

Avaliação do uso de leguminosas no estabelecimento de espécies nativas na APA (Área de Proteção Ambiental) do Guarairoba



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Gado de Corte
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

DOCUMENTOS 259

Avaliação do uso de leguminosas no estabelecimento de espécies nativas na APA (Área de Proteção Ambiental) do Guariroba

*Silvia Rahe Pereira
Valdemir Antônio Laura
Alexandre Romeiro de Araújo
Andréa Lúcia Teixeira de Souza
Ademir Hugo Zimmer
Fábio de Freitas Pires*

Embrapa Gado de Corte
Campo Grande, MS
2019

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Gado de Corte
Av. Rádio Maia, 830, Zona Rural, Campo Grande, MS,
79106-550, Campo Grande, MS
Fone: (67) 3368 2000
Fax: (67) 3368 2150
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Gado de Corte

Presidente
Thais Basso Amaral

Secretário-Executivo
Rodrigo Carvalho Alva

Membros
Alexandre Romeiro de Araújo, Andréa Alves do Egito, Liana Jank, Lucimara Chiari, Marcelo Castro Pereira, Mariane de Mendonça Vilela, Rodiney de Arruda Mauro, Wilson Werner Koller

Supervisão editorial
Rodrigo Carvalho Alva

Revisão de texto
Rodrigo Carvalho Alva

Tratamento das ilustrações
Rodrigo Carvalho Alva

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Rodrigo Carvalho Alva

Foto da capa
Sílvia Rahe Pereira

1ª edição
Publicação digitalizada (2019)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Gado de Corte

Avaliação do uso de leguminosas no estabelecimento de espécies nativas na APA (Área de Proteção Ambiental) do Guariroba / Sílvia Rahe Pereira ... [et al.]. - Campo Grande, MS : Embrapa Gado de Corte, 2018.
PDF (41 p.) : il. color. - (Documentos / Embrapa Gado de Corte, ISSN 1983-974X ; 259).

1. Adubação verde. 2. Cobertura do solo. 3. Espécie nativa. 4. Leguminosa forrageira. 5. Mata ciliar. 6. Reflorestamento. I. Pereira, Sílvia Rahe. II. Laura, Valdemir Antônio. III. Araújo, Alexandre Romeiro de. IV. Souza, Andréa Lúcia Teixeira de. V. Zimmer, Ademir Hugo. VI. Pires, Fábio de Freitas. VII. Série.

Autores

Silvia Rahe Pereira

Bióloga, Doutora em Ecologia e Recursos Naturais, Docente do Programa de Pós-graduação em Produção e Gestão Agroindustrial da Universidade Anhanguera-Uniderp - Campo Grande, MS

Valdemir Antônio Laura

Engenheiro-Agrônomo, Doutor em Agronomia, Pesquisador da Embrapa Gado de Corte e Docente do Programa de Pós-graduação em Produção e Gestão Agroindustrial da Universidade Anhanguera-Uniderp - Campo Grande, MS

Alexandre Romeiro de Araújo

Zootecnista, Doutor em Ciência do Solo, Pesquisador da Embrapa Gado de Corte - Campo Grande, MS

Andréa Lúcia Teixeira de Souza

Bióloga, Doutora em Ecologia, Docente do Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, Universidade Federal de São Carlos - São Carlos, SP

Ademir Hugo Zimmer

Engenheiro-Agrônomo, Doutor em Zootecnia, Pesquisador da Embrapa Gado de Corte - Campo Grande, MS

Fábio de Freitas Pires

Discente de Agronomia, Universidade Anhanguera-Uniderp - Campo Grande, MS

Apresentação

A manutenção de áreas naturais dentro das propriedades rurais, seja na forma de Áreas de Preservação Permanente ou de Reserva Legal, é um importante instrumento para a preservação de serviços ambientais, sendo que, dentre estes, destaca-se a provisão de água de qualidade para os centros urbanos. Neste sentido, em cumprimento do novo Código Florestal Brasileiro, as propriedades rurais com passivo ambiental terão um prazo de 20 anos para sua regularização após o seu registro no Cadastro Ambiental Rural.

Neste contexto, é necessário que os atores envolvidos na restauração de áreas degradadas conheçam quais fatores podem interferir no sucesso dos projetos e quais estratégias e técnicas podem ser utilizadas.

Esse documento apresenta resultados de pesquisa sobre o uso de leguminosas como plantas facilitadoras para restauração ecológica, com o intuito de fornecer informações para a adequação de propriedades rurais. O experimento que serviu de base para o estudo foi conduzido na Área de Proteção Ambiental dos Mananciais do Córrego Guariroba (APA do Guariroba), região responsável por aproximadamente 38% do abastecimento de água de Campo Grande, capital do Mato Grosso do Sul, onde um amplo programa de recuperação da área vem sendo conduzido desde 2009.

As informações aqui contidas visam auxiliar produtores rurais a adequarem suas propriedades, de forma a garantir a manutenção do suprimento de água de qualidade, com a possibilidade adicional de serem beneficiados com o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), onde tais programas estiverem disponíveis.

Ronney Robson Mamede
Chefe-Geral Interino
Embrapa Gado de Corte

Sumário

| | |
|---|----|
| Autores | 3 |
| Apresentação | 5 |
| Resumo | 8 |
| Material e métodos | 11 |
| Área de estudo | 11 |
| Espécies de leguminosas utilizadas..... | 14 |
| Delineamento experimental..... | 17 |
| Análise de dados | 23 |
| Resultados..... | 23 |
| Efeito de diferentes sistemas de adubação verde na recuperação do solo de uma área de mata ciliar | 23 |
| Efeito da utilização de diferentes sistemas de adubação verde no estabelecimento de espécies de árvores de mata ciliar..... | 28 |
| Conclusões..... | 37 |
| Considerações finais | 37 |
| Agradecimentos..... | 38 |
| Referências | 38 |

Resumo

A restauração de áreas degradadas deve basear-se em uma tecnologia que promova não apenas a utilização de espécies de crescimento rápido, mas também que sejam capazes de melhorar o solo tanto pela deposição de material vegetal como pela ciclagem de nutrientes, podendo assim facilitar o posterior estabelecimento de outras espécies vegetais mais exigentes. O plantio de leguminosas herbáceas já vem sendo utilizado como cobertura do solo em sistemas agroflorestais nos trópicos. Neste estudo avaliou-se a influência de diferentes sistemas de adubação verde com leguminosas no estabelecimento de cinco espécies arbóreas nativas. O estudo foi conduzido em uma Área de Preservação Permanente na Fazenda Paraíso do Guariroba, em Campo Grande, MS. Foram delimitados quatro blocos experimentais ao longo da margem do curso d'água. Dentro de cada bloco foram dispostas cinco parcelas, sendo que cada parcela conteve um sistema de adubação verde (tratamento): 1) Estilosantes Campo Grande; 2) Calopogônio; 3) Guandu; 4) Crotalária e 5) Controle. Para avaliar se as leguminosas seriam somente benéficas às nativas ou poderiam competir com as mesmas, para cada tratamento principal de leguminosas realizou-se ou não o coroamento das mesmas, sendo que dentro de cada bloco foram delimitadas dez parcelas, cada uma recebendo um dos seguintes tratamentos: 1) Calopogônio sem coroamento; 2) Calopogônio com coroamento; 3) Estilosantes Campo Grande sem coroamento; 4) Estilosantes Campo Grande com coroamento; 5) Guandu sem coroamento; 6) Guandu com coroamento; 7) Crotalária sem coroamento; 8) Crotalária com coroamento; 9) Controle sem coroamento; e 10) Controle com coroamento. A semeadura das leguminosas foi realizada em dezembro de 2013 e o plantio das espécies de árvores em novembro de 2014. No interior de cada parcela, foram dispostas dez mudas de cada espécie de árvore, com espaçamento 2 m x 2 m. As espécies utilizadas foram: *Alibertia edulis* A. Rich. ex DC, *Anadenanthera falcata* (Benth.) Speg, *Cecropia pachystachya* Trécul., *Croton urucurana* Baill. e *Peltophorum dubium* (Spreng.) O experimento foi monitorado por 16 meses a partir do plantio das mudas das árvores, acompanhando-se a sobrevivência e crescimento destas. Os sistemas de adubação verde testados não alteraram de forma significativa as condições do solo no primeiro e no segundo ano

de experimento. Os sistemas Estilosantes e Guandu sem coroamento e Crotalária com coroamento favoreceram o estabelecimento das espécies arbóreas avaliadas. Quando consideradas todas as informações resultantes dos experimentos, tem-se que os sistemas Estilosantes sem coroamento, Guandu sem coroamento e Crotalária com coroamento favoreceram o estabelecimento das espécies arbóreas de uma maneira geral.

Introdução

A Área de Proteção Ambiental dos Mananciais do Córrego Guariroba (APA do Guariroba) constitui uma das três Áreas de Proteção Ambiental situadas no município de Campo Grande, MS. Instituída pelo Poder Público Municipal através do Decreto Nº 7.183, de 21 de setembro de 1995, possui uma área total de aproximadamente 360 km² e teve sua criação vinculada à necessidade de recuperação e conservação do principal sistema de captação de água para abastecimento público de Campo Grande. Seu território é caracterizado essencialmente pela ocupação rural, com propriedades, em sua grande maioria, de médio e grande porte.

