADO et al., 2012).

Este trabalho teve por objetivo determinar a liberação de macronutrientes durante o processo de decomposição de resíduos vegetais de macaúba (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart.) em duas áreas sob condições de lençol freático alto e baixo.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo iniciado em novembro de 2010 foi realizado na fazenda Santa Fé, município de São Gabriel – GO, localizado nas coordenadas: Norte: S 07°07'00" e 73°40'20"; Leste: S 09°08'40" e 72°40'00"; Sul: S 15°20'53" e 73°12'40"; Oeste: S 07°32'40" e 47°34'63". O clima predominante corresponde ao tropical estacional de savana do tipo Aw, conforme classificação de Köppen, com temperatura média anual entre 18 e 28,5° C. O solo é Gleissolo, textura média, fase mata de galeria não inundável em relevo suave ondulado (EMBRAPA, 2006). A análise química na camada de 0 a 5 cm e em dezembro de 2010 forneceu os seguintes resultados: pH (em água) = 5,10; pH (em KCl) = 3,96; matéria orgânica = 29,9 g kg⁻¹; P (Mehlich-1) = 2,32 mg dm⁻³; Al = 1,31 cm⁻³; Ca = 2,27 cm⁻³; Mg = 1,41 cm⁻³; H+Al = 7,9 cm⁻³; Cu = 0,93 mg L⁻¹; Fe = 257 mg L⁻¹; Mn = 44 mg L⁻¹; Zn = 0,4 mg L⁻¹; K = 72 mg L⁻¹. Na camada de 5 a 10 cm, a análise química deste experimento mostrou os seguintes resultados: pH (em água) = 5,25; pH (em KCl) = 4,15; matéria orgânica = 3,35 %; P (Mehlich-1) = 2,93 mg dm⁻³; Al = 0,96 cm⁻³; Ca = 2,62 cm⁻³; Mg = 1,13 cm⁻³; H+Al = 6,8 cm⁻³; Cu = 0,60 mg L⁻¹; Fe = 182 mg L⁻¹; Mn = 48 mg L⁻¹; Zn = 0,6 mg L⁻¹; K = 142,5 mg L⁻¹. Segundo DINIZ (2012), o solo do experimento, na camada de 0 a 20 cm apresentou 327 g kg⁻¹ de argila, 250 g kg⁻¹ de silte e 423 g kg⁻¹ de areia.

Para se determinar a altura do lençol freático foram realizadas perfurações com trado de amostra indeformada no solo até a profundidade de 3 metros em todos os pontos de localização do experimento em cada uma das coletas. A verificação da profundidade da água subterrânea foi feita por meio de uma régua graduada (trena) que possui um sensor em sua extremidade, medindo-se desde a superfície do solo até o início da lâmina d'água para indicar as suas variações. A área cujas palmeiras de macaúba ficavam mais próximas dos mananciais hídricos e que atingiu 1,25 metros de profundidade na época seca foi identificada como a condição de lençol freático alto. As macaubeiras que se situavam mais distantes dos cursos d'água, cujo lençol freático atingiu 3,0 metros de profundidade até a época seca foi identificada como lençol freático baixo.

O delineamento experimental aplicado foi o de blocos ao acaso, totalizando quatro blocos e medidas repetidas no tempo equivalentes às 12 avaliações de taxas de decomposição e macronutrientes remanescentes. Os *litter bags* foram sacolas de tela de nylon de malha de 2 mm, de 20 x 20 cm, contendo 20 gramas do material vegetal cortado e seco em estufa a 65°C durante 72 horas. Essas sacolas foram retiradas do campo com 30, 60, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 360, 390, 420 dias após a colocação no campo em dezembro de 2010. Durante cada avaliação foram retiradas três *litter bags* por bloco, tanto na condição do lençol freático alto quanto do baixo. Em cada uma das coletas, o material remanescente dentro das sacolas foi pesado e, em seguida colocado em estufa a 65 °C por 72 horas para se obter o peso de material seco remanescente. Após a secagem, por um período mínimo de 8 horas, o material seco foi queimado em mufla a 600 °C para a obtenção do conteúdo inorgânico final das espécies vegetais. Para a determinação da taxa de decomposição dos resíduos vegetais de macaúba aplicou-se a metodologia de CARVALHO et al. (2008).

