

Desenvolvimento inicial de espécies exóticas e nativas e necessidade de calagem em área degradada do Cerrado no triângulo mineiro (Minas Gerais, Brasil)

Initial development of native and exotic species and lime requirement in degraded Cerrado areas of the mining triangle (Minas Gerais, Brazil)

Alcione Hermínia da Silva¹, Juliana Sousa Pereira² e Sílvio Carlos Rodrigues³

RESUMO

O processo de recuperação do solo de uma área degradada deve ter como princípio básico o retorno de condições mínimas para o estabelecimento e crescimento das plantas. O presente trabalho teve por objetivo avaliar o desenvolvimento e estabelecimento de algumas espécies arbóreas exóticas e nativas submetidas a diferentes doses de corretivo numa área degradada com intensos processos erosivos no município de Uberlândia - Minas Gerais. O período experimental foi conduzido de fevereiro a maio de 2009, numa área rural de cascalheira em avançado estado de degradação. Avaliaram-se oito espécies, quatro delas exóticas (*Acacia mangium*, *Gliricidia sepium*, *Mimosa artemisiana* e *Acacia auriculiforme*) e quatro nativas (Gonçalo Alves - *Astronium fraxinifolium*; Mutamba - *Guazuma ulmifolia*; Angico vermelho - *Anadenanthera macrocarpa*; e Ingá - *Inga edulis*). O desempenho de cada espécie foi submetido a quatro diferentes doses de calcário (0, 50, 100 e 200 g de CaCO₃), resultando em 32 tratamentos com duas repetições, sob delineamento experimental inteiramente casualizado. As variáveis estudadas - diâmetro do caule, largura da copa e altura da planta aos 60 dias do plantio - foram submetidas a análise de variância e comparadas pelo teste de Scott - Knott a 5% de probabilidade. No período de estudo, as doses de calcário avaliadas não produziram diferenças significativas. Em contra partida, houve variação de desenvolvimento entre espécies para todas as variáveis analisadas. *G. sepium* apresentou melhor estabelecimento e crescimento inicial em diâmetro, seguida de *I. edulis* e *G. ulmifolia*. Quanto à altura final da planta, destacaram-se as nativas Ingá, Angico vermelho e Mutamba, bem como as exóticas *G. sepium*, *A. auriculiforme* e *A. mangium*, mostrando-se como potencialmente aptas para serem utilizadas na sucessão ecológica de áreas degradadas no Cerrado.

Termos de indexação: degradação, sucessão ecológica, Cerrado, revegetação - nativas / exóticas.

ABSTRACT

The soil recovery process in a degraded area should have as basic principle the return of minimum conditions for plant establishment and growth. The present study aimed to evaluate the establishment and development of a series of exotic and native species under different doses of soil amendment in a degraded area with severe erosion in Uberlândia-MG. The experiment was carried out in a gravel covered rural area from February to May of 2009. It evaluated the performance of eight species, four of them exotic (*Acacia mangium*, *Gliricidia sepium*, *Mimosa artemisiana*, *Acacia auriculiformis*) and four native (Gonçalo Alves - *Astronium fraxinifolium*; Mutamba - *Guazuma ulmifolia*; Angico vermelho - *Anadenanthera macrocarpa*; e Ingá - *Inga edulis*). Each species received four doses of lime (0, 50, 100 and 200 g of CaCO₃) resulting in 32 treatments with two replications, under a completely randomized experimental design. Subjected to analysis of variance and compared by the Scott - Knott test at 5% probability, the studied parameters were stem diameter, crown width and plant height at 60 and 120 days after planting. During the study period, the evaluated lime doses did not determine any significant differences in the evaluated parameters. By contrast, there was significant variation in development among species for all variables. *G. sepium* showed better establishment and early growth in diameter, followed by *Inga* and *Mutamba*. The native species *Inga*, *Angico vermelho* and *Mutamba* stood out for final plant height, as well as the exotic ones *G. sepium*, *A. auriculiformis* and *A. mangium*, thus revealing their potential to be used in the ecological succession of degraded areas in the Cerrado.

Key words: degradation, ecological succession, Cerrado, revegetation - native / exotic.

Received for publication: 14 February, 2010. Accepted for publication: 2 June, 2011.