A ocupação territorial da APA do Guariroba ocorreu de modo análogo ao restante do município de Campo Grande e de outras áreas de Cerrado no país. De acordo com Dias (2005), entre os anos de 1985 e 2005 foram desmatados cerca de 13.500 ha na bacia do córrego Guariroba (cerca de 30% da área total), sendo a vegetação original substituída por gramíneas para o uso na pecuária bovina, a principal atividade econômica desenvolvida na APA (PMCG, 2008). A progressiva substituição da vegetação natural de Cerrado por pastagens cultivadas, associada ao manejo inadequado do gado e do solo gerou impactos expressivos na bacia, sobretudo no que se refere a processos erosivos e ao assoreamento dos corpos d'água naturais do Reservatório Guariroba, o que pode comprometer o sistema de abastecimento público de água de Campo Grande (PMCG, 2008).

O Plano de Manejo da APA do Guariroba (PMCG, 2008) definiu em seu Zoneamento Ambiental, áreas de Recuperação e Conservação Dirigida (Zona II – ZRC), vinculadas à proteção direta dos recursos hídricos superficiais, que deverão ser objeto de um amplo programa de recuperação, através da reintrodução de espécies nativas. Contudo, uma das principais barreiras para a reintrodução de espécies vegetais na APA consiste na existência de extensas

e contínuas áreas de solo muito arenoso (Neossolos Quartzarênicos), que apresentam alta permeabilidade e baixa capacidade de retenção de água. Outro fator importante é o caráter distrófico do solo da área, quimicamente pobre, exigindo para a sua utilização, fertilização corretiva e de manutenção. Além disso, apresenta baixo teor de matéria orgânica, o que dificulta o estabelecimento de espécies de árvores.

Plantios de recomposição de áreas degradadas realizados no Brasil, na maioria dos casos, têm sido efetuados em regiões de domínio florestal sendo que, para regiões de Cerrado, existem poucas informações disponíveis sobre a vegetação natural das margens dos rios e ainda menos resultados de pesquisas disponíveis sobre técnicas de revegetação (DURIGAN e SILVEIRA, 1999). Os solos nessas áreas são pobres em nutrientes, ácidos e com elevada saturação de alumínio. Essas características tornam essas áreas extremamente difíceis de serem reflorestadas (DURIGAN e SILVEIRA, 1999; SILVEIRA et al., 2005).

A restauração de áreas degradadas deve basear-se em uma tecnologia que promova não apenas a utilização de espécies de crescimento rápido, mas também que sejam capazes de melhorar o solo tanto pela deposição de material vegetal como pela ciclagem de nutrientes, podendo assim facilitar o posterior estabelecimento de outras espécies vegetais mais exigentes (FRANCO et al., 1995). Uma boa estratégia é a utilização de espécies de fabáceas, mais conhecidas como leguminosas. Estas espécies são capazes de melhorar a fertilidade do solo pela fixação biológica de nitrogênio atmosférico, manter ou melhorar suas propriedades físicas, reduzir a erosão do mesmo pela manutenção de sua cobertura vegetal, além de reduzir sua temperatura, aumentar a deposição de matéria orgânica, a capacidade de troca catiônica e a atividade microbiana (ABAYOMI et al., 2001; AZEVEDO et al., 2007; SILVA et al., 2007). A utilização das mesmas pode ser de particular interesse para proprietários menos capitalizados das regiões tropicais por proporcionar economia com fertilizantes nitrogenados (SOARES e RODRIGUES 2008). No entanto, embora seja conhecida a utilização da adubação verde com as leguminosas em diversas culturas ou como forma de recuperação do solo (ALCÂNTARA et al., 2000; NASCIMENTO et al., 2003; PERIN et al., 2004; ARAÚJO et al., 2005; AMBROSANO et al., 2005; ARAÚJO et al., 2011), poucos estudos avaliam a utilização destas espécies para melhoria da qualidade

do solo e facilitação do estabelecimento de espécies florestais na restauração de áreas degradadas.

O plantio de leguminosas herbáceas já vem sendo utilizado como cobertura do solo em sistemas agroflorestais nos trópicos (NICHOLS et al., 2001), podendo reduzir os custos do sistema. Os resultados da interação entre as espécies vegetais podem ser, no entanto, positivos ou negativos, dependendo das espécies envolvidas e das condições abióticas as quais estas estão sujeitas. Contudo, segundo Padilla e Pugnaire (2006), o aumento do estresse abiótico, comum em áreas degradadas, resulta em um aumento da importância dos efeitos positivos (facilitação) entre espécies vegetais que se desenvolvem em uma mesma área. Ainda de acordo com estes autores, o estabelecimento de plântulas pode ser favorecido na proximidade outras plantas. Uma vez que, plantas já desenvolvidas amenizam as condições ambientais extremas reduzindo a temperatura do solo e a perda de água por evaporação e aumentando a deposição de matéria orgânica em seu entorno. No entanto, os resultados parecem diferir entre estudos que avaliam o consórcio de espécies arbóreas e leguminosas na restauração de áreas degradadas.

Neste estudo avaliou-se a influência de diferentes sistemas de adubação verde com leguminosas herbáceas (*Estilosantes* Campo Grande e *Calopogonium mucunoides*) e arbustivas (*Cajanus cajan* e *Crotalaria juncea*) no estabelecimento espécies cinco arbóreas nativas (*Alibertia edulis* A. Rich. ex DC, *Anadenanthera falcata* (Benth.) Speg, *Cecropia pachystachya* Trécul., *Croton urucurana* Baill. e *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub). Pretendeu-se responder às seguintes questões: 1) As leguminosas, semeadas um ano antes das espécies arbóreas seriam capazes de melhorar a qualidade do solo da área em questão? 2) O efeito das diferentes leguminosas é sempre benéfico para todas as espécies arbóreas avaliadas?

Material e métodos

Área de estudo

O estudo foi conduzido em uma Área de Preservação Permanente (20°36'53,2"S e 54°23'05,3"O) na Fazenda Paraíso do Guariroba, em Campo

Grande, MS. O clima da região é, segundo a classificação climática de Köppen, do tipo Aw, definido como Clima quente e úmido com chuvas de verão. O período entre os meses de outubro a março concentra parte significativa da precipitação pluvial anual da região, sendo que o trimestre mais chuvoso é normalmente verificado entre novembro, dezembro e janeiro. Já o período considerado seco é definido entre maio e setembro, sendo junho, julho e agosto o trimestre de menor precipitação pluvial, quando os índices são habitualmente inferiores a 50 mm. Quanto ao regime térmico, de modo geral, nos meses mais quentes (outubro a março), as médias mensais são superiores a 24°C. No período mais frio (junho/julho), as médias de temperatura situam-se sempre acima dos 18°C. A área experimental está localizada a 600 m do fragmento florestal mais próximo e possui solo classificado como Neossolo Quartzarênico (PMCG, 2008) com análises química e física realizadas antes da implantação do experimento apresentadas nas Tabelas 1 e 2. A área era ocupada por pastagem (composta por gramíneas exóticas do gênero *Urochloa*) considerada como degradada por apresentar baixa produtividade e exposição do solo (Figura 1).

Foto: Sílvia Rahe Pereira



Figura 1. Condição inicial da área experimental.

Espécies de leguminosas utilizadas

• Estilosantes

O gênero *Stylosanthes* é originário das Américas Central e do Sul e possui 45 espécies distribuídas no sudeste da Ásia, na África tropical e nas Américas (STACE e EDYE, 1984). No Brasil ocorrem 25 espécies (LEWIS et al., 2005), sendo que a maioria é perene, com potentes sistemas radiculares, tolerantes à seca e de grande capacidade colonizadora por sua adaptação a solos de baixa fertilidade e simbiose com bactérias fixadoras de nitrogênio (ANDRADE e KARIA, 2000). Possui porte de prostrado a ereto, podendo alcançar até 1,5 m. Por apresentar tais características as espécies do gênero vêm sendo utilizadas em muitos países na recuperação de áreas degradadas, na adubação verde e na alimentação animal (ALENCAR 2008). No presente estudo foram utilizadas sementes de Estilosantes Campo Grande, lançada pela Embrapa Gado de Corte em 2000 e composta de mistura física de sementes de linhas melhoradas de *S. capitata* e *S. macrocephala*. As plantas resultantes desta mistura apresentam boa fixação de nitrogênio, crescimento tanto horizontal como vertical e são adaptadas aos solos pobres dos Cerrados brasileiro (VERZIGNASSI e FERNANDES 2002) (Figura 2).



Figura 2. Indivíduos de Estilosantes Campo Grande estabelecidos na área experimental em março de 2014, três meses após a semeadura.

• Calopogônio

Calopogonium mucunoides Desv. é uma leguminosa tropical nativa da Índia e dos países da América Latina. É comumente utilizada como adubo verde e cobertura de culturas devido a sua capacidade de fixar nitrogênio quando em simbiose com bactérias fixadoras (SOUZA et al., 2012). fixando aproximadamente 370-450 kg/ha/ano (CALEGARI e MONDARDO, 1993). Além disso, produz rapidamente biomassa, aproximadamente 4–5 ton/ha/ano de matéria seca podendo, portanto, ser uma espécie de interesse para a revegetação de áreas degradadas (SOUZA et al., 2012) (Figura 3).



