

## DECOMPOSIÇÃO E CICLAGEM DE NITROGÊNIO NO CONSÓRCIO ENTRE CAFÉ E BRACHIARIA NO CERRADO<sup>1</sup>

Adriano Dicesar Martins de Araujo Gonçalves<sup>2</sup>; Arminda Moreira de Carvalho<sup>3</sup>; Adriano Delly Veiga<sup>4</sup>; Omar Cruz Rocha<sup>5</sup>;

1 Trabalho financiado pelo Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café – Consórcio Pesquisa Café

2 Bolsista Consórcio Pesquisa Café, DSc, [adrianodgonca@gmail.com](mailto:adrianodgonca@gmail.com)

3 Pesquisador, DSc, Embrapa Cerrados, Brasília-DF, [arminda.carvalho@embrapa.br](mailto:arminda.carvalho@embrapa.br)

4 Pesquisador, DSc, Embrapa Cerrados, Brasília-DF, [adriano.veiga@embrapa.br](mailto:adriano.veiga@embrapa.br)

5 Pesquisador, DSc, Embrapa Cerrados, Brasília-DF, [omar.rocha@embrapa.br](mailto:omar.rocha@embrapa.br)

**RESUMO:** O nitrogênio (N) é o nutriente exigido em maior quantidade pelo cafeeiro e o segundo mais exportado pelos grãos. O uso do consórcio entre o cafeeiro e a braquiária é cada vez mais usado pelos cafeicultores, o conhecimento sobre a taxa de decomposição e a ciclagem de nutrientes dos adubos verdes possibilita uma maior absorção pelo cafeeiro. A taxa de decomposição e mineralização de nitrogênio variam com a espécie de adubo verde utilizado e com os fatores ambientais. O trabalho teve como objetivo avaliar a mineralização de nitrogênio da *Brachiaria decumbens* em cafeeiros sobmetidos a 3 regimes hídricos. Utilizando Para a decomposição foram utilizados litter bags (sacos de tela de nylon, com malha de 2 mm), cada um com 20x20 cm, e contendo 20 g de braquiária seca em estufa a 65°C por 72 horas. Os litter bags foram distribuídos randomicamente nos blocos, cobertos por uma camada de resíduos de braquiária. As retiradas de campo foram feitas nos seguintes períodos: 30, 65, 90, 120, 150, 180, 210, 250, 280 e, 340 dias. Foram retirados 2 litter bags por tratamento e por bloco em cada regime hídrico. Os tratamentos que receberam irrigação tiveram a cinética de decomposição mais acelerada. O uso da braquiária consorciada ao cafeeiro é uma alternativa viável de cultivo mais sustentável, por reciclar nutrientes que poderão ser utilizados nos próximos ciclos do cafeeiro, após sua decomposição e armazenamento no solo.

**PALAVRAS-CHAVE:** regime hídrico, ciclagem de nutrientes, *Brachiaria decumbens*.

### DECOMPOSITION AND NITROGEN CYCLING. IN INTERCROPPING COFFEE AND BRACHIARIA IN CERRADO

**ABSTRACT:** Nitrogen (N) is the nutrient most demanded by coffee trees and the second most exported by grains. The use of intercropping between coffee and brachiaria is increasingly used by coffee growers, knowledge about the decomposition rate and nutrient cycling of green manures enables greater absorption by coffee. Nitrogen decomposition and mineralization rates vary with the green manure species used and environmental factors. The objective of this work was to evaluate *Brachiaria decumbens* nitrogen mineralization in coffee trees subjected to 3 water regimes. Using For decomposition were used litter bags (nylon mesh bags, 2 mm mesh), each with 20x20 cm, and containing 20 g of oven-dried brachiaria at 65°C for 72 hours. The litter bags were randomly distributed in the blocks, covered by a layer of brachiaria residues. Field withdrawals were made in the following periods: 30, 65, 90, 120, 150, 180, 210, 250, 280 and, 340 days. Two litter bags were removed per treatment and per block in each water regime. The treatments that received irrigation had the fastest decomposition kinetics. The use of brachiaria intercropped with coffee is a viable alternative of more sustainable cultivation, because it recycles nutrients that can be used in the next coffee cycles, after its decomposition and storage in the soil.