¹ Associação Multissetorial de usuários dos Recursos Hídricos da Agência de Bacia Hidrográfica do Rio Araguaí (ABHA). Araguaí, MG (Brasil).

² Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, MG (Brasil).

³ Autor de correspondência. silgel@ufu.br

Introdução

O Cerrado é sem sombra de dúvida uma região de grande potencial como produtora de alimentos e energia para suprir as necessidades do país e outras partes do mundo. O clima é estacional, com um período chuvoso de outubro a março sucedendo a um período seco que vai de abril a setembro. A precipitação média anual é de 1.500 mm, e as temperaturas ao longo do ano são em média 22 e 27°C (Santos, 2008). Este bioma teve sua ocupação baseada no uso desenfreado dos recursos naturais, através de altos investimentos em corretivos, fertilizantes, e variedades de diversas culturas adaptadas às condições edafo-climáticas desse meio. A ocupação desordenada da terra levou ao aumento desenfreado do desmatamento, o qual contribuiu para a perda da biodiversidade de espécies nativas arbóreas e herbáceas. Concomitantemente, algumas técnicas inadequadas de manejo do solo propiciaram a rápida degradação desse recurso com significativas perdas de matéria orgânica do solo e nutrientes minerais.

Neste sentido, a revegetação de áreas degradadas é fundamental para melhorar os atributos físicos e químicos do solo, além de fornecer, através da cobertura vegetal, a proteção necessária para diminuir a perda de sedimentos por erosão. Destaca neste sentido a erosão hídrica, a qual, segundo Bahia (1992), determina anualmente a perda de cerca de 600 milhões de toneladas de solo no Brasil. Conforme Macedo (1992), a degradação de solos agrícolas vem acontecendo de diferentes maneiras, sendo as principais causas a diminuição da matéria orgânica do solo, a exportação de nutrientes com as colheitas, a lixiviação e a compactação dos solos por máquinas e superpastoreio.

O processo de recuperação do solo em condições de degradação deve ter como princípio básico o retorno de condições mínimas para o estabelecimento e crescimento das plantas. No entanto, a recuperação destas áreas deve garantir também um nível de renda compatível com o investimento requerido para sua recuperação, fazendo necessária a adoção de tecnologias simples, de baixo custo e apropriadas ao uso dos produtores rurais (Macedo, 1992). Neste parâmetro, em relação à adubação em áreas degradadas, estudos realizados por Resende e Kondo (2001), comprovaram que a inoculação com Rizóbio e Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMAs) na produção das mudas complementa sua nutrição, reduzindo os custos de replantio, adubação e tratamentos culturais. Dita eficiência faz com que, do ponto de vista técnico e econômico, este procedimento se torne numa alternativa bastante viável para acelerar o processo que a natureza demoraria anos para

realizar. Deve-se considerar que a intensidade dos processos de mineralização de formas orgânicas em formas inorgânicas de alguns nutrientes no solo, como por exemplo nitrogênio (N) e enxofre (S), está bastante influenciada por fatores bióticos e abióticos (Black, 1968). Entre eles, há um destaque em relação ao pH do solo, pelo fato da correção da acidez estar associada a um aumento na disponibilidade de N para as plantas, em função das maiores quantidades de N mineralizadas em solos calcariados (Haynes, 1986; Silva *et al.*, 1999).

Na sua maioria, os solos do Cerrado se caracterizam pelo seu avançado grau de intemperização, elevada acidez e baixa disponibilidade de nutrientes, o que reduz o potencial produtivo das culturas, a menos que se proceda à correção da acidez do solo.

Os efeitos da aplicação de calcário sobre algumas características químicas dos solos e sobre o crescimento das plantas são bastante conhecidos. Contudo, poucos têm sido os estudos voltados à investigação da influência dessas práticas sobre o estabelecimento de espécies que, nas condições do Cerrado brasileiro, possam ser selecionadas pelo seu potencial de revegetação em áreas com processos erosivos intensos. Caracterizado por este contexto, o município de Uberlândia está localizado no Bioma Cerrado, no domínio dos Planaltos da Bacia Sedimentar do Paraná, apresentando relevo tabular levemente ondulado, com altitude inferior a 1.000 m (Carrijo e Baccaro, 2000). Nesta região, é comum a ocorrência de erosões em formas de voçoroca.