Figura 3. Indivíduos de calopogônio estabelecidos na área experimental em fevereiro de 2014, dois meses após a semeadura.

• Feijão Guandu

Cajanus cajan (L.) Millsp. é uma espécie arbustiva nativa da África Tropical Ocidental, com porte arbustivo ereto de 2-3 m de altura e ciclo de vida de aproximadamente três anos. Seu sistema radicular pivotante é bem desenvolvido que atinge mais de 3,0 m de profundidade promove boa resistência a ciclos prolongados de seca. É uma espécie amplamente utilizada na adubação verde e possui potencial produtivo de massa seca para a cobertura do solo (FERNANDES et al., 1999; SOUZA et al., 1999). Apresenta rápido crescimento, cobrindo o solo e aumentando a biomassa no estágio inicial (restauração física), com importante papel na adubação através da fixação de nitrogênio (restauração química) (Figura 4). A espécie tem boa aceitação entre produtores rurais por produzir

grande quantidade de alimento tanto aos animais, sob a forma de galhos e folhas podados, quanto aos humanos, com seus grãos colhidos manualmente.



Foto: Sílvia Rahe Pereira

Figura 4. Indivíduos de feijão-Guandu estabelecidos na área experimental em abril de 2014, quatro meses após a semeadura.

• Crotalária

Crotalaria juncea L. originária da Índia e Ásia Tropical, é uma leguminosa arbustiva anual, com ciclo vegetativo curto. É uma espécie usada na adubação verde e cobertura do solo por ser uma planta pouco exigente quanto à fertilidade do solo e com grande potencial de fixação biológica de nitrogênio, por apresentar crescimento rápido e ter a capacidade de reduzir os níveis de algumas espécies de nematoides do solo (ROBINSON e COOK, 2001; SILVA et al., 2007).



Foto: Sílvia Rahe Pereira

Figura 5. Indivíduos de Crotalária estabelecidos na área experimental em abril de 2014, quatro meses após a semeadura.

Delineamento experimental

Efeito de diferentes sistemas de adubação verde na recuperação do solo de uma área de mata ciliar

Para avaliar o efeito dos diferentes sistemas de adubação verde na recuperação do solo foi realizado um experimento em blocos ao acaso. Foram delimitados quatro blocos experimentais ao longo da margem do curso d'água. Dentro de cada bloco foram dispostas cinco parcelas (22 m x 12 m, cada uma), sendo cada parcela conteve um sistema de adubação verde (tratamento) (Figura 6): 1) Estilosantes Campo Grande; 2) Calopogônio; 3) Guandu; 4) Crotalária e 5) Controle (sem adubo verde). A posição de cada parcela dentro dos blocos foi sorteada.

Antes da semeadura das leguminosas, em outubro de 2013, foi realizado o controle químico das gramíneas na área utilizando-se o herbicida glifosato e em novembro de 2013 foi realizada adubação em área total do experimento (1.000 kg/ha de calcário dolomítico, 280 kg/ha de superfosfato simples (P2O5), 100 kg/ha de cloreto de potássio (K₂O), 100 kg/ha de sulfato de amônio e 50 kg/ha FTE BR16) para garantia do estabelecimento das espécies. Em fevereiro de 2013 foi reali-



Figura 6. Área experimental em março de 2014, três meses após a semeadura das leguminosas, com destaque para os sistemas de adubação verde.

zada adubação em cobertura utilizando-se 100 kg/ha da formulação 00-20-20. A semeadura a lanço das leguminosas foi realizada em dezembro de 2013, em área total das parcelas, sendo utilizados 20 kg/ha de sementes puras viáveis (SPV) de Guandu, 15 kg/ha de SPV de Crotalária, 6 kg/ha de SPV de Estilosantes e 8 kg/ha de SPV de Calopogônio. As parcelas controle não receberam sementes (Figura 7).



Fotos: Paulino Gaúna Gomes

Figura 7. Pastagem dessecada (a), procedimento de adubação (b), adubo no solo (c) e semeadura das leguminosas nas parcelas experimentais (d).

As mudanças nas propriedades químicas do solo foram avaliadas comparando-se a análise do solo realizada antes da implantação do experimento, com duas novas análises, realizadas um e dois anos após a implantação dos sistemas. Em cada parcela, incluindo-se todos os tratamentos, foram coletadas três amostras simples de solo para a formação de uma amostra composta, nas pro-

fundidades de 0-10, 0-20cm e 20-40 cm. Adicionalmente, em cada ano, foi coletada uma amostra testemunha, fora dos limites das parcelas experimentais.

Efeito da utilização de diferentes sistemas de adubação verde no estabelecimento de espécies de árvores de mata ciliar

Para avaliar a influência da utilização dos diferentes sistemas de adubação verde no estabelecimento de cinco espécies arbóreas em área de mata ciliar foi realizado um experimento utilizando-se delineamento de blocos ao acaso utilizando-se as leguminosas já descritas. No entanto, para avaliar se as leguminosas seriam somente benéficas às nativas ou poderiam competir com as mesmas, para cada tratamento principal de leguminosas realizou-se ou não, o coroamento das mesmas. Assim, foram utilizados quatro blocos e dentro de cada bloco foram delimitadas dez parcelas (264 m² cada), cada uma recebendo um dos seguintes tratamentos: 1) Calopogônio sem coroamento - com a semeadura de calopogônio e posterior plantio das espécies de árvores sem o coroamento da leguminosa; 2) Calopogônio com coroamento – com a semeadura de a com calopogônio e posterior plantio das espécies de árvores realizando-se o coroamento da leguminosa em um raio de 0,5 m ao redor das mudas das árvores; 3) Estilosantes Campo Grande sem coroamento; 4) Estilosantes Campo Grande com coroamento; 5) Guandu sem coroamento; 6) Guandu com coroamento; 7) Crotalária sem coroamento; 8) Crotalária com coroamento; 9) Controle sem coroamento - o plantio de mudas de espécies arbóreas foi realizado sem a manipulação do solo e da vegetação pré-existente; e 10) Controle com coroamento - o plantio de mudas de espécies arbóreas foi realizado sem a manipulação do solo, contudo o mesmo processo de coroação dos demais tratamentos foi realizado.

A semeadura das leguminosas foi realizada em dezembro de 2013 e o plantio das espécies de árvores em novembro de 2014 (Figura 8). No interior de cada parcela, foram dispostas por sorteio, 10 mudas de cada espécie de árvore, com espaçamento 2 m x 2 m, totalizando 50 mudas por parcela, 500 por bloco e 2000 mudas no experimento como um todo. As espécies utilizadas foram: *Alibertia edulis* A. Rich. ex DC, *Anadenanthera falcata* (Benth.) Speg, *Cecropia pachystachya* Trécul., *Croton urucurana* Baill. e *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub (Figura 8). Para aumentar a probabilidade de estabelecimento das mudas foi utilizado o gel absorvente no plantio das mesmas, favorecendo a retenção de água próxima ao sistema radicular da planta (Scremin-Dias et al. 2006).

Fotos: Sílvia Rahe Pereira



Sangra d'água
Croton urucurana



Embauba
Cecropia pachystachya



Canafístula
Peltophorum dubium



Marmelo
Alibertia edulis



Angico preto
Anadenanthera falcata

Figura 8. Mudas das espécies de árvores plantadas na área experimental.

Ao longo do experimento, foram realizadas quatro atividades de coroamento (28/11/2014, 27/02/2015, 26/05/2016 e 15/02/2016) observando-se a necessidade em campo, sendo mais frequente na estação chuvosa e menos frequente na estação seca. Para tanto, as mudas foram protegidas com canos de PVC e foi aplicado o herbicida glifosato em um raio de 50 cm ao redor das mesmas (Figura 9).

O experimento foi monitorado por 16 meses a partir do plantio das mudas, acompanhando-se a sobrevivência e crescimento (altura e diâmetro na superfície do solo) das mudas das cinco espécies de árvores (Figura 10).



Figura 9. Proteção da muda e coroamento em parcela de Guandu e parcela de calopôgônio coroada.

Fotos: Paulino Gaúna Gomes



Figura 10. Acompanhamento do crescimento das espécies arbóreas.

Análise de dados

A alteração nas propriedades químicas do solo após um e dois anos foram avaliadas através de Análise de Variância. A análise de Regressão Logística (JACCARD, 2001) foi usada para avaliar o efeito da variação entre os sistemas de adubação e do coroamento simultaneamente na sobrevivência dos indivíduos, usando um modelo que incluiu ambos os termos “sistema de adubação” e “coroamento” como variáveis categóricas explanatórias e a resposta binária (sobrevivente vs. morta) como variável dependente. A análise foi conduzida para cada espécie separadamente, com exceção de *C. pachystachya* que alcançou uma sobrevivência média abaixo de 10% e, portanto, menor que o exigido nas premissas para o uso desta análise. Este modelo de regressão logística também foi ajustado para avaliar a variação da sobrevivência de todos os indivíduos de todas as espécies em conjunto.