O nitrogênio no material vegetal foi determinado por digestão com ácido sulfúrico e analisado de acordo com o método semi-micro Kjeldahl. Os demais nutrientes foram extraídos por meio de digestão com ácido perclórico e peróxido de hidrogênio durante uma hora, aquecido a 350 °C em bloco digestor e analisado por espectrofotometria de emissão de plasma (SILVA, 1999).

O processo de decomposição dos resíduos vegetais nas duas condições de altura do lençol freático (alto e baixo) foi dividido com base na distribuição de chuvas no bioma Cerrado, sendo que a Fase I correspondeu ao período de chuvas (entre dezembro de 2010 e maio de 2011), com 180 dias após a colocação de *litter bags* na área, a Fase II correspondeu à estação seca de 2011 (entre maio de 2011 e novembro de 2011), de 180 a 300 dias após colocação dos *litter bags* e a Fase III foi correspondente à estação chuvosa (entre novembro de 2011 e janeiro de 2012), com 300 a 420 dias após a colocação dos *litter bags* no campo. Os dados foram transformados em taxas de resíduos remanescentes, que corresponde à quantidade de material que permaneceu no solo depois da decomposição, ou seja, a diferença de 100% com o índice de decomposição de cada avaliação. Nas fases I e III aplicou-se o modelo matemático de decaimento exponencial de primeira ordem, com dois parâmetros: $y = a \exp^{-bx}$, onde y = % remanescente de resíduos, x = tempo de permanência das amostras no campo em dias, a = valor de y quando x igual a zero, b = constante de decaimento e para a fase 2, o modelo de regressão linear de primeira

ordem. As análises foram realizadas individualmente para cada um dos dados referentes ao lençol alto e baixo. Os dados foram submetidos à análise de regressão com o uso do software Sigma Plot 10.0 (Systat Software, Inc., San Jose, California, USA).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O decaimento dos resíduos vegetais de macaúba na condição de lençol freático alto (LA) na Fase I foi mais elevado do que nas Fases II e III, sendo que, aos 180 dias após a colocação dos *litter bags* no campo observou-se uma taxa de decomposição de aproximadamente 59% (Figura 1). Na Fase II foram verificadas as menores taxas de decomposição dos resíduos vegetais de macaúba, conforme a equação linear, com um decaimento de aproximadamente 4%. No período de menor precipitação pluviométrica, a decomposição dos resíduos vegetais de macaúba foi muito baixa, mantendo-se praticamente estável na estação seca. Na Fase III, início do período chuvoso, observou-se a retomada da decomposição dos resíduos vegetais, chegando a 21% no fim do período de avaliação (420 dias após colocação dos *litter bags*).

A decomposição dos resíduos vegetais de macaúba para a condição do lençol baixo foi semelhante à do lençol alto. Entretanto, observa-se na Fase I, conforme as equações exponenciais, que a taxa de decomposição de macaúba aos 180 dias sob condição de lençol alto foi aproximadamente 10% maior do que no lençol baixo. Essa diminuição do resíduo de macaúba está altamente correlacionada com a precipitação pluviométrica acumulada ($p < 0,01$), atuando como um fator regulador do processo de decomposição.