Considerando-se o limitado conhecimento sobre espécies arbóreas resistentes às condições de baixa fertilidade natural e degradação por ações antrópicas encontradas em áreas do Cerrado na região do Triângulo Mineiro, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento e estabelecimento de espécies arbóreas exóticas e nativas sob diferentes doses de corretivo aplicadas ao solo numa área afetada por processos erosivos intensos no município de Uberlândia-MG.

Material e métodos

O estudo foi conduzido em área experimental da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), localizada na Fazenda Glória em Uberlândia-MG, Microbacia do Córrego do Glória, na região do Triângulo Mineiro. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Aw tropical chuvoso, com inverno seco (Embrapa, 1982). A média anual da temperatura é de 22°C, sendo os meses de outubro a março os mais quentes, com uma temperatura

média de 24,7°C; e os mais frios junho e julho, com uma média de 18,8°C. O solo da área de estudo corresponde a um Cambissolo truncado pela retirada superficial da camada de cascalho, de textura franco arenosa, relevo suave ondulado e declividade média de 7%. Sua fertilidade natural é baixa, a vegetação original correspondendo à do Cerrado *sensu stricto*.

O período de estudo foi conduzido de fevereiro a maio de 2009 numa área rural de cascalheira em avançado estado de degradação, e com pouca vegetação de Cerrado. Nos últimos anos, a degradação local desencadeou a formação de canais erosivos secundários (voçorocas menores) com dimensões médias de 9 m de extensão por 2,5 m de largura e 1,5 m de profundidade. Trata-se de ramificações de uma voçoroca maior (350 m de extensão por 60 m de largura e 10 m de profundidade).

Das oito espécies utilizadas, as quatro exóticas foram numeradas E1-E4, e as quatro nativas, E5-E8, assim: E1 (*Acacia mangium*), E2 (*Gliricidiam sepium*), E3 (*Mimosa artemisiana*), E4 (*Acacia auriculiforme*), E5 (Gonçalo Alves - *Astronium fraxinifolium*), E6 (Mutamba - *Guazuma ulmifolia*), E7 (Angico vermelho - *Anadenanthera macrocarpa*), e E8 (Ingá - *Inga edulis*). Esta última, apesar de nativa da Amazônia, está bem adaptada às condições do Cerrado nas diversas regiões do Brasil.

As espécies nativas foram adquiridas no viveiro de mudas do Instituto Estadual de Florestas-IEF. Para as espécies exóticas foram usadas sementes contendo inoculantes (Rizóbios e FMAs) para a produção das mudas.

Cada espécie foi tratada com quatro doses de calcário (CaCO_3), resultando em 32 tratamentos com duas repetições, sob delineamento experimental inteiramente casualizado. Antes do plantio, o número e espécie de cada repetição foram marcados numa estaca com sua correspondente dose de calcário. Seguidamente, as estacas foram distribuídas aleatoriamente no campo para depois proceder ao plantio.

As mudas foram implantadas na área de contribuição dos canais erosivos acima mencionados, a qual possui uma

declividade levemente ondulada. O espaçamento entre as plantas foi de 2 x 2 m. A adubação teve por base a análise da fertilidade do solo (Tab. 1), bem como a recomendação técnica da Embrapa Agrobiologia para leguminosas em áreas degradadas.

Na adubação das covas, cada uma recebeu 50 g de Termofosfato, 15 g de FTE Br 12 (9% Zn, 1,8% B; 0,8% Cu; 2% Mn; 3,5% Fe; 0,1% Mo) e 1 L de esterco curtido. Quanto ao calcário dolomítico (Ca e Mg), foram usadas quatro diferentes doses (D), indicando o número de gramas aplicado por cova, assim:

D1 = 0 g (CaCO_3); D2 = 50 g (CaCO_3); D3 = 100 g (CaCO_3); D4 = 200 g (CaCO_3)

As variáveis analisadas foram diâmetro do caule, largura da copa e altura da planta aos 60 e 120 dias do plantio, medidas com auxílio de paquímetro e régua graduada de 100 cm. O trabalho foi conduzido na ausência de irrigação. Os dados foram submetidos a análise de variância e comparados pelo teste de Scott - Knott a 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

Nem aos sessenta nem aos 120 dias do plantio se detectaram diferenças significativas com relação às doses de calcário utilizadas (Tab. 2). Em contra partida, houve variação de desenvolvimento entre as espécies para todas variáveis analisadas.