As variações na altura e no diâmetro na superfície do solo das espécies de árvores entre os distintos tratamentos de utilização de fabáceas, após um ano de plantio, foram avaliadas através de Análise de Variância. O nível de significância utilizado em todas as análises foi de $p < 0,05$.

Resultados

Efeito de diferentes sistemas de adubação verde na recuperação do solo de uma área de mata ciliar

Após um ano da semeadura das leguminosas não foram detectadas diferenças significativas nos parâmetros químicos do solo em nenhuma das profundidades avaliadas. Os resultados da análise química de solo de cada tratamento são apresentados na Tabela 3 (0-10 cm de profundidade), Tabela 4 (0-20 cm de profundidade) e Tabela 5 (20-40 cm de profundidade).

Tabela 3. Valores médios dos parâmetros químicos do solo (0-10 cm) (Neossolo Quartzarênico) nos diferentes tratamentos do experimento após um ano do seu início. Fazenda Paraíso do Guariroba, Bacia do Guariroba, em Campo Grande, MS, (coleta em dezembro de 2014).

| Parâmetros | Testemu- nha | Controle | Guandu | Crota- lária | Estilo- santes | Calopo- gônio |
|-------------------------------|-----------------|----------|--------|-----------------|-------------------|------------------|
| pH/ CaCl ₂ | 4,25 | 4,98 | 5,12 | 5,10 | 5,28 | 4,97 |
| pH/ Água | 4,88 | 5,62 | 5,75 | 5,73 | 5,91 | 5,60 |
| P (mg/dm ³) | 6,05 | 20,45 | 14,60 | 20,52 | 16,86 | 21,27 |
| MO (g/dm ³) | 11,99 | 9,86 | 9,66 | 9,58 | 10,22 | 10,97 |
| K (cmol/dm ³) | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,09 | 0,05 |
| Ca (cmol/dm ³) | 0,00 | 0,56 | 0,45 | 0,83 | 0,70 | 0,44 |
| Mg (cmol/dm ³) | 0,00 | 0,28 | 0,24 | 0,40 | 0,41 | 0,20 |
| Ca+Mg (cmol/dm ³) | 0,40 | 1,06 | 1,11 | 1,23 | 1,35 | 1,00 |
| Al (cmol/dm ³) | 0,29 | 0,03 | 0,03 | 0,00 | 0,01 | 0,04 |
| H (cmol/dm ³) | 1,88 | 1,66 | 1,50 | 1,59 | 1,38 | 1,65 |
| Al+H (cmol/dm ³) | 2,17 | 1,69 | 1,52 | 1,59 | 1,40 | 1,68 |
| S (cmol/dm ³) | 0,43 | 1,09 | 1,14 | 1,26 | 1,44 | 1,05 |
| T (cmol/dm ³) | 2,60 | 2,77 | 2,67 | 2,85 | 2,84 | 2,73 |
| V% | 16,54 | 39,25 | 43,10 | 44,20 | 50,57 | 38,45 |

Tabela 4. Valores médios dos parâmetros químicos do solo (0-20 cm) (Neossolo Quartzarênico) nos diferentes tratamentos do experimento após um ano do seu início. Fazenda Paraíso do Guariroba, Bacia do Guariroba, em Campo Grande, MS, (coleta em dezembro de 2014).

| Parâmetros | Testemu- nha | Controle | Guandu | Crota- lária | Estilo- santes | Calopo- gônio |
|-------------------------------|-----------------|----------|--------|-----------------|-------------------|------------------|
| pH/ CaCl ₂ | 4,39 | 4,67 | 5,01 | 4,94 | 4,82 | 4,98 |
| pH/ Água | 5,02 | 5,30 | 5,64 | 5,57 | 5,45 | 5,61 |
| P (mg/dm ³) | 3,13 | 14,65 | 11,71 | 7,68 | 5,03 | 9,86 |
| MO (g/dm ³) | 8,45 | 9,03 | 9,89 | 9,08 | 8,56 | 8,27 |
| K (cmol/dm ³) | 0,02 | 0,02 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,04 |
| Ca (cmol/dm ³) | 0,25 | 0,70 | 0,89 | 0,99 | 0,69 | 0,91 |
| Mg (cmol/dm ³) | 0,29 | 0,16 | 0,08 | 0,03 | 0,12 | 0,05 |
| Ca+Mg (cmol/dm ³) | 1,52 | 2,06 | 1,66 | 1,73 | 1,60 | 1,54 |

| Parâmetros (cont.) | Testemu- nha | Controle | Guandu | Crota- lária | Estilo- santes | Calopo- gônio |
|------------------------------|-----------------|----------|--------|-----------------|-------------------|------------------|
| Al (cmol/dm ³) | 1,81 | 2,22 | 1,74 | 1,76 | 1,72 | 1,59 |
| H (cmol/dm ³) | 0,27 | 0,72 | 0,92 | 1,01 | 0,71 | 0,95 |
| Al+H (cmol/dm ³) | 2,08 | 2,93 | 2,66 | 2,77 | 2,42 | 2,54 |
| S (cmol/dm ³) | 12,98 | 22,86 | 35,10 | 36,51 | 28,21 | 37,51 |
| T (cmol/dm ³) | 4,39 | 4,67 | 5,01 | 4,94 | 4,82 | 4,98 |
| V% | 5,02 | 5,30 | 5,64 | 5,57 | 5,45 | 5,61 |

Tabela 5. Valores médios dos parâmetros químicos do solo (20-40 cm) (Neossolo Quartzarênico) nos diferentes tratamentos do experimento após um ano do seu início. Fazenda Paraíso do Guariroba, Bacia do Guariroba, em Campo Grande, MS (coleta em dezembro de 2014).

| Parâmetros | Testemu- nha | Controle | Guandu | Crota- lária | Estilo- santes | Calopo- gônio |
|-------------------------------|-----------------|----------|--------|-----------------|-------------------|------------------|
| pH/ CaCl ₂ | 4,33 | 4,44 | 4,775 | 4,53 | 4,68 | 4,54 |
| pH/ Água | 4,96 | 5,07 | 5,4 | 5,16 | 5,31 | 5,17 |
| P (mg/dm ³) | 2,81 | 3,495 | 4,455 | 4,27 | 2,955 | 3,085 |
| MO (g/dm ³) | 6,54 | 5,78 | 6,155 | 5,98 | 5,89 | 5,71 |
| K (cmol/dm ³) | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,015 | 0,01 | 0,025 |
| Ca (cmol/dm ³) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mg (cmol/dm ³) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ca+Mg (cmol/dm ³) | 0,2 | 0,375 | 0,55 | 0,425 | 0,375 | 0,325 |
| Al (cmol/dm ³) | 0,24 | 0,215 | 0,12 | 0,165 | 0,145 | 0,145 |
| H (cmol/dm ³) | 1,64 | 1,74 | 1,255 | 1,535 | 1,63 | 1,52 |
| Al+H (cmol/dm ³) | 1,88 | 1,955 | 1,375 | 1,7 | 1,775 | 1,665 |
| S (cmol/dm ³) | 0,21 | 0,385 | 0,57 | 0,44 | 0,385 | 0,35 |
| T (cmol/dm ³) | 4,33 | 4,44 | 4,775 | 4,53 | 4,68 | 4,54 |
| V% | 4,96 | 5,07 | 5,4 | 5,16 | 5,31 | 5,17 |

Após dois anos da semeadura das leguminosas, no entanto, foram detectadas diferenças significativas em alguns parâmetros químicos nos diferentes sistemas de adubação verde (Tabelas 6 e 7). Na análise realizada

de 0-10 cm de profundidade, foram encontradas diferenças significativas para os parâmetros pH CaCl₂, K e Al. O pH do solo foi significativamente mais elevado nos sistemas Guandu e Crotalária. O menor pH foi registrado no sistema contendo Estilosantes e os demais ocuparam posições intermediárias. A disponibilidade de potássio foi significativamente maior no sistema contendo Crotalária, sendo o menor no sistema Estilosantes. A disponibilidade de alumínio trocável quantificado foi significativamente menor nos sistemas Controle e Crotalária, seguidos pelos demais tratamentos. No entanto, embora tenham sido encontradas diferenças estatísticas, tanto os teores de potássio como os teores de alumínio trocável são considerados níveis baixos para solos de Cerrado segundo Sousa e Lobato (2004) e Tomé Jr. (1997), respectivamente.