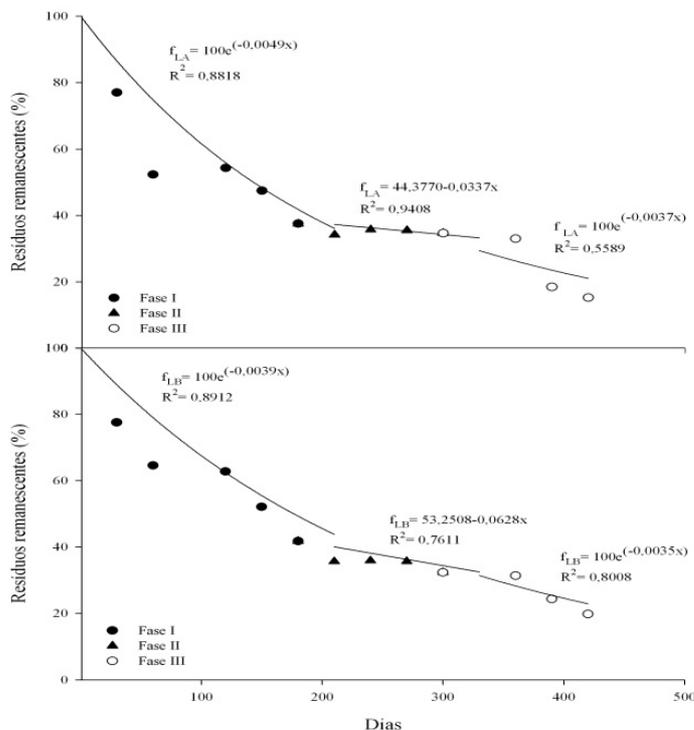


Figura 1. Processo de decomposição de resíduos vegetais de uma população natural de macaúba, em áreas com lençol freático alto (LA) e baixo (LB) e em três Fases: Fase I (estação chuvosa 2010/2011), Fase II (estação seca 2011) e Fase III (estação chuvosa 2011/2012), São Gabriel-GO, 2010-2012.

Figure 1. Residue decomposition process from natural populations of *Acronomia aculeate* located in areas with high and low water table and evaluated during three phases: Phase I (rainy season 2010/2011), Phase II (dry season 2011), Phase III (rainy season 2011/2012), São Gabriel-GO, 2010-2012.

A estabilidade verificada no processo de decomposição dos resíduos vegetais de macaúba dos 180 aos 300 dias ocorreu nos meses em que o lençol freático se manteve mais baixo, nas duas condições de umidade (Figuras 1 e 2). Essa é uma característica climática do bioma Cerrado, com a estação seca bastante severa, quando a ação de microrganismos é limitada pelo estresse hídrico, praticamente paralisando o processo de decomposição. A distribuição das chuvas e a umidade do solo são fatores que influenciam a biomassa microbiana (GAMA-RODRIGUES et al., 2005), o que também deve ter contribuído para esse comportamento diferenciado da dinâmica de decomposição de resíduos vegetais de macaúba nas estações seca e chuvosa.

Os resíduos vegetais depositados no solo (serapilheira) e o consequente processo de decomposição desse material representam fonte de matéria orgânica para o solo e de nutrientes para as plantas. A qualidade do resíduo vegetal quanto aos teores de macronutrientes pode representar uma das variáveis responsáveis pela regulação do processo de decomposição (TORRES et al., 2008).

Os teores de P e S foram significativamente ($P < 0,05$) mais elevados sob condição de lençol freático baixo, enquanto o teor médio de Ca foi maior sob condição de lençol freático alto (Figura 3). BOER et. al. (2007) ao avaliarem o acúmulo e a liberação de nutrientes de resíduos de plantas de cobertura verificaram que o milho e o capim-pé-de-galinha acumularam quantidades maiores de P e S que o amaranto, devido à ocorrência de elevadas precipitações durante o período de cultivo dessas culturas. Quanto ao P, a maior parte de seu conteúdo encontra-se no interior do vacúolo, na forma mineral, que tem alta capacidade de se solubilizar em água (MARSCHNER, 2012).

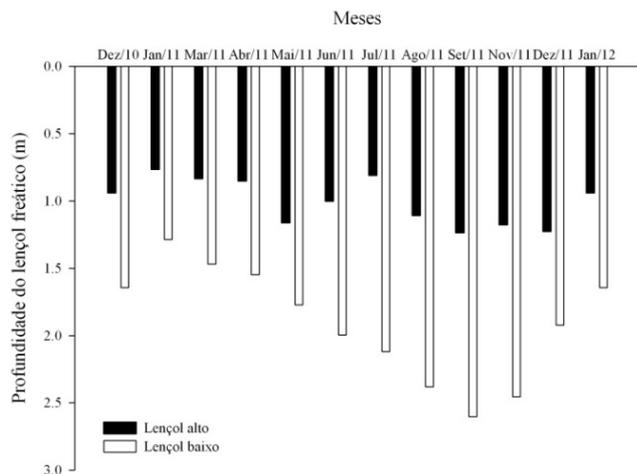


Figura 2. Profundidade de lençol freático (metros) na área de ocorrência de uma população natural de macaúba, Fazenda Santa Fé município de São Gabriel-GO, 2011.