**KEY WORDS:** Hydric Regime, nutrient cycling, *Brachiaria decumbens*.

### INTRODUÇÃO

O cafeeiro (*Coffea* sp.) pertence à família Rubiaceae e está amplamente distribuído e cultivado em regiões tropicais. Entre as espécies mais cultivadas, *Coffea arabica* e *Coffea canephora* são as mais importantes economicamente. O Brasil é o maior produtor e exportador mundial, com a produção na safra de 2018 de 61,7 milhões de sacas beneficiadas, sendo que 74% representado pelo café arábica. A área cultivada está em cerca de 2,3 milhões de hectares, sendo que 85% em produção e o restante ainda em formação (Conab, 2018). No Brasil, inicialmente, o cultivo de café arábica se desenvolveu nas regiões onde não ocorre deficiência hídrica nos períodos críticos da cultura. Porém, com a expansão da agricultura em áreas de solos de Cerrado, associadas à irrigação, este cultivo tem se estendido para outras áreas, como Triângulo Mineiro, Goiás e Oeste da Bahia.

O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro, superado apenas pela Amazônia. Ocupa 21% do território nacional é considerado por Borlaug (2002) a última fronteira agrícola do país (Klink & Machado, 2005). O clima da região é estacional, com uma estação seca, que dura de abril a setembro, e outra chuvosa, estendida de outubro a março. As

médias anuais de precipitação ficam em torno de 1500 mm e as temperaturas médias variam de 22 a 27 °C (Klink & Machado, 2005).

O Cerrado tem se mostrado bastante propício à cultura do café arábica, especialmente quando utilizadas tecnologias como irrigação e tratos culturais mecanizados (Fernandes et al., 2012).

O cultivo do café foi viabilizado no Cerrado em função das características edafoclimáticas e uso de irrigação, entretanto, a produtividade da cultura ainda é baixa. Essa baixa produtividade é consequência, principalmente do manejo inadequado que resulta em degradação contínua da fertilidade do solo. O uso de plantas de cobertura, como a braquiária (*Brachiaria decumbens*), é uma alternativa viável para cobertura do solo, para disponibilidade de nutrientes para o cafeeiro, com a decomposição da planta de cobertura, assim aumentando a fertilidade e do carbono orgânico do solo.

O aumento da eficiência de retenção de umidade do solo também é uma condição essencial tanto no café de sequeiro quanto irrigado, sendo um dos principais benefícios do uso de plantas de cobertura (Rocha et al. 2014).

O consórcio entre plantas é um sistema de produção utilizado cada vez mais na cafeicultura, em que a planta comumente consorciada com o cafeeiro é a braquiária. No sistema consorciado, alguns produtores adubam somente o cafeeiro, enquanto outros optam pela adubação do sistema, pela aplicação a longo prazo tanto no cafeeiro quanto na planta de cobertura. A gramínea é, periodicamente, roçada e distribuída sob a copa da planta, onde se dará a degradação, decomposição e a mineralização dos nutrientes presentes na biomassa. No entanto, na literatura há poucas informações a respeito da decomposição da braquiária e a liberação dos nutrientes, aspecto importante para orientar o manejo da planta de cobertura.

O N é um dos nutrientes que limita a produção cafeeira, devido à sua importância na formação da clorofila, de proteínas e da rubisco, enzima responsável pela assimilação do carbono. No solo, mais de 90% do N encontra-se na forma orgânica, presente em diferentes moléculas, com vários graus de recalcitrância ou como parte de organismos vivos, liberado durante a mineralização como N inorgânico (NO<sub>3</sub><sup>-</sup> e NH<sub>4</sub><sup>+</sup>). Esse processo é uma das principais fontes de N das culturas (Cantarella, 2007).

A dinâmica de decomposição de resíduos vegetais depende da composição química, principalmente, em relação aos teores de nitrogênio e lignina, além da relação entre esses dois componentes (lignina: N), de fatores bióticos e abióticos que influenciam a atividade microbiana do solo e do processo de decomposição dos resíduos e ciclagem de nutrientes.