Tabela 6. Valores médios dos parâmetros químicos do solo (0-10 cm) (Neossolo Quartzarênico) nos diferentes tratamentos do experimento após dois anos do seu início. Fazenda Paraíso do Guariroba, Bacia do Guariroba, em Campo Grande, MS, (coleta em fevereiro de 2016).

| Parâmetros | Testemu- nha | Controle | Guandu | Crota- lária | Estilo- santes | Calopo- gônio |
|-------------------------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-------------------|------------------|
| pH/ CaCl ₂ | 4,71 | 5,42 ab | 5,74 a | 5,68 a | 4,85 b | 5,15 ab |
| pH/ Água | 5,34 | 6,05 | 6,12 | 6,31 | 5,48 | 5,78 |
| P (mg/dm ³) | 5,24 | 20,05 | 8,37 | 13,48 | 13,78 | 11,41 |
| MO (g/dm ³) | 11,06 | 9,54 | 11,43 | 11,38 | 10,38 | 11,54 |
| K (cmol/dm ³) | 0,06 | 0,03 ab | 0,05 ab | 0,06 a | 0,03 bc | 0,04 ab |
| Ca (cmol/dm ³) | 0,00 | 0,90 | 0,80 | 1,09 | 0,20 | 0,93 |
| Mg (cmol/dm ³) | 0,00 | 0,49 | 0,48 | 0,56 | 0,14 | 0,50 |
| Ca+Mg (cmol/dm ³) | 0,60 | 1,39 | 1,50 | 1,65 | 0,96 | 1,43 |
| Al (cmol/dm ³) | 0,10 | 0,00 a | 0,01 ab | 0,00 a | 0,06 bc | 0,01 ab |
| H (cmol/dm ³) | 1,17 | 0,99 | 0,84 | 0,86 | 1,03 | 1,11 |
| Al+H (cmol/dm ³) | 1,27 | 0,99 | 0,86 | 0,86 | 1,09 | 1,12 |
| S (cmol/dm ³) | 0,66 | 1,42 | 1,55 | 1,71 | 0,99 | 1,47 |
| T (cmol/dm ³) | 1,93 | 2,41 | 2,41 | 2,56 | 2,08 | 2,58 |
| V% | 34,20 | 58,65 | 63,74 | 64,97 | 47,11 | 56,39 |

Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si (P<0,5).

Tabela 7. Valores médios dos parâmetros químicos do solo (0-20 cm) (Neossolo Quartzarênico) nos diferentes tratamentos do experimento após dois anos do seu início. Fazenda Paraíso do Guariroba, Bacia do Guariroba, em Campo Grande, MS, (coleta em fevereiro de 2016).

| Parâmetros | Testemunha | Controle | Guandu | Crotalária | Estilosantes | Calopogônio |
|-------------------------------|------------|----------------|---------------|----------------|----------------|---------------|
| pH/ CaCl ₂ | 4,73 | 5,25 | 5,22 | 5,26 | 4,73 | 4,74 |
| pH/ Água | 5,36 | 5,88 | 5,85 | 5,89 | 5,36 | 5,37 |
| P (mg/dm ³) | 3,72 | 16,79 | 5,90 | 6,39 | 8,72 | 9,18 |
| MO (g/dm ³) | 9,76 | 8,95 | 9,86 | 10,11 | 8,35 | 10,41 |
| K (cmol/dm ³) | 0,05 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,02 | 0,03 |
| Ca (cmol/dm ³) | 0,00 | 0,59 | 0,56 | 0,61 | 0,15 | 0,18 |
| Mg (cmol/dm ³) | 0,00 | 0,33 | 0,28 | 0,41 | 0,10 | 0,20 |
| Ca+Mg (cmol/dm ³) | 0,50 | 1,10 | 1,19 | 1,19 | 0,86 | 0,95 |
| Al (cmol/dm ³) | 0,10 | 0,01 | 0,04 | 0,03 | 0,10 | 0,08 |
| H (cmol/dm ³) | 1,00 | 0,96 ab | 0,80 a | 0,97 ab | 1,02 ab | 1,23 b |
| Al+H (cmol/dm ³) | 1,10 | 0,97 ab | 0,83 a | 1,00 ab | 1,12 ab | 1,30 b |
| S (cmol/dm ³) | 0,55 | 1,13 | 1,23 | 1,22 | 0,89 | 0,98 |
| T (cmol/dm ³) | 1,65 | 2,09 | 2,06 | 2,22 | 2,00 | 2,28 |
| V% | 33,33 | 53,55 | 57,11 | 54,12 | 44,07 | 42,61 |

Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si (P<0,5).

Na análise realizada de 0-20 cm de profundidade, tanto os teores de H como o de H + Al diferiram entre os sistemas. Os dois parâmetros seguiram o mesmo padrão, sendo que os menores valores foram encontrados no sistema Guandu, o maior valor no Calopogônio e os outros sistemas ocuparam posições intermediárias. Na análise realizada de 20-40 cm após dois anos da semeadura das leguminosas, não foram encontradas diferenças significativas entre os sistemas para os parâmetros avaliados (Tabela 8).

Tabela 8. Valores médios dos parâmetros químicos do solo (20-40 cm) (Neossolo Quartzarênico) nos diferentes tratamentos do experimento após dois anos do seu início, Fazenda Paraíso do Guariroba, Bacia do Guariroba, em Campo Grande, MS, (coleta em fevereiro de 2016).

| Parâmetros | Testemu- nha | Controle | Guandu | Crota- lária | Estilo- santes | Calopo- gônio |
|-------------------------------|-----------------|----------|--------|-----------------|-------------------|------------------|
| pH/ CaCl ₂ | 4,74 | 4,96 | 5,12 | 4,84 | 4,62 | 4,75 |
| pH/ Água | 5,37 | 5,59 | 5,75 | 5,47 | 5,25 | 5,38 |
| P (mg/dm ³) | 4,12 | 3,10 | 3,56 | 3,03 | 3,91 | 7,38 |
| MO (g/dm ³) | 7,69 | 5,75 | 7,58 | 7,07 | 5,90 | 9,55 |
| K (cmol/dm ³) | 0,03 | 0,01 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,03 |
| Ca (cmol/dm ³) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,33 | 0,00 | 0,00 |
| Mg (cmol/dm ³) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,18 | 0,00 | 0,00 |
| Ca+Mg (cmol/dm ³) | 0,50 | 0,58 | 0,80 | 0,83 | 0,38 | 0,70 |
| Al (cmol/dm ³) | 0,10 | 0,05 | 0,00 | 0,08 | 0,13 | 0,08 |
| H (cmol/dm ³) | 0,82 | 0,81 | 0,97 | 0,96 | 0,87 | 1,26 |
| Al+H (cmol/dm ³) | 0,92 | 0,86 | 0,97 | 1,03 | 0,99 | 1,34 |
| S (cmol/dm ³) | 0,53 | 0,59 | 0,83 | 0,85 | 0,40 | 0,73 |
| T (cmol/dm ³) | 1,45 | 1,44 | 1,80 | 1,88 | 1,39 | 2,07 |
| V% | 36,55 | 38,47 | 46,15 | 44,69 | 28,95 | 36,67 |

Efeito da utilização de diferentes sistemas de adubação verde no estabelecimento de espécies de árvores de mata ciliar

Sobrevivência

A sobrevivência das espécies arbóreas após um ano foi de 44,33% na área experimental. No entanto, o efeito do manejo de coroamento na sobrevivência das mudas variou entre os sistemas de adubação verde. De maneira geral, no Controle e nos sistemas com Calopogônio e Crotalária a sobrevivência das mudas foi maior nas parcelas com coroamento do que sem coroamento. Apesar de a sobrevivência ter sido mais alta nos sistemas Estilosantes e Guandu os resultados não diferiram entre os dois

níveis de coroamento, isto é, realizar ou não o coroamento não influenciou a sobrevivência nestes dois últimos sistemas (Figura 11).

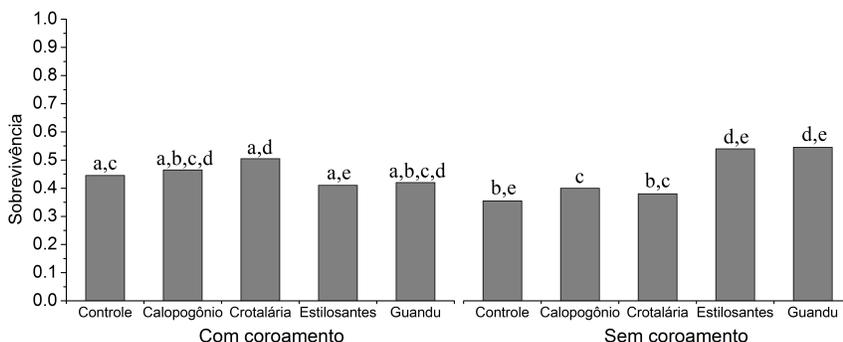


Figura 11. Sobrevivência após um ano de mudas de espécies arbóreas reintroduzidas numa área experimental com diferentes sistemas de adubação verde e manejo de coroamento. Letras iguais representam diferenças não significativas.

Neste modelo foi incluída *C. pachystachya* e sua baixa sobrevivência (5,27%) em todos os sistemas e nos dois níveis de manejo podem ter influenciado os resultados. Apesar de que esta espécie ser considerada pioneira e recomendada para a recuperação de APP degradadas e ocorrer em solos arenosos e pobres, ela é associada a grandes clareiras de florestas e a vegetação secundária e pode ser sensível a quantidade de matéria orgânica no solo e da quantidade de umidade (Carvalho 2006). Como a quantidade de matéria orgânica é fortemente associada à retenção de umidade no solo, grandes períodos de seca na região podem ter determinado a baixa sobrevivência desta espécie. Tal evidência sugere que o período de tempo em que os sistemas de adubação verde permaneceram na área não foi suficiente para permitir uma sobrevivência detectável desta espécie.