Figure 2. Depth to the water table (meters) in the area of natural populations of *Acrornia aculeata* in the

Observou-se uma redução gradual na quantidade de N dos resíduos remanescentes de macaúba, pois, nas duas condições do lençol freático (alto e baixo) o modelo exponencial foi ajustado com r^2 superior a 90%. A liberação do nitrogênio dos resíduos remanescentes foi mais intensa no início do processo e manteve-se estável no período da seca, de maio a setembro de 2011, acompanhando o modelo de decomposição do material vegetal de macaúba.

A cinética de liberação de P dos resíduos de macaúba foi mais intensa no início do processo de decomposição e se estabilizou no período de seca plena em ambas as condições da altura do lençol freático. Considerando que esse período inicial de maior decomposição corresponde aos primeiros 60 dias após a colocação dos *litter bags* no campo, a precipitação acumulada atingiu cerca de 330 mm (Figura 1). O P liberado rapidamente no estágio inicial de decomposição dos resíduos vegetais pode estar associado à perda de frações desses nutrientes solúveis em água (AITA & GIACOMINI, 2003).

O K foi o nutriente liberado mais rapidamente na condição de lençol freático alto. A rápida liberação inicial de potássio decorre do fato de que esse elemento não está associado a nenhum componente estrutural do tecido vegetal (MARSCHNER, 2012). Assim, à medida que a parte aérea das plantas inicia o processo de decomposição, após o rompimento das membranas plasmáticas (Malavolta, 2006), a concentração desse nutriente, no tecido, diminui drasticamente, o que é intensificado pela água das chuvas. O comportamento do potássio na condição de lençol freático mais baixo foi diferenciado do lençol freático elevado, como é observado pelos respectivos coeficientes angulares que são diferentes nas duas equações. Esse resultado pode ser devido à localização das macaubeiras que estão mais distantes dos cursos d'água, portanto, possui baixa umidade na superfície, proporcionando uma decomposição mais lenta ao material vegetal de macaúba em contato com o solo.

COSTA et al. (2005) em um estudo sobre decomposição e liberação de nutrientes da serrapilheira foliar de *Eucalyptus grandis*, observaram acumulação de N e P, divergindo do presente estudo, em que há liberação de maneira gradual desses dois nutrientes ao solo. Em relação ao K, esses autores identificaram uma liberação rápida, ou seja, em torno de 50% até os 116 dias. Após esse período, o K remanescente manteve-se constante até o final do processo de decomposição. Essa rápida liberação inicial de potássio é atestada pelo fato de que esse nutriente não está associado a nenhum componente estrutural do tecido vegetal (MARSCHNER, 2012).

A disponibilização do cálcio ao solo é gradativo e significativo ($P < 0,05$) nas duas condições do lençol freático. GAMA- RODRIGUES E BARROS (2002) em povoamentos de eucalipto relataram liberação de Ca em torno de 26%,

enquanto GUO E SIMS (1999) evidenciaram um acúmulo de Ca ao final de 12 meses de decomposição nos resíduos vegetais de eucalipto.

O Mg apresentou comportamento semelhante no decorrer do processo de decomposição, sob diferentes condições do lençol (alto e baixo). A liberação desse nutriente foi mais lenta quando comparada com o decaimento do cálcio. A liberação de N, P, Ca e Mg em um estudo com plantas de cobertura, foi associada positivamente à taxa de decomposição dos resíduos vegetais (GAMA-RODRIGUES et al., 2007).

O enxofre foi o nutriente que se manteve mais estável durante a decomposição dos resíduos vegetais nas duas alturas do lençol freático. Estes resultados são contrastantes aos de SORATTO ET al. (2012) em uma pesquisa sobre decomposição e ciclagem de nutrientes de resíduos vegetais de crotalária e milho.