Conforme a análise do solo (Tab. 1), a aplicação do corretivo se deve principalmente aos baixos teores de Ca e Mg e altos teores de Al^{3+} . Entretanto, a fase inicial de crescimento das plantas não foi influenciada pelas doses de calcário usadas. É provável que, no curso dos processos de mineralização, estejam sendo liberadas frações orgânicas com maior capacidade de neutralizar o Al tóxico, concordando com Silva *et al.* (1999). Isto provavelmente seja devido à presença do material orgânico (microorganismos do solo, juntamente com composto orgânico e esterco) fornecido pelos adubos verdes, a qual favorece a atividade dos organismos do solo (Filser, 1995; Kirchner *et al.*, 1993), já que seus resíduos servem como fonte de energia e nutrientes. Por tanto, há

TABELA 1. Características químicas e físicas da amostra de solo do Cerrado no triângulo mineiro (Minas Gerais, Brasil).

pH	Al^{3+}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	SB	t	T	Pmeh^{-1}	V	m	MO	Areia grossa	Silte	Argila
	(Cmol _c dm ⁻³)						(mg dm ⁻³)	(%)		(dag kg ⁻¹)	(g kg ⁻¹)		
5,5	0,2	0,3	0,1	0,4	0,3	1,9	0,4	21,7	32,5	0,7	81,0	10,0	9,0

Al, Ca, Mg, SB - Extrator KCl 1 mol L⁻¹; t - CTC efetiva; T - CTC potencial (pH 7,0); Pmeh^{-1} e K - Extrator Mehlich (HCl 0,05 N + H₂SO₄ 0,025 N); V - saturação por bases; m - saturação por alumínio (Embrapa, 1999). Análise textural pelo Método da Pipeta (Embrapa, 1997).

necessidade de um período maior de avaliação para analisar este parâmetro.

A espécie que apresentou maior diâmetro inicial do caule aos 60 d, bem como aos quatro meses (120 d) foi *G. sepium*, seguida de *I. edulis* e *G. ulmifolia*. As outras espécies desenvolveram diâmetros iniciais significativamente menores (Tabs. 2 e 3).

TABELA 2. Diâmetro do caule, largura da copa e altura da planta em função de diferentes doses de calcário aplicadas a espécies nativas e exóticas em área degradada de Uberlândia-MG.

Doses (CaCO ₃)	Diâmetro do caule (mm)	Largura da copa (cm)	Altura da planta (cm)
0	4,29	30,29	33,30
50	3,57	26,50	30,33
100	3,76	27,09	32,57
200	4,47	31,33	33,87
Média	4,02	28,80	32,51

O efeito de dose não foi significativo no período avaliado.

TABELA 3. Diâmetro do caule, largura da copa e altura da planta em função da espécie (nativas e exóticas) aos 60 dias do plantio em área degradada com presença de voçoroca em Uberlândia-MG

Espécies	Diâmetro do caule (mm)	Largura da copa (cm)	Altura da planta (cm)
Exóticas			
Acacia mangium	2,13 c	14,27 b	15,71 c
Gliricidia sepium	6,61 a	40,13 a	34,98 abc
Mimosa artemisiana	2,73 c	16,23 b	14,86 c
Acacia auriculiforme	2,54 c	24,28 ab	19,19 bc
Nativas			
<i>Astronium fraxinifolium</i>	3,32 c	27,85 ab	22,97 bc
<i>Guazuma ulmifolia</i>	5,10 b	29,53 ab	37,56 ab
<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	3,56 c	40,68 a	47,57 a
<i>Inga edulis</i>	5,49 ab	29,70 ab	53,67 a
Média	3,71	27,83	30,81

Médias seguidas de mesma letra numa coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knot a 5 % de probabilidade ($P \leq 0,05$).