A dinâmica de decomposição de resíduos vegetais depende da composição química (carboidratos estruturais) e da relação C/N (Oliveira et al., 2002). Zhang et al. (2008) concordam que a relação C/N e o total de nutrientes contido na biomassa remanescente são os controladores do processo de decomposição da palha em escala global, e respondem por 39 e 31% das previsões de decomposição com modelos de simulações, respectivamente, a mineralização varia com o tipo de solo (Kliemann et al., 2006), com o teor de matéria orgânica (Janson & Person, 1982), com o pH, com a temperatura, umidade (Dourado-Neto et al., 1999) e da aeração (Souza et al., 2005).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a decomposição da braquiária e da mineralização do nitrogênio da braquiária *decumbens* em cafeeiros submetidos à três regimes hídricos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em área de cultivo de consórcio café com braquiária no campo experimental da Embrapa Cerrados. A Região encontra-se inserida no bioma Cerrado e apresenta, segundo a classificação Köppen, clima do tipo CWh1 com precipitação média anual de 1.460 mm e temperatura média de 21,3°C. A área experimental está sob um Latossolo Vermelho Distrófico de textura argilosa.

De janeiro de 2000 a dezembro de 2007 a área foi conduzida com *Brachiaria decumbens* (sinonímia *B. decumbens*) sem pastejo. Os cafeeiros (*Coffea arabica* L.), cultivar Catuaí vermelho IAC 144, foram plantados em dezembro de 2007 no espaçamento de 3,50 por 0,70m, em dois regimes hídricos (RH): Irrigado (I), com aplicação de estresse hídrico para uniformização da floração (Guerra et al., 2007) e sequeiro (S). Foram também adotados dois sistemas de manejo das entrelinhas (SM) dos cafeeiros: com braquiária (B) e tradicional, com ruas descobertas (T). nas ruas com braquiária tradicional deve o uso de calagem. O ensaio foi delineado em blocos ao acaso em esquema fatorial 3 x 2, sendo três regimes hídricos (RH) e dois sistemas de manejo das entrelinhas (SM), em 3 repetições, sendo a parcela experimental constituída por nove plantas, das quais cinco centrais foram consideradas úteis e as demais bordadura.

O manejo da braquiária resumiu-se a roçagens ocorridas quando a planta atingia uma altura média de 0,60 m, permanecendo os restos culturais na área. No tratamento tradicional o solo foi mantido livre de plantas invasoras com o auxílio de capinas manuais, permanecendo também os restos culturais nas respectivas parcelas. No regime hídrico irrigado os cafeeiros foram plantados sob um sistema mecanizado de aspersão do tipo pivô central. O critério de manejo de irrigação fundamentou-se no monitoramento do conteúdo de água do solo, sendo que o momento de irrigação ocorria sempre que a umidade na profundidade de 0,10 m correspondia ao consumo de 50% da água disponível (Rocha et al., 2008).

O estudo iniciou-se em abril de 2016 e as avaliações de campo foram feitas até fevereiro de 2017. Foi aplicado o delineamento experimental de blocos ao acaso com medidas repetidas no tempo, com três blocos.

A determinação das taxas de decomposição, período de meia vida e período de ciclagem foi adaptada de Carvalho (2011). Utilizou-se o método dos litter bags (sacos de tela de nylon, com malha de 2 mm), cada um com 20x20 cm, e

contendo 20 g de braquiária seca em estufa a 65°C por 72 horas. Os litter bags foram distribuídos randomicamente nos blocos, cobertos por uma camada de resíduos de braquiária. As retiradas de campo foram feitas periodicamente, porém sem seguir intervalos exatos devido a dificuldades logísticas, sendo os períodos de retiradas os seguintes: 30, 65, 90, 120, 150, 180, 210, 250, 280 e, 340 dias. Foram retirados 2 litter bags por tratamento e por bloco em cada regime hídrico.

Em cada coleta, foi eliminado o máximo possível de resíduos de solo e raízes de outras plantas que penetraram nos litter bags, em seguida o material remanescente foi colocado em estufa a 65°C por 72 horas, com nova pesagem após esse período para obtenção da massa de material seco remanescente. Após a pesagem, parte do material foi separada para as análises bromatológicas e de N-total, micronutrientes e micronutrientes outra parte para determinação de taxa de decomposição, segundo Santos & Whitford (1981).