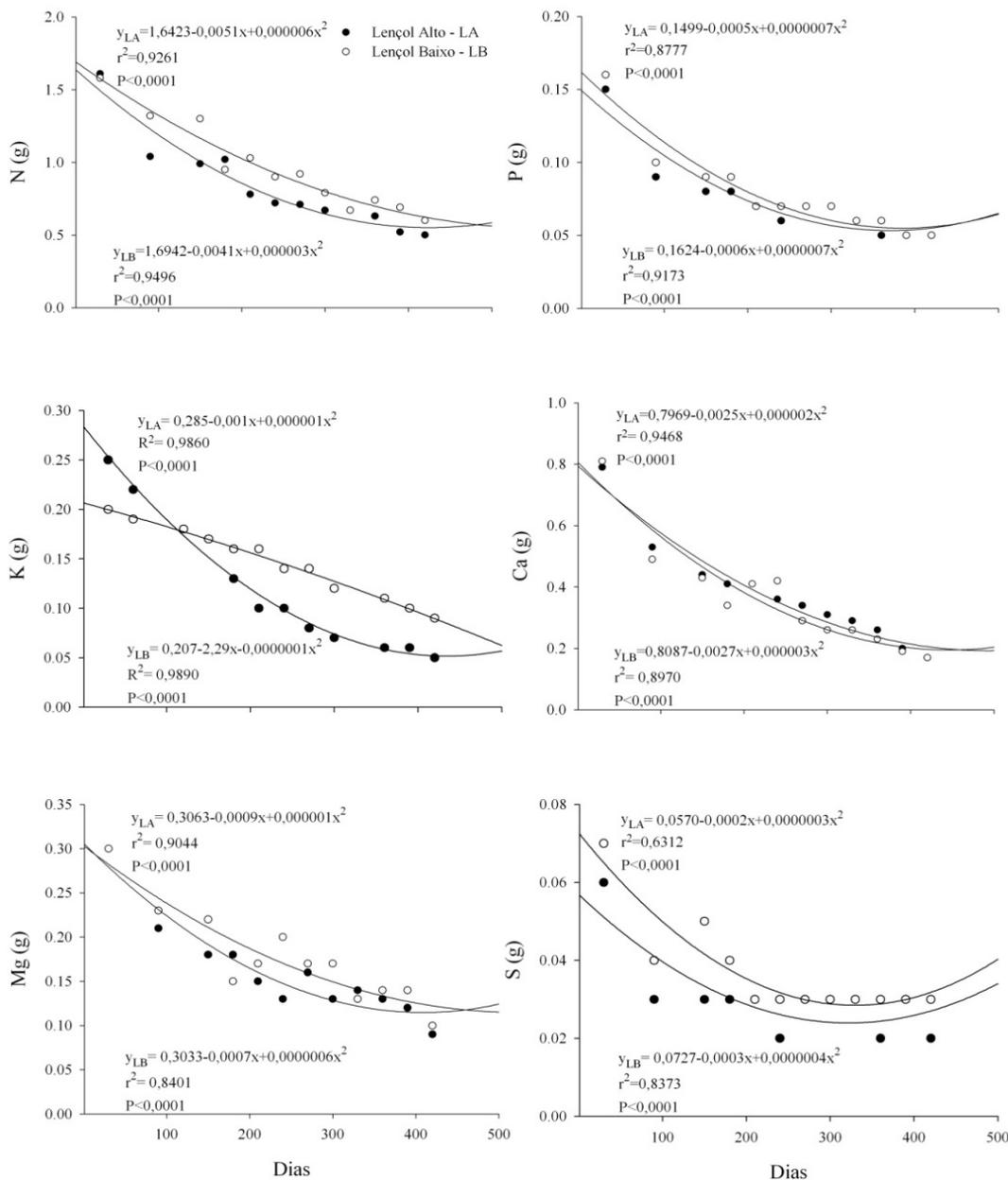


Figura 3. Quantidade de nutrientes em resíduos remanescentes de macaúba em função do tempo.

Figure 3. Release of nutrients from residues of *Acronomia aculeate* (macaúba) along time.