A observação da necessidade de coroamento nos sistemas com Calopogônio e Crotalária se deve a mecanismos distintos das duas espécies de adubação verde. O calopogônio é uma planta herbácea, trepadeira vigorosa, que forma uma folhagem acima do solo de cerca de 30-40 cm (OKONWU et al., 2014). Apesar de ser uma fabácea que passou a ser utilizada nos últimos anos como planta de cobertura para o solo (OKONWU et al., 2014),

a mesma, por ser uma trepadeira, entrelaçava-se às mudas das espécies arbóreas utilizadas no experimento, o que resultou na redução da sobrevivência destas espécies na ausência do coroamento (Figura 12). No caso da Crotalária, observações de campo evidenciaram que o efeito negativo desta sobre as árvores é indireto. A *C. juncea* é uma espécie anual com ciclo de vida relativamente curto (CARNEIRO et al. 2008), de 120 a 150 dias, período após o qual, houve a recolonização das parcelas deste tratamento



Fotos: Sílvia Rahe Pereira



Figura 12. Calopogônio enrolando-se a muda de árvore, acima; parcela com Crotalária sendo recolonizada por indivíduos de gramíneas, abaixo.

com a gramínea *Urochloa decumbens*. Assim, no momento do plantio das mudas, a *Crotalária* já havia completado seu ciclo de vida e, por isso, o efeito negativo encontrado neste tratamento (na ausência de coroamento) foi claramente devido à competição com a gramínea e não com a leguminosa. Sabendo-se que a competição com gramíneas exóticas é considerada o principal filtro biológico para o estabelecimento de espécies nativas em projetos de restauração (GARCÍA-ORTH e MARTÍNEZ RAMOS, 2011; DURIGAN, 2013; PEREIRA et al., 2013a), os resultados apresentados demonstram a necessidade de coroamento das mudas para aumentar a probabilidade de sobrevivência das espécies arbóreas.

Quando excluída das análises a espécie *C. pachystachya*, uma vez que os resultados demonstraram que a mesma não deve ser uma espécie indicada para o plantio na área, a sobrevivência dos indivíduos das quatro espécies combinadas foi de 54,10%. O modelo sem a inclusão de *C. pachystachya* também mostrou que a sobrevivência variou entre os sistemas de adubação verde (Figura 13) e que o tratamento de manejo de coroamento influenciou os resultados (Figura 13). A retirada da espécie *C. pachystachya* não alterou o modelo substancialmente, mas destacou mais fortemente as diferenças entre os sistemas Estilosantes e Guandu sem coroamento em relação aos demais tratamentos. O sistema *Crotalária* influenciou a sobrevivência das mudas, mas apenas quando é feito o coroamento, mas não diferiu do controle ou de *Calopogônio*. De forma geral este modelo mostrou mais claramente que nos sistemas Estilosantes e Guandu o manejo de coroamento influencia negativamente a sobrevivência destas espécies arbóreas, ao contrário do sistema *Crotalária* o qual depende do coroamento para exercer uma influência positiva na sobrevivência.

Além da avaliação da influência dos sistemas de adubação verde sobre todas as espécies arbóreas em conjunto, avaliou-se adicionalmente a resposta de cada espécie arbórea separadamente. A sobrevivência de *C. urucurana* na área foi relativamente baixa alcançando 32,22%. Para esta espécie, o coroamento não influenciou a sobrevivência dos indivíduos. No entanto, a sobrevivência de *C. urucurana* foi fortemente influenciada pelo sistema de adubação verde usado na área da Figura 14, sendo que nas parcelas com *Calopogônio*, *Crotalária* e Guandu a sobrevivência dos indivíduos foi maior quando comparada ao controle e que o tratamento usando Estilosantes alcançou níveis intermediários de sobrevivência (Figura 14).

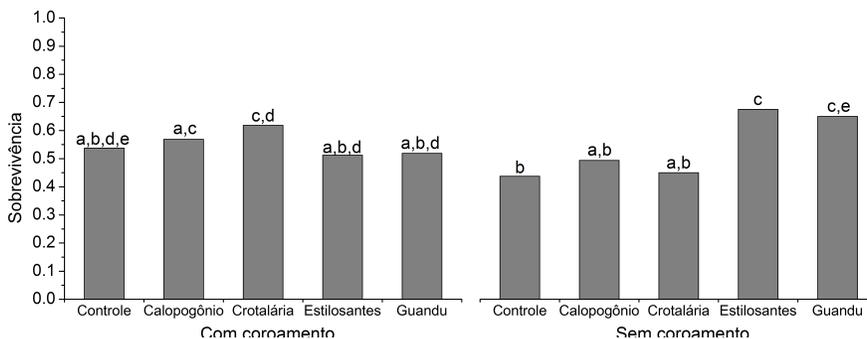


Figura 13. Sobrevivência após um ano de mudas de espécies arbóreas reintroduzidas numa área experimental com diferentes sistemas de adubação verde e manejo de coroamento. Letras iguais representam diferenças não significativas.

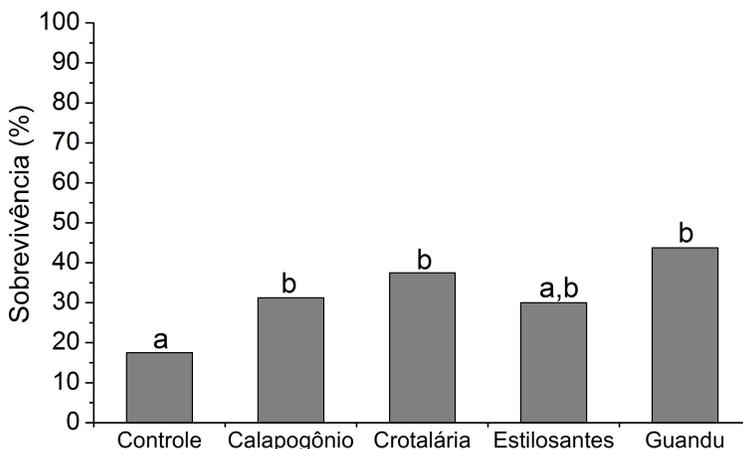


Figura 14. Sobrevivência após um ano de mudas de *Croton urucurana* reintroduzidas numa área experimental com diferentes sistemas de adubação verde. Letras iguais representam diferenças não significativas.

A sobrevivência de *A. edulis* foi de 42,34% na área experimental, sendo que tanto os sistemas de adubação verde quanto o coroamento influenciaram a sobrevivência da espécie. De forma geral os sistemas Estilosantes e Guandu influenciaram positivamente a sobrevivência desta espécie, mas apenas quando não era conduzido o coroamento (Figura 15). Nas parcelas com coroamento com o sistema Crotalária, a sobrevivência dos indivíduos alcançou níveis mais altos do que no Guandu, e em Estilosantes alcançou níveis intermediários. Os

demais tratamentos considerando ou não coroamento não diferiram entre si, incluindo o Controle.

A sobrevivência de *P. dubium* foi relativamente alta alcançando aproximadamente 70,36%, sendo que tanto os sistemas de adubação verde quanto o manejo de coroamento influenciaram a sobrevivência desta espécie. Os sistemas de adubação não diferiram entre si quando foi conduzido o coroamento incluindo o Controle, onde a sobrevivência foi mais alta do que nas parcelas com Guandu (Figura 16). Por outro lado, quando não foi feito o coroamento a sobrevivência foi alta nos sistemas Estilosantes e Guandu, não

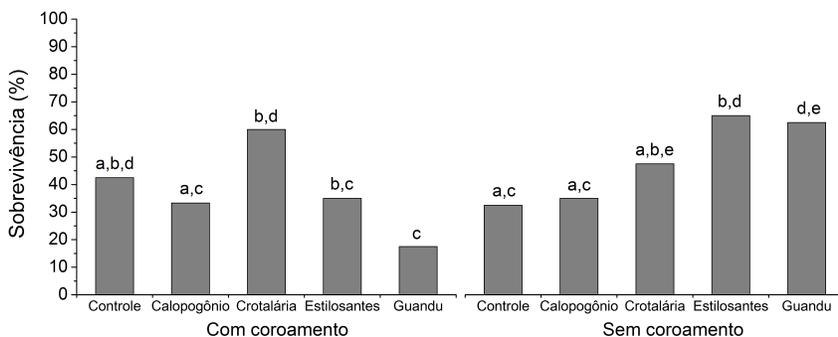


Figura 15. Sobrevivência após um ano de mudas de *Alibertia edulis* reintroduzidas numa área experimental com diferentes sistemas de adubação verde e com dois níveis de manejo de coroamento. Letras iguais representam diferenças não significativas.

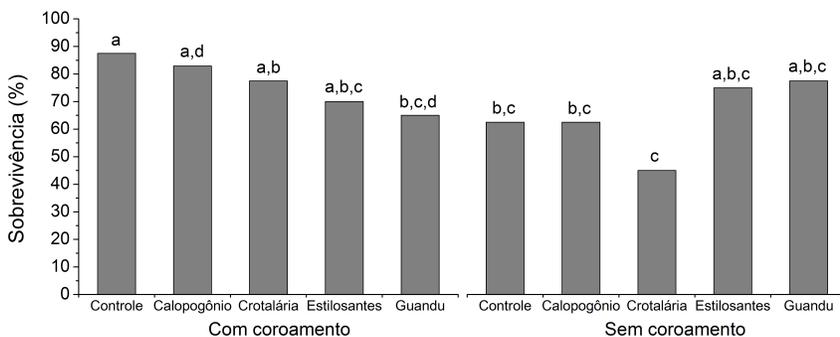


Figura 16. Sobrevivência após um ano de mudas de *Peltophorum dubium* reintroduzidas numa área experimental com diferentes sistemas de adubação verde e com dois níveis de manejo de coroamento. Letras iguais representam diferenças não significativas.

diferindo nem do controle sem coroamento, nem das parcelas onde foi conduzido o coroamento.