**E5 (Gonçalo Alves - *Astronium fraxinifolium*),
E6 (Mutamba - *Guazuma ulmifolia*), E7 (Angico
vermelho - *Anadenanthera macrocarpa*)**

No que diz respeito à largura da copa, Angico vermelho e *G. sepium* apresentaram valores significativamente mais altos, enquanto *I. edulis*, *G. ulmifolia* e *A. fraxinifolium* apresentaram valores próximos à média total (27,83 cm). Faz-se necessário ressaltar que algumas plantas apresentaram maior vulnerabilidade ao ataque de formigas cortadeiras na fase inicial do estudo, como foi o caso da nativa *G. ulmifo-*

lia e das acácias (exóticas). Embora isto tenha contribuído para um crescimento inicial reduzido, ao final do período chuvoso estas mesmas espécies apresentaram melhores condições de rebrota em relação às demais.

Aos 120 d, *I. edulis* superou *A. fraxinifolium* no crescimento da copa da planta, enquanto *G. sepium* manteve bom desenvolvimento. O destaque observado para *G. sepium* em todos os parâmetros estudados é confirmado por experimentos realizados por Baggio e Heuvelodop (1982), onde a análise química desta espécie mostrou que as folhas jovens tinham maior quantidade de nitrogênio e fósforo, elementos fundamentais para o crescimento inicial das plantas. Isto teve como consequência o desenvolvimento de talos tenros, demonstrando boa absorção e acúmulo destes nutrientes na fase inicial. Igualmente, ao avaliar o crescimento de diferentes leguminosas arbóreas na recuperação de uma área degradada pela mineração de areia no Aquífero Piranema-RJ, Ferreira *et al.* (2007) verificaram que esta espécie esteve entre as que mais cresceram em altura e diâmetro aos 24 meses do plantio. No mesmo estudo, *M. artemisiana* também apresentou bons resultados.

Quanto à altura inicial (60 d), as nativas *I. edulis*, *A. fraxinifolium* e *G. ulmifolia* apresentaram maior desenvolvimento. No grupo das exóticas, a maior altura foi observada em *G. sepium* (Tab. 3). Aos 120 d, além destas espécies, *M. artemisiana* também destacou por seu bom crescimento em altura. Nesta fase, algumas espécies que anteriormente tinham-se mostrado resistentes ao crescimento apresentaram desenvolvimento em altura.

Observou-se que as espécies exóticas do grupo das Acácias sofreram maiores perdas iniciais por diversos motivos, entre eles plântulas doentes em viveiro. Isto trouxe como consequência mudas menos desenvolvidas em campo, fator que resultou em perdas na fase inicial do estudo. Em contra partida, nas etapas finais, quando a umidade relativa do ar era menor e a evapotranspiração potencial maior, o grupo das exóticas, como por exemplo *M. artemisiana*, juntamente com as Acácias, atingiram alturas que variaram de 0,25 à 0,56 m, e diâmetros de 5,9 à 6,9 cm. Isto indica também uma boa adaptação destas espécies no ambiente estudado.

De um modo semelhante, apesar de ter como foco outros parâmetros da planta Barros *et al.* (2009) determinando a perda de solo e água por erosão em savana nativa e plantios de acácia na região Amazônica, constataram que a planta teve bons desenvolvimentos. Porém, a perda foi maior em cultivos mais recentes.

Atualmente, o grupo das espécies nativas do presente experimento tem demonstrado maior rusticidade em comparação com o grupo das exóticas, que pela sua vez, tem mantido as folhas verdes e maior resistência às formigas, exceção feita de *G. sepium*. Esta última, apesar dos bons resultados iniciais, recentemente teve seu crescimento estabilizado devido a ataques por Hymenopteros. Este resultado qualitativo observado nas espécies exóticas demonstra o efeito dos inoculantes e FMAs, os quais, segundo Resende *et al.* (2006), complementam a nutrição das plantas, resultando numa maior taxa de pagamento e desenvolvimento das mudas nesses locais, conforme o reportado também por Siqueira e Franco (1988), Campello (1999) e Resende e Kondo (2001).

TABELA 4. Diâmetro do caule, largura da copa e altura da planta em função da espécie (nativas e exóticas) aos 120 dias do plantio em área degradada com presença de voçoroca em Uberlândia-MG.