Baseando-se nos dados da porcentagem de decomposição, obteve-se quantidade de resíduos de palhada remanescentes no solo pela diferença entre a quantidade total inicial de resíduos (100%) e os índices de decomposição apresentados nos tratamentos. Os dados obtidos foram ajustados ao modelo exponencial, com a taxa de resíduos remanescentes em função do tempo ( $TR=100.e^{-k(t)}$ ), da qual se extraiu a constante (k) para o cálculo de meia vida ( $t_{1/2}=\frac{\ln(2)}{k}$ ) e tempo de reciclagem ( $t_r=1/k$ ) do material vegetal.

A determinação de matéria seca foi feita pela secagem em estufa a 105°C, e a determinação dos teores orgânicos e inorgânicos foram feitos pela queima das amostras em mufla a 600°C por oito horas. As diferenças entre as pesagens antes da secagem, depois da secagem, e depois da queima em mufla darão os valores de matéria seca, matéria orgânica, e matéria inorgânica.

A determinação de nitrogênio total nas amostras foi feita pelo método Kjeldahl. De acordo com Fontana (2012). Após a titulação os dados coletados foram usados nas seguintes equações, adaptadas de Galvani & Gaertner (2006):

Os valores obtidos de N-total foram transformados em porcentagem relativa ao peso e teor do nutriente do início da decomposição.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tempo de meia vida ( $t_{1/2}$ ) é aquele necessário para decompor 50% da palhada das plantas de cobertura. Quanto maior a constante de decomposição (k), menor será o tempo necessário para que metade do resíduo esteja decomposto ( $t_{1/2}$ ), o que implica em menor tempo de permanência do resíduo e, portanto, libera mais rapidamente os nutrientes (Thomas; Asakawa, 1993). As constantes de decomposição (k) e o  $t_{1/2}$  para cada tratamento estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Tempo de meia vida e tempo de ciclagem

Tratamento	Floração(K)	$t_{1/2}$ vida (dias)	Tempo de reciclagem (dias)
RH5C1	0,005	138,63	200
RH3C1	0,008	86,64	125
RH2C1	0,008	86,64	125

Os tratamentos que receberam irrigação tiveram a decomposição mais rápida com tempo de meia vida variando de 86,64 dias, já o tratamento de sequeiro a meia vida foi de 138,63 dias. Torres et al. (2005) observaram, avaliando o tempo de meia-vida ( $t_{1/2}$ ) para decomposição de resíduos vegetais, que metade dos resíduos vegetais provenientes da área de pousio e da área de braquiária, havia se decomposto, respectivamente, aos 65 e aos 52 dias. De acordo com os autores, este baixo tempo de meia-vida se deveu à baixa relação C/N desses materiais.

Torres et al. (2008) obtiveram ( $t_{1/2}$  vida) de 115, 137, 78 e 143 dias para milho, crotalária, braquiária e pousio em experimento avaliando a produção de fitomassa seca, a taxa de decomposição e a liberação dos nutrientes dos resíduos vegetais de plantas de cobertura de solo, por dois anos consecutivos no Cerrado, Após a dessecação, foram cultivados milho e soja sobre as plantas de cobertura, estes resultados foram diretamente influenciados pela relação C/N da planta.

De acordo com Calonego et al., (2012), o processo de decomposição dos resíduos e a liberação do nitrogênio ocorre em duas fases, sendo a primeira com a decomposição rápida dos componentes estruturais da planta, que facilmente se decompõe, e possui baixa relação C:N; e a segunda fase é a decomposição lenta de materiais mais resistentes, que possuem relação C:N maior. A decomposição é um processo importante, podendo restituir quantidades consideráveis de nutrientes aos cultivos, uma vez que essas plantas absorvem nutrientes das camadas subsuperficiais do solo e os liberam, posteriormente, na camada superficial pela decomposição dos seus resíduos. Assim, a decomposição de resíduos das culturas atua na ciclagem de nutrientes e o conhecimento de sua dinâmica é fundamental para a compreensão do processo (Aidar & Kluthcouski, 2003).