CONCLUSÃO

A liberação de nutrientes dos resíduos vegetais de macaúba acompanhou o comportamento da dinâmica de decomposição, mostrando-se maior no início do processo e estabilizada na época da seca. Este trabalho destaca a importância de se considerar a contribuição de palmeiras macaúba para disponibilização e ciclagem de nutrientes e proteção do solo, principalmente, em áreas mais suscetíveis à degradação, como as mais próximas aos cursos d'água no Cerrado.

REFERÊNCIAS

- AITA, C.; GIACOMINI, S. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n.4, p.601-612, ago. 2003.
- BOER, C. A.; ASSIS, R. A.; SILVA, G. P.; BRAZ, A. J. B. P.; BARROSO, A. L. L.; FILHO, A. C.; PIRES, F. R.; Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.09, p. 1269-1276, set. 2007.
- CARVALHO, A. M.; 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**, Viçosa, v.32, n° spe, p.2831-2838, dez. 2008.
- 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**, Australian, v.63, n.3, p.1075-1081, fev. 2012.
- COSTA, G. S.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; CUNHA, G. M. Decomposição e liberação de nutrientes da serapilheira foliar em povoamentos de *Eucalyptus grandis* no norte fluminense. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.4, p.563-570, abr. 2005.
- DINIZ, L. T. **Variação Espaço-temporal de atributos de qualidade do solo sob macaubeiras nativas no Cerrado**. 2012. 112p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2012.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.
- ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L.; TEIXEIRA, M. G.; URQUIAGA, S. Decomposição e liberação de nutrientes acumulados em leguminosas herbáceas perenes consorciadas com bananeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.30, n.2, p.321-328, abr. 2006.
- GAMA-RODRIGUES, A.C.; BARROS, N.F. Ciclagem de nutrientes em floresta natural e em plantios de eucalipto e de dandá no sudeste da Bahia, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.2, p.193-207, mar.2002.
- GAMA-RODRIGUES, E. F.; BARROS, N. F.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; SANTOS, G. A. Nitrogênio, carbono e atividade da biomassa microbiana do solo em plantações de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Rio de Janeiro, v.29, n.6, p.893-901, dez. 2005.
- 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**, Rio de Janeiro, v.31, n.6, p.1421-1428, dez. 2007.
- GUO, L.B.; SIMS, R. E. H. Litter decomposition and nutrient release via litter decomposition in the New Zealand eucalypt short rotation forests. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, New Zealand, v.75, n.3, p.133-140, ago.1999.
- MACHADO, F. A.; BEZERRA NETO, E.; NASCIMENTO, M. P. S. C. B.; SILVA, L. M.; BARRETO, L. P.; NASCIMENTO, H. T. S.; LEAL, J. A. Produção e qualidade da serrapilheira de três leguminosas arbóreas nativas do Nordeste do Brasil. **Arquivos de Zootecnia**, Espanha, v.61, n.235 p.323-334, jan. 2012.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Ceres, 2006.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. Amsterdam: Elsevier, 2012.
- MEIRELES, M. L. et al. Fluxo de CO₂ em um Campo Limpo Úmido do Cerrado. In: Congresso de Ecologia do Brasil, 8., 2007, Caxambu. **Anais...** Caxambu: Universidade de Brasília, Departamento de Botânica, 2007. p.651.
- SANCHES, L.; VALENTINI, C. M. A.; BIUDES, M. S.; NOGUEIRA, J. S. Dinâmica sazonal da produção e decomposição de serrapilheira em floresta tropical de transição. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.13, n.2, p.183-189, jan. 2009.
- SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos; Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 1999.
- SORATTO, R. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; COSTA, C. H. M.; NET, J. F.; CASTRO, G. S. A. Produção, decomposição e ciclagem de nutrientes em resíduos de crotalaria e milheto, cultivados solteiros e consorciados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47, n.10, p.1462-1470, out. 2012.
- TELES, H. F. **Caracterização de ambientes com ocorrência natural de *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. Ex Mart. e suas populações nas regiões centro e sul do estado de Goiás**. 2009. 137 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2009.
- TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; FABIAN, A. J. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n.3, p. 421-428, mar. 2008.