Espécies	Diâmetro do caule (mm)	Largura da copa (cm)	Altura da planta (cm)
Exóticas			
<i>G. sepium</i>	12,75 a	39,75 a	39,91 a
<i>M. artemisiana</i>	6,98 a	30,87 a	56,20 a
<i>A. auriculi</i>	6,47 a	31,83 a	26,08 a
<i>A. mangium</i>	5,92 a	24,12 a	51,54 a
Nativas			
<i>I. edulis</i>	8,83 a	40,87 a	56,83 a
<i>G. ulmifolia</i>	8,49 a	24,91 a	37,15 a
<i>A. macrocarpa</i>	5,32 a	36,50 a	55,33 a
<i>A. fraxinifolium</i>	5,28 a	21,37 a	20,85 a
Média	7,5	31,2	42,9

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Skott Knot a 5% de probabilidade ($P \leq 0,05$).

Os resultados de desenvolvimento em altura e largura da copa (Tab. 4) para as espécies nativas *I. edulis* e *A. fraxinifolium* demonstram o retorno dos solos do cerrado quando submetidos a investimentos e manejo adequado, mesmo em condições degradadas.

Assim, o uso de espécies exóticas sob condições de melhoramento do solo, consorciadas com espécies nativas bem adaptadas às condições em questão, revelam seu potencial para contribuir ao restabelecimento das últimas, tanto as utilizadas nesta pesquisa como outras presentes na circunvizinhança.

Aparentemente, as espécies estudadas não demonstraram resistência à alta temperatura regional e natureza cascalhenta do solo, resultado provavelmente devido ao fato do período experimental ter sido conduzido durante o período chuvoso. Entretanto, deve-se considerar que algumas espécies sobressaem melhor em determinados ambientes

que em outros e, portanto, precisam ser mais estudadas. No passado, alguns estudos foram feitos na área visando avaliar a diminuição do processo erosivo através de diferentes coberturas vegetais do solo. Trabalhando com monitoramento de erosão laminar sob diferentes usos da terra durante sete meses, Pinese *et al.* (2008) verificaram que a parcela de solo exposto perdeu $665,17 \text{ g m}^{-2}$, o que representa uma perda por erosão de $66,517 \text{ kg há}^{-1}$; enquanto as parcelas contendo milho e brachiaria perderam $14,214$ e $0,076 \text{ kg há}^{-1}$, respectivamente. No mesmo estudo, a área da mata apresentou maior resistência a erosão laminar do solo, perdendo unicamente $0,008 \text{ kg há}^{-1}$.

Finalmente, cabe ressaltar que o presente trabalho menciona apenas a medida biológica da recuperação em áreas degradadas, sendo fundamental consorciar tais medidas com técnicas físicas e ou mecânicas de contenção da erosão.

Conclusões

A espécie arbórea *Gliricidia sepium* apresentou melhor estabelecimento e crescimento inicial em diâmetro, seguida de *I. edulis* e *G. ulmifolia*. Quanto ao crescimento em altura, destacaram as nativas *I. edulis*, *A. fraxinifolium* e *G. ulmifolia*, bem como a exótica *G. sepium*.

No grupo das nativas, *I. edulis*, *A. fraxinifolium* e *G. ulmifolia* demonstraram melhor desenvolvimento na fase inicial. Todas as exóticas apresentaram bons resultados na fase final do estudo. Demonstra-se assim o potencial destas espécies para serem utilizadas na sucessão ecológica de áreas degradadas no Cerrado, seja pela retirada de cascalho ou outros métodos inadequados de manejo do solo.

O estudo demonstrou que o uso de calcário é dispensável na fase inicial de crescimento das plantas.

O presente trabalho leva a sugerir a continuidade destes estudos, visando avaliar outros parâmetros que possam retratar com mais clareza a real situação ecológica local, indicando o grau de efetividade das espécies plantadas em restabelecer condições para que a sucessão ecológica possa prosseguir na área.

Agradecimentos

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudo ao primeiro autor; à Embrapa Agrobiologia, pelo apoio técnico; e ao CEFET & IEF Uberaba, pela contribuição na produção das mudas. A Fapemig proj. APQ01204-09.