No período da irrigação os tratamentos que dispunham, apresentavam maior umidade no solo, assim acelerando a decomposição, no período chuvoso todos os tratamentos se aproximam (Figura 1). Nos tratamentos que receberam irrigação a decomposição foi semelhante.

A taxa de decomposição dos resíduos vegetais foi controlada pelas características qualitativas do material vegetal, como a relação C/N e o teor de lignina, variável com a época de corte da braquiária. A decomposição é um processo dinâmico em que ocorre, simultaneamente, a fragmentação das estruturas, a transformação química e a síntese de compostos. Esse

processo é regulado pelos organismos decompositores e varia com a qualidade do resíduo e fatores do ambiente (Heal, et al, 1997). Se os fatores ambientais permanecem constantes a decomposição dos tecidos vegetais é dependente, principalmente, da relação C/N, do teor de lignina, celulose e hemicelulose (Espindola et al., 2006).

A decomposição mais intensa na fase inicial é atribuída à perda de água e pela intensa oxidação química e bioquímica dos constituintes menos resistentes do resíduo como a hemicelulose, com redução significativa da biomassa (Pegado et al., 2008).

Para que a necessidade de N dos microrganismos decompositores seja atendida, sem que esses recorram ao N do solo, o resíduo deve ter aproximadamente 17 g kg<sup>-1</sup> de N, o que corresponderia a uma relação C/N próxima dos 25 a 30 (Silgram & Sherpher, 1999).

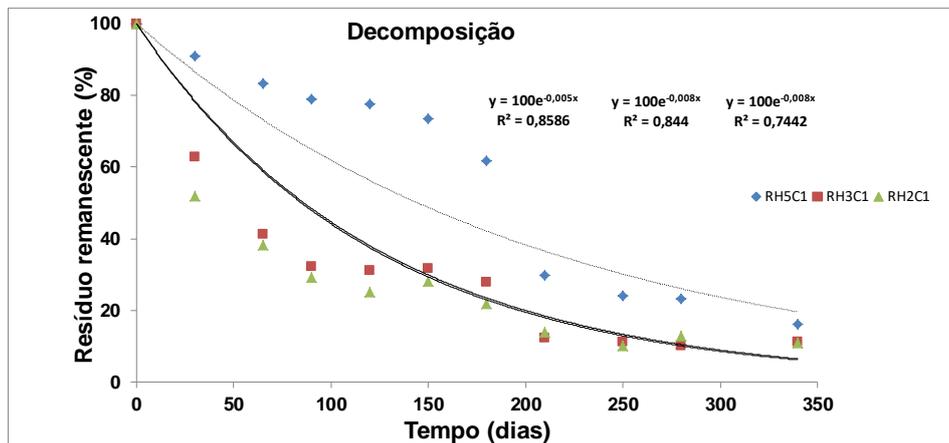


Figura 1: Cinética da decomposição da biomassa (%) de braquiária nos 3 regimes hídricos estudados.

O N total presente na braquiária decomposta teve maiores valores nos tratamentos que tiveram irrigação. No tratamento de sequeiro o resíduo apresentou valores menores que 1,7%, assim os microrganismos decompositores acabaram recorrendo ao N do solo (Figura 2).