A sobrevivência de *A. falcata* na área foi a mais alta das espécies usadas neste experimento alcançando 71,39%, mas variou em função os sistemas de adubação verde e do coroamento. Nas parcelas com coroamento, a sobrevivência foi alta e mais homogênea entre os sistemas de adubação do que nas sem coroamento. Quando não foi usado o manejo de coroamento, a sobrevivência em Crotalária foi relativamente mais baixa, inclusive do que o controle e quando comparadas aos demais sistemas de adubação. Além disto, neste tipo de manejo, a sobrevivência nas parcelas com Estilosantes foi mais alta do que nas parcelas Controle e com Crotalária, enquanto que nas parcelas com Calopogônio, Crotalária e Guandu a sobrevivência dos indivíduos alcançou níveis intermediários entre o controle e Estilosantes (Figura 17).

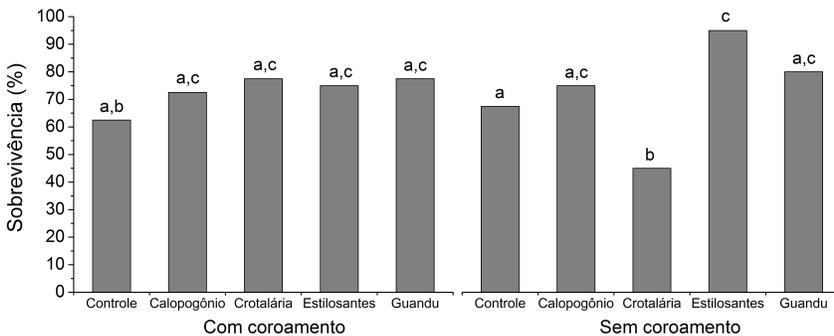


Figura 17. Sobrevivência após um ano de mudas de *Anadenanthera falcata* reintroduzidas numa área experimental com diferentes sistemas de adubação verde e com dois níveis de manejo de coroamento. Letras iguais representam diferenças não significativas.

Crescimento

Após um ano do plantio das mudas, os indivíduos de *A. edulis* apresentavam entre 30 e 40 cm, sendo que seu crescimento em altura não foi afetado nem pelos sistemas de adubação verde, nem pelo coroamento das leguminosas (Figura 18). O crescimento em altura de *A. falcata* foi influenciado

tanto pelos sistemas de adubação verde como pelo coroamento. Após um ano de plantio das mudas, os indivíduos desta espécie cultivados nos sistemas com Calopogônio e Crotalária, quando as leguminosas foram coroadas, apresentaram alturas significativamente maiores variando entre 37 e 40 cm (Figura 18). A ausência de coroamento de mudas de *C. urucurana*, de maneira geral, resultou em um efeito negativo para o crescimento em altura. Para esta espécie, a utilização do sistema de Crotalária com coroamento, seguido pelo Calopogônio com coroamento resultou em indivíduos mais altos após um ano de plantio (aproximadamente 96 cm). *P. dubium*, além de apresentar uma alta sobrevivência, foi a espécie com maior crescimento em altura. O menor crescimento desta espécie após um ano de plantio foi resultado do seu plantio em consórcio com o Guandu. Para os demais sistemas o coroamento resultou em plantas significativamente mais altas (105 a 161 cm), incluindo o tratamento controle (Figura 18).

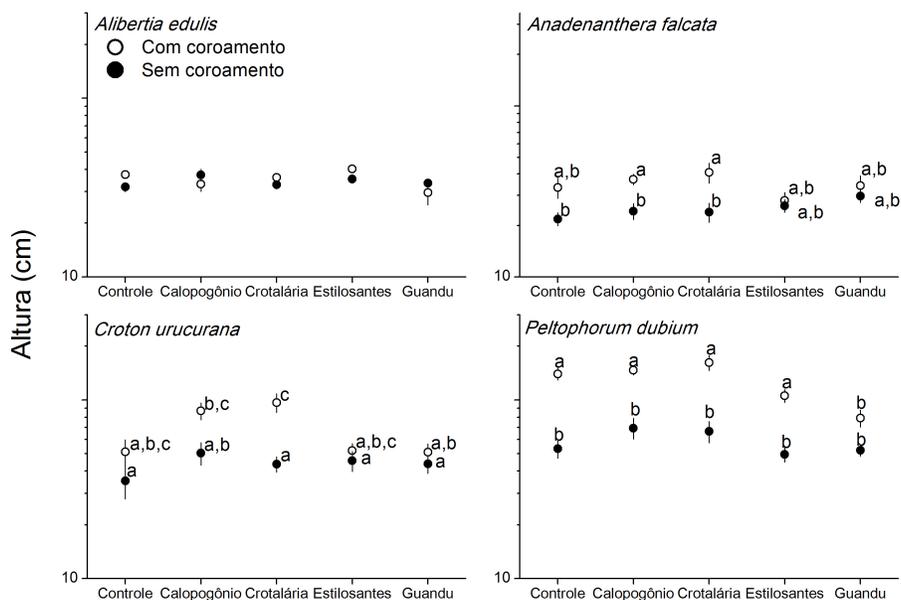


Figura 18. Crescimento em altura das espécies arbóreas após um ano de experimento em função dos distintos sistemas de adubação verde e do coroamento das leguminosas.

O crescimento em diâmetro na altura do solo (DAS) das mudas *A. edulis* só foi influenciado pelo sistema de adubação verde, sendo que o coroamento não resultou em diferenças significativas de DAS após um ano de plantio. Para esta espécie o cultivo em consórcio com Crotalária e o Estilosantes resultou em plantas com DAS significativamente maiores (Figura 19). Tanto os sistemas de adubação verde, como o coroamento das leguminosas influenciaram o crescimento em diâmetro de *A. falcata*, no entanto, a interação entre esses dois fatores não foi significativa. Quando considerado apenas o fator coroamento, observou-se que indivíduos de *A. falcata* coroados apresentaram diâmetro significativamente maior em relação aos que não foram coroados. Quando considerados somente os sistemas de adubação verde, o sistema utilizando o Calopogônio resultou em plantas de angico com maior DAS (Figura 19). Para *C. urucurana*, foi encontrada uma interação entre os sistemas de adubação verde e o coroamento, influenciando o DAS dos indivíduos (Figura 19). Para esta espécie o melhor resultado em termos de DAS foi

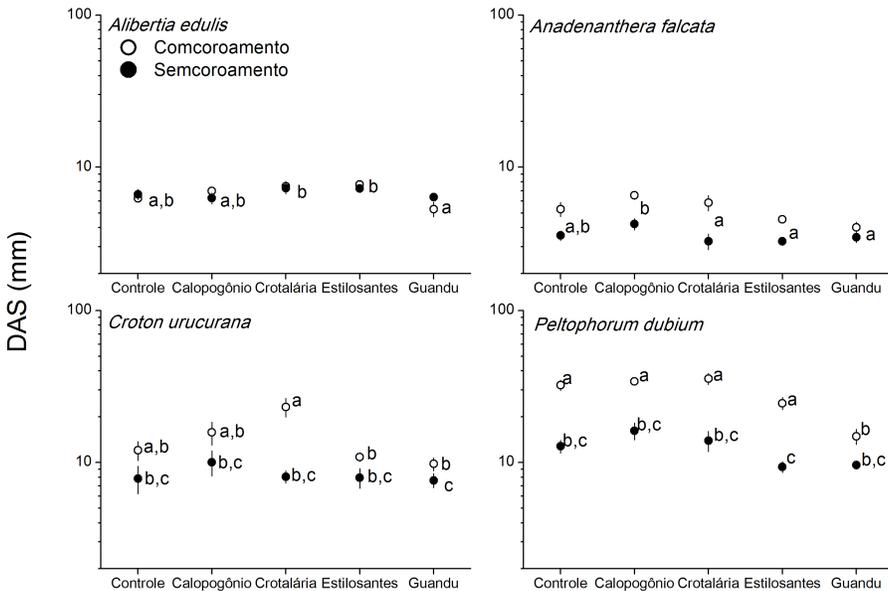


Figura 19. Crescimento em diâmetro (diâmetro a altura do solo - DAS) das espécies arbóreas após um ano de experimento em função dos distintos sistemas de adubação verde e do coroamento das leguminosas.

encontrado quando a mesma foi cultivada no sistema de Crotalária com coroamento. O crescimento em diâmetro de *P. dubium* seguiu o mesmo padrão encontrado para o crescimento em altura. O coroamento resultou em plantas com DAS significativamente maiores (Figura 19) em todos os tratamentos, com exceção do tratamento em consórcio com o Guandu, onde o coroamento não resultou em diferenças significativas no diâmetro.