Literatura citada

- Baggio, A.J. e J. Heuvelodp. 1982. Implantação, manejo e utilização do sistema agroflorestal cercas vivas de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud., na Costa Rica. Boletim de Pesquisa Florestal 5, 19-52
- Bahia, V.G., N. Curi e D.N. Carmo. 1992. Fundamentos da erosão do solo. Informe Agropecuário 16(176), 25-31.
- Barros, L.S. da, J. F. do Vale Jr, C.E.G.R. Schaefer e M.M. Junior. 2009. Perdas de solo e água em plantio de *Acacia mangium* wild e savana em Roraima, Norte da Amazônia. Rev. Bras. Ciênc. Solo 33, 447-454.
- Black, C.A. 1968. Soil-plant relationships. John Wiley, New York, NY.
- Campello, E.F.C.A. 1999. Influência de leguminosas arbóreas fixadoras de nitrogênio na sucessão vegetal em áreas degradadas na Amazônia. Tese Doutorado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil.
- Carrizo, B.R., C.A.D. Baccaro. 2000. Análise sobre a erosão hídrica na área urbana de Uberlândia (MG). Caminhos de Geogr. 1(2), 70-83.
- Embrapa, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação dos Solos. 1982. Levantamento de média intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do Triângulo Mineiro. Boletim de pesquisa No. 1. Rio de Janeiro, Brasil.
- Ferreira, A.P., E.F.C. Campello, A.A. Franco e A.S. de Resende. 2007. Uso de leguminosas arbóreas fixadoras de nitrogênio na recuperação de áreas degradadas pela mineração de areia no pólo produtor de Seropédica/Itaguaí. Comunicado Técnico No. 236. Embrapa; CNPAB, Seropédica, Brasil.
- Filser, J. 1995. The effect of green manure on the distribution of *Collem-bola* in a permanent row crop. Biol. Fertil. Soils 19(4), 303-308.
- Haynes, R.J. 1986. Nitrification. pp. 127-165. Em: Haynes, R.J. (ed.). Mineral nitrogen in the plant-soil system. Academic Press, Orlando, FL.
- Kirchner, M.J., A.G. Wollum e L.D. King. 1993. Soil microbial populations and activities in reduced chemical input agroecosystems. Soil Sci. Soc. Am. J. 57(5), 1289-1295.
- Macedo, R.L.G. 1992. Sistemas agroflorestais com leguminosas arbóreas para recuperar áreas degradadas por atividades agropecuárias. pp. 136-147. Em: Simpósio Nacional Sobre Recuperação de Áreas Degradadas. UFPR; UPEF, Curitiba, Brasil.
- Pinese, J.F.J., L.M. Cruz e S.C. Rodrigues. 2008. Monitoramento de erosão laminar em diferentes usos da terra, Uberlândia – MG (online). Soc. Nat. 20(2), 157-175, <http://dx.doi.org/10.1590/S1982-45132008000200010>; recuperado: Junho, 2001.
- Resende, A.S. de, M.O. Macedo, E.F.C. Campello e A.A. Franco. 2006. Recuperação de áreas degradadas através da reengenharia ecológica. pp. 315-340. Em: Garay, I. e B.K. Becker, Dimensões humanas da biodiversidade: o desafio de novas relações sociedade-natureza no século XXI. Editora Vozes, Petrópolis, Brasil.
- Resende, A.V. e M.K. Kondo. 2001. Leguminosas e recuperação de áreas degradadas. Informe Agropecuário 22(210), 46-56.
- Santos, G. de A., L. de S. Silva, L.P. Canelas e F.A. de O Camargo. 2008. Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais & subtropicais. Metrôpole, Brasil.
- Silva, C.A., F.R. Vale, J.A. Sharon e A.R. Kopal. 1999. Mineralização de Nitrogênio e Enxofre em solos Brasileiros sob influência de calagem e fósforo. Pesq. Agropec. Bras. 34(9), 1679-1689.
- Siqueira, J.O. e A.A. Franco. 1988. Biotecnologia do solo: fundamentos e perspectivas. MEC; ESAL; FAEPE; ABEAS, Brasília, DF.