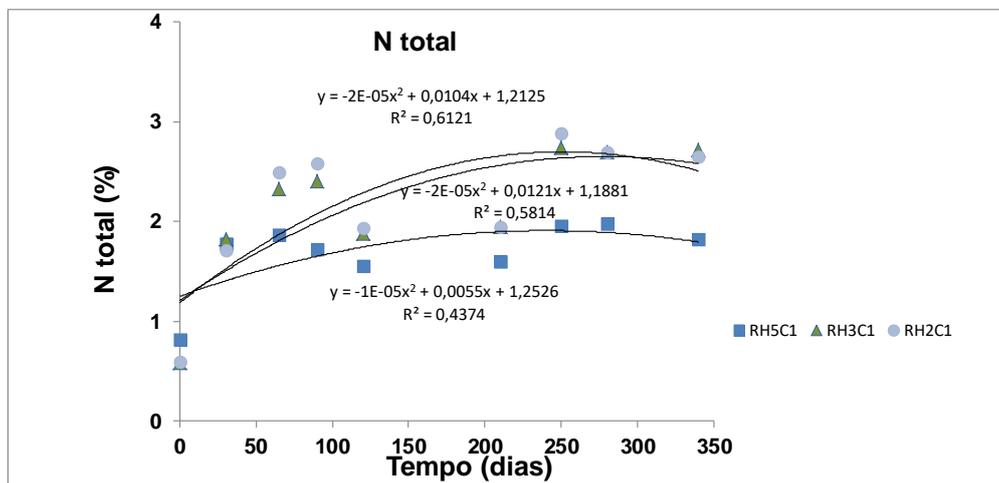


Figura 2 Cinética do nitrogênio total (%) dos resíduos de braquiária nos 3 regimes hídricos estudados.

Em estudo sobre a mineralização de adubos verdes na cafeicultura, foi observado que, durante o período de incubação dos resíduos de *Brachiaria decumbens*, o nitrogênio presente nos resíduos atingiu estado de equilíbrio com o solo, pois essa gramínea apresentava adequadas formas solúveis de carbono, relação C/N=28 e baixo teor de lignina, o que fez com que o equilíbrio, no processo de mineralização e imobilização de N no solo fosse atingido (Chacón et al., 2011).

O correto manejo da braquiária consorciada ao cafeeiro, protege o solo contra efeitos diretos do sol e da chuva e fornecer nutriente para o cafeeiro, sobretudo nitrogênio. Reforçando o uso de resíduos de braquiária sob a copa do cafeeiro é uma alternativa viável de cultivo mais sustentável, por reciclar nutrientes que poderão ser utilizados durante e nos próximos ciclos do cafeeiro, após sua decomposição e armazenamento no solo, como matéria orgânica com posterior remineralização.