Conclusões

- Os sistemas de adubação verde testados (Estilosantes, Calopogônio, Guandu e Crotalária) não alteraram de forma significativa as condições químicas do solo no primeiro e segundo ano de experimento;
- Os sistemas Estilosantes e Guandu sem coroamento e Crotalária com coroamento favoreceram o estabelecimento das espécies arbóreas avaliadas.

Considerações finais

Quando consideradas todas as informações resultantes dos experimentos, tem-se que os sistemas Estilosantes sem coroamento, Guandu sem coroamento e Crotalária com coroamento favoreceram o estabelecimento das espécies arbóreas de uma maneira geral. No entanto, essa facilitação não foi decorrente da recuperação do solo pelas leguminosas, pois mesmo após dois anos de experimento, houve uma pequena alteração do mesmo. Apesar das espécies arbóreas terem crescido muito pouco sob o dossel do Guandu após um ano de plantio, esse sistema apresentou a vantagem de ser o único que não foi recolonizado pelas gramíneas exóticas ao longo do experimento. Considerando-se que somente após o primeiro ano do plantio das mudas é que houve o início da entrada de luz nas parcelas com este tratamento é possível supor que as espécies arbóreas passem a crescer a medida que a leguminosa complete o seu ciclo de vida. A recomendação da Crotalária, que atende tanto ao quesito de sobrevivência como ao crescimento das espécies arbóreas é restrita somente aos casos onde o controle contínuo da recolonização da gramínea exótica possa ser realizado. O Estilosantes sem coroamento, apesar de ter interferido positivamente na sobrevivência das espécies arbóreas, assim como o Guandu, não favoreceu o crescimento das mesmas.

No entanto, este sistema também foi recolonizado pelas gramíneas e, caso não haja o controle constante da mesma, o favorecimento inicial da sobrevivência pode ser anulado pela competição com gramíneas.

Agradecimentos

À Embrapa, em especial à unidade Gado de Corte, por todo o subsídio, infraestrutura e apoio técnico-científico para a elaboração deste documento.

À Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT), pelo financiamento das pesquisas que subsidiaram esta revisão.

Referências

ABAYOMI, Y. A. *et al.* Evaluation of selected legume cover crops for biomass production, dry season survival and soil fertility improvement in a moist savanna location in Nigeria. **African Crop Science Journal**, v. 9, n.4, p. 615-627. 2001.

ALCÂNTARA, F. A. *et al.* Adubação verde na recuperação da fertilidade de um latossolo vermelho-escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 2, p. 277-288. 2000.

ALENCAR, K. M. C. **Tratamentos pré-germinativos em sementes de Stylosanthes SW. (Leguminosae Papilionoideae)**. 48 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal), Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2008.

AMBROSANO, E. J. *et al.* Utilization of nitrogen from green manure and mineral fertilizer by sugarcane. **Scientia Agricola**, v. 62, n. 6, p. 534-542. 2005.

AZEVEDO, R. L.; RIBEIRO, G. T.; AZEVEDO, C. L. L. Feijão Guandu: uma planta multiuso. **Revista da Fapese**, v. 3, n. 2, p. 81-86. 2007.

ANDRADE, R. P.; KARIA, C. T. O uso de *Stylosanthes* em pastagens no Brasil. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGEM, 1., 2000, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2000. p. 273-309.

ARAÚJO, E.S. *et al.* Recuperação no sistema solo-planta de nitrogênio derivado da adubação verde aplicada à cultura do repolho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 7., p. 729-735. 2011.

ARAÚJO, A. S. F. *et al.* Utilização de nitrogênio pelo trigo cultivado em solo fertilizado com adubo verde (*Crotalaria juncea*) e/ou uréia. **Ciência Rural**, v. 35, n. 2, p. 284-289. 2005.

BELTRAME, T. P.; RODRIGUES, E. Comparação de diferentes densidades de feijão Guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) na restauração florestal de uma área de reserva legal no Pontal do Paranapanema, SP. **Scientia Florestalis**, v. 80, n. 1, p. 317-327. 2008.

CARNEIRO, M. A. C. *et al.* Produção de fitomassa de diferentes espécies de cobertura e suas alterações na atividade microbiana de solo de cerrado. **Bragantia**, v. 67, p. 455-462. 2008.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. v. 2. 627 p.

DIAS, E. F. **Georreferenciamento no estudo do uso e ocupação do solo na microbacia do Guariroba no município de Campo Grande (MS)**. 81 f. 2005. Monografia (Especialização em Georreferenciamento de Imóveis Rurais) – Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, 2005.

DURIGAN, G. **Reflexões sobre a restauração ecológica em regiões de cerrado**. Simpósio de Restauração Ecológica, São Paulo, SP. P. 33-37. 2013.

DURIGAN, G.; SILVEIRA, E. R. Recomposição da mata ciliar em domínio de cerrado, Assis, SP. **Scientia Florestalis**, v. 56, p. 135-144. 1999.

FERNANDES, M. F.; BARRETO, A. C.; EMÍDIO FILHO, J. Fitomassa de adubos verdes e controle de plantas daninhas em diferentes densidades populacionais de leguminosas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 9, p. 1593-1600. 1999.

FRANCO, A. A. *et al.* Uso de leguminosas florestais noduladas e micorrizadas como agentes de recuperação e manutenção da vida no solo: um modelo tecnológico. **Oecologia Brasilienses**, v.1, p. 459-467. 1995.

GARCÍA-ORTH; MARTÍNEZ-RAMOS M. Isolated Trees and Grass Removal Improve Performance of Transplanted *Trema micrantha* (L.) Blume (Ulmaceae) Saplings in Tropical Pastures. **Restoration Ecology**, v. 19, p. 24-34. 2011.

JACCARD, J. **Interaction effects in logistic regression**. Sage University Paper, London. 2001.

LEWIS, G. L.; MACKINDER B.; LOCK, M. **Legumes of the World**. Royal Botanic Gardens, Kew, 2005.

NASCIMENTO, J. T. *et al.* Efeito de leguminosas nas características químicas e matéria orgânica de um solo degradado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 3, p. 457-462. 2003.

NICHOLS, J. D. *et al.* Intercropping legume trees with native timber trees rapidly restores cover to eroded tropical pasture without fertilization. **Forest ecology and Management**, v. 152, p. 195-209. 2001.

OKONWU, K; MENSAH, S. I.; SAM, S. M. Growth of *Calopogonium mucunoides* Desv. in crude oil contaminated soil a possible phytoremediating agent. **Asian Journal of Agricultural Research**, v. 8, n. 1, p. 66-69. 2014.

PADILLA, F. M.; PUGNAIRE, F. I. The role of nurse plants in the restoration of degraded environments. **Frontiers in Ecology and Environment**, v. 4, n. 4, p. 196-202. 2006.

PEREIRA, S. R.; LAURA, V. A.; SOUZA, A. L. T. Establishment of Fabaceae tree species in a tropical pasture: influence of seed size and weeding methods. **Restoration Ecology**, v. 21, p. 67-74. 2013a.

PERIN, A. *et al.* Cobertura do solo e estoque de nutrientes de duas leguminosas perenes, considerando espaçamentos e densidades de plantio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 207-213. 2004.

PMCG – PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPO GRANDE. **Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental dos Mananciais do Córrego Guariroba – APA do Guariroba**. Campo Grande, 2008.

ROBINSON, A. F.; COOK, C. G. Root-knot and reniform nematode reproduction on kenaf and sunn hemp compared with that on nematode resistant and susceptible cotton. **Industrial Crops and Products**, v. 13, n. 3, p. 249-264. 2001.

SCREMIN-DIAS E. *et al.* **Produção de mudas de espécies florestais nativas**. Campo Grande: Editora UFMS, 2006.

SILVA, T. O. *et al.* Adubação orgânica da batata com esterco e, ou, *Crotalaria juncea*. I - Produtividade vegetal e estoque de nutrientes no solo em longo prazo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 39-49, 2007.

SILVEIRA, P. M. *et al.* Acumulação de nutrientes no limbo foliar de Guandu e Estilosantes. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 35, n. 3, p. 133-138. 2005.

SOARES, P. G.; RODRIGUES, R. R. Semeadura direta de leguminosas florestais: efeito da inoculação com rizóbio na emergência de plântulas e crescimento inicial no campo. **Scientia Florestalis**, v. 36, n. 78, p. 115-121. 2008.

SOUZA, C. M. *et al.* **Adubação verde e rotação de culturas**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2012.

SOUZA, F. A. *et al.* Efeito de pré-cultivos sobre o potencial de inoculo de fungos micorrízicos arbusculares e produção de mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 10, p.1913-1923. 1999.

SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2 ed. Brasília: Embrapa Cerrados, 2004. 416 p.

STACE, H. M.; EDYE, L. A. **The biology and agronomy of *Stylosanthes***. Sidney: Academic Press, 1984.

TOMÉ JR., J. B. **Manual para interpretação de análise de solo**. Guaíba: Agropecuária, 1997.

VERZIGNASSI, J. R.; FERNANDES, C. D. 2002. Estilosantes Campo Grande: situação atual e perspectivas. **Comunicado técnico nº 70 Embrapa Gado de Corte**. Disponível em: <http://www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/cot/pdf/COT702002.pdf>.

Embrapa

Gado de Corte



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



CGPE 15166