## CONCLUSÕES

- 1 - Os tratamentos que receberam irrigação tiveram comportamentos semelhantes independentemente do manejo adotado.
- 2 - A irrigação acelerou a cinética de decomposição dos resíduos da braquiária nos tratamentos.
- 3 - Ao longo do tempo nos tratamentos que receberam irrigação o teor de nitrogênio aumenta, no sequeiro há variações.
- 4 - Os tratamentos que receberam irrigação apresentaram maiores teores de N total na braquiária.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J. Evolução das atividades lavoureiras e pecuária nos cerrados. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. (Ed.). Integração lavoura pecuária. Embrapa Arroz e Feijão, p.25-58, 2003.
- BORLAUG, N.E. 2002. Feeding a world of 10 billion people: the miracle ahead. In: R. Bailey (ed.). Global warming and other eco-myths. pp. 29-60. Competitive Enterprise Institute, Roseville, EUA.
- CALONEGO JC, GIL FC, ROCCO VF, SANTOS EA. Persistência e liberação de nutrientes da palha de milho, braquiária e labe-labe. Biosci J. 2012;28:770-81.
- CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). Fertilidade do Solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.551-594.
- CARVALHO, A.M.; SOUZA, L.L.P.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; ALVES, P.C.A.C.; VIVALDI, L.J. Cover plants with potential use for crop-livestock integrated systems in the Cerrado Region. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 46:200-1205, 2011.
- CHACÓN, E. A. V. et al. Decomposição de fontes orgânicas e mineralização de formas de nitrogênio e fósforo. Revista Ceres, Viçosa, v. 58, n. 3, p. 373- 383, maio/jun. 2011.
- DOURADO-NETO, D.; TIMM, L.C.; OLIVEIRA, J.C.M.; REICHARDT, K.; BACCHI, O.O.S.; TOMINAGA, T.T.; CÁSSARO, F.A.M. Statespace approach for the analysis of soil water content and temperature in a sugarcane crop. Scientia Agricola 56: 1215- 1221. 1999
- 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. R. Bras. Ci. Solo, 30:321-328, 2006.
- FERNANDES, A. L. T., PARTELLI, F. L., BONOMO, R., & GOLYNSKI, A. A.. A moderna cafeicultura dos cerrados brasileiros. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 42, n. 2, p. 231-240, 2012.
- GALVANI, F.; GAERTNER, E. Adequação da metodologia Kjeldahl para determinação de nitrogênio total e proteína bruta. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2006. 9p. (Circular Técnica, 63).
- GUERRA, A. F.; ROCHA, O. C.; RODRIGUES, G. C.; SANZONOWICZ, C.; FILHO, G. C. R.; TOLEDO, P. M. dos R. Sistema de produção de café irrigado: um novo enfoque. Item, ABID: Brasília, n. 63, p. 52-61, 2007
- HEAL, O.W., ANDERSON, J.M.; SWIFT, M.J. 1997. Plant litter quality and decomposition: An Historical Overview, p. 3-30. In: Cadisch, G.; Giller, K.E (Ed.) Driven by nature: Plant litter quality and decomposition. CAB International: Wallingford, UK
- JANSON, S. L.; PERSSON, J. Mineralization and imobilization of soil nitrogen. In: STEVENSON, F. J. (Ed.). Nitrogen in agricultural soils. Madison: American Society of American, 1982. p. 229- 252. (Agronomy, 22).
- KLIEMANN, H.J.; BRAZ, A.J.P.B.; SILVEIRA, P.M. Taxa de decomposição de resíduos de espécies de cobertura em Latossolo Vermelho Distroférico. Pesquisa Agropecuária Tropical, v.36, p.21-28, 2006.
- KLINK, C. A. & MACHADO, R.B. A conservação do Cerrado Brasileiro. Megadiversidade, Vol. 1, Julho 2005.
- OLIVEIRA, M. W.; TRIVELIN, P.C.O.; KINGSTON, G.; BARBOSA, M.H.P.; VITTI, A.C. Decomposition and release of nutrients from sugarcane trash in two agricultural environments in Brazil. In: AUSTRALIAN SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 24., Cairns, 2002. Proceedings. Cairns: D.M. Hogarth, 2002. p.40.
- PEGADO, C.M.A.; BARBOSA, L.J.N.; MENDES, J.E.M.F.; SOUTO, P.C; SOUTO, J.S. Decomposição superficial e subsuperficial de folhas de fava Phaseolus lunatus L. na região do Brejo da Paraíba, Brasil. Revista Caatinga, Mossoró, v. 21, n. 1, p. 218-223, 2008.
- ROCHA, O. C. et al. Water deficit in arabica coffee trees as affected by irrigation regimes in the cerrado region. In: International Conference on Coffee Science, 22., 2008, Campinas. Proceedings... Paris: ASIC, 2008. p. 1157-1160
- ROCHA, O. M.; GUERRA, A. F.; RAMOS, M. L. G.; OLIVEIRA, A. S.; BARTHOLO, G. F.; Qualidade físico-hídrica de um latossolo sob irrigação e braquiária em lavoura de café no Cerrado. Coffee Science, Lavras, v. 9, n. 4, p. 516 - 526 2014.
- SANTOS, P.F. & WHITFORD, W.G. The effects of microarthropods on litter decomposition in a Chihuahuan ecosystem. Ecology, 62:654-663, 1981
- SOUZA Z. M. de, PRADO R. M., PAIXÃO A. C. S., CESARIN L. G. Sistemas de colheita e manejo da palhada de cana-de-açúcar. Pesq.agropec. bras., Brasília, v.40, n.3, p.271-278, mar. 2005.
- THOMAS, R. J.; ASAKAWA, N. M. Decomposition of leaf litter from tropical forage grasses and legumes. Soil Biology and Biochemistry, Oxford, v. 23, n. 10, p. 1351-1361, 1993.

TORRES, J.L.R.; PEREIRA, M.G. Potassium dynamics in crop residues of cover plants in Cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, p.1609-1618, 2008

TORRES, J.L.R. et al. Cover crops residue decomposition and nitrogen release in a cerrado soil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.29, p.609-618, 2005.

ZHANG, D.; HUI, D.; LUO, Y.; ZHOU, G. Rates of litter decomposition in terrestrial ecosystems: global patterns and controlling factors. *Journal of Plant Ecology*, v.1, p.85-93, 